



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
SECRETARÍA DE DESARROLLO INSTITUCIONAL
Dirección General de Cómputo y de
Tecnologías de Información y Comunicación

Convenio Específico de Colaboración
INE/DJ/48/2020
Número de registro UNAM 57260-440-9-IV-20

“Auditoría al Sistema de Voto Electrónico por Internet para las y los Mexicanos Residentes en el Extranjero”

DICTAMEN DE AUDITORÍA CORRESPONDIENTE AL AÑO 2020
31 de julio de 2020.

CONTENIDO

Introducción	2
Objetivo de la Auditoría.....	3
Alcance de la Auditoría y pruebas realizadas	3
Metodología de la Auditoría.....	7
Características generales del Sistema de Voto Electrónico auditado	11
Resultados de las pruebas aplicadas	13
Productos entregados por la UNAM	20
Conclusiones.....	22
Anexos	23



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
SECRETARÍA DE DESARROLLO INSTITUCIONAL
Dirección General de Cómputo y de
Tecnologías de Información y Comunicación

Introducción

El Instituto Nacional Electoral (INE) realiza esfuerzos para ampliar las modalidades de votación para que las y los ciudadanos mexicanos que viven en el extranjero, cuenten con una manera más ágil de emitir su voto, por lo que, en el mes de agosto de 2020, el Consejo General del INE considerará la aprobación del Sistema de Voto Electrónico por Internet como una alternativa vinculante en los Procesos Electorales Locales 2020-2021 de las entidades federativas que contemplan la votación electrónica desde el extranjero en su legislación.

La Ley General de Instituciones y Procedimientos Electorales (LGIFE) establece que el voto de los mexicanos en el extranjero por vía electrónica, requiere la comprobación del Sistema a utilizar para la emisión del voto en dicha modalidad.

Por ello, a solicitud de la Unidad Técnica de Servicios de Informática (UNICOM) del Instituto Nacional Electoral y conforme a los procedimientos internos del INE para la selección de los entes auditores encargados de evaluar el Sistema de Voto Electrónico por Internet para las y los Mexicanos Residentes en el Extranjero, se estableció un Convenio Específico de Colaboración con la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) a través de su Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación (DGTIC) para llevar a cabo la Auditoría al Sistema de Voto Electrónico por Internet para las y los Mexicanos Residentes en el Extranjero, con números de registro INE/DJ/48/2020 y UNAM 57260-440-9-IV-20.

La etapa 2020 de la Auditoría inició el 24 de abril y concluyó el 31 de julio de 2020 con la emisión de los informes finales de cada línea de trabajo, el Informe Final y el Dictamen de la Auditoría, correspondientes al año 2020, a fin de dar cumplimiento al artículo Décimo Tercero transitorio de la LGIFE.

La experiencia de la UNAM en la construcción, implementación y Auditoría de sistemas informáticos permite establecer que, sin duda, las soluciones tecnológicas requieren madurarse gradualmente de la misma manera como la operación electoral en nuestro país se ha consolidado en las últimas décadas. El Sistema auditado en esta ocasión está orientado exclusivamente para electores mexicanos que residan en el extranjero, a diferencia de la iniciativa de urna electrónica, que busca la automatización y modernización del voto local

A continuación, se presenta el dictamen resultante de esta primera etapa de la Auditoría practicada por la Universidad Nacional Autónoma de México al “Sistema de Voto Electrónico por Internet para las y los Mexicanos Residentes en el Extranjero” del Instituto Nacional Electoral.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
SECRETARÍA DE DESARROLLO INSTITUCIONAL
Dirección General de Cómputo y de
Tecnologías de Información y Comunicación

Objetivo de la Auditoría

De acuerdo con los *Lineamientos para la Auditoría al Sistema de Voto Electrónico por Internet para las y los Mexicanos Residentes en el Extranjero* del Instituto Nacional Electoral, así como lo establecido en el Convenio Específico de Colaboración celebrado entre la Universidad Nacional Autónoma de México y el Instituto Nacional Electoral, la Auditoría tiene el propósito de:

“Evaluar la funcionalidad y seguridad del Sistema de Voto Electrónico por Internet para las y los Mexicanos Residentes en el Extranjero, conforme a los requerimientos técnicos y los parámetros de configuración de sus componentes, así como verificar el cumplimiento de lo establecido en la normatividad aplicable”.

Asimismo, dichos lineamientos señalan que:

“La Auditoría deberá dictaminar que el Sistema de Voto Electrónico cumple, al menos con lo siguiente:

- I. El acceso se otorgue exclusivamente a los ciudadanos registrados en la Lista Nominal de Electores Residentes en el Extranjero (LNERE) que eligieron emitir su voto por la modalidad electrónica por Internet;*
- II. Emitir solamente un voto por elección a las que tenga derecho el ciudadano, por la vía electrónica por Internet;*
- III. Que el ciudadano pueda corroborar el sentido de su voto, antes de su emisión;*
- IV. Que se preserve la secrecía del voto, y*
- V. La efectiva emisión, transmisión, recepción y cómputo del voto emitido.”*

Alcance de la Auditoría y pruebas realizadas

La Auditoría al Sistema de Voto Electrónico por Internet para las y los Mexicanos Residentes en el Extranjero, tiene previstas dos etapas:

- A. **Primera etapa**, en la que del 24 de abril al 24 de julio de 2020, se aplicaron diversas pruebas para evaluar los aspectos de funcionalidad, seguridad y revisar el cumplimiento de la normatividad aplicable al Sistema de Voto Electrónico por Internet para las y los Mexicanos Residentes en el Extranjero, con la finalidad de obtener un primer Dictamen, a fin de dar cumplimiento al artículo Décimo Tercero transitorio de la LGIPE.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
SECRETARÍA DE DESARROLLO INSTITUCIONAL
Dirección General de Cómputo y de
Tecnologías de Información y Comunicación

- B. **Segunda etapa**, la cual se llevará a cabo en el 2021, en caso de que el INE adopte el Sistema de Voto Electrónico. En esta segunda etapa se auditarán nuevamente los aspectos de funcionalidad y seguridad de los componentes del Sistema de Voto Electrónico por Internet para las y los Mexicanos Residentes en el Extranjero, que hayan sido modificados después de la emisión del Dictamen, emitido en la etapa 2020 de la Auditoría del año 2020. Asimismo, se realizará la validación de dichos componentes, antes, durante y después del periodo de votación que se realizará en 2021, para comprobar que son los mismos que se auditaron.

El alcance de la Auditoría está centrado en la evaluación de la solución tecnológica que se utilizará para la votación electrónica por Internet, la cual comprende los programas de software y la infraestructura de hardware necesarios para que un usuario autorizado pueda emitir su voto a través de una computadora personal o un dispositivo móvil conectado a Internet.

En la etapa 2020 de la Auditoría, el Sistema informático se auditó dentro de un esquema de infraestructura tecnológica con características análogas a las que se implementarán para su operación durante el 2021, y la cual fue provista por la empresa proveedora de la solución bajo servicios de nube en Internet en la totalidad de sus componentes tecnológicos. Cabe señalar que, en caso de aprobarse la operación del Sistema de Voto Electrónico por Internet para los procesos electorales locales 2020-2021, el Instituto Nacional Electoral tiene previsto que algunos componentes de esta solución operen dentro de las instalaciones a su cargo.

Dado que la etapa 2020 de la Auditoría inició el 24 de abril de 2020, durante la contingencia sanitaria por causa de fuerza mayor declarada por las autoridades de nuestro país por causa del virus SARS-CoV2 (COVID-19), las pruebas de Auditoría fueron practicadas de manera remota bajo estrictas medidas de seguridad informática, por lo que la funcionalidad de las pruebas y su eficacia no se vio afectada, y se consiguieron los alcances adecuados para obtener los resultados correspondientes, cumpliéndose con el objetivo de la Auditoría.

Conforme a lo que establecen los *Lineamientos para la Auditoría al Sistema de Voto Electrónico por Internet para las y los Mexicanos Residentes en el Extranjero del Instituto Nacional Electoral* y a lo establecido en el Convenio Específico de Colaboración celebrado entre el INE y la UNAM, se realizaron un conjunto de pruebas técnicas agrupadas en cuatro líneas de trabajo:



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
SECRETARÍA DE DESARROLLO INSTITUCIONAL
Dirección General de Cómputo y de
Tecnologías de Información y Comunicación

1. Pruebas de aseguramiento de calidad.
 - 1.1 Pruebas de desempeño.
 - 1.2 Revisión de código fuente y estructura lógica.
 - 1.3 Verificación de las configuraciones del sistema de voto.
 - 1.4 Verificación del procesamiento de los datos.
 - 1.5 Pruebas de comunicación e integración de los componentes del sistema.
 - 1.6 Verificación documental.

2. Pruebas de seguridad.
 - 2.1 Pruebas de penetración, análisis de vulnerabilidades y revisión de configuraciones.
 - 2.1.1 Análisis de vulnerabilidades y pruebas de penetración al aplicativo y a la infraestructura del Sistema de Voto Electrónico.
 - 2.1.2 Análisis del código fuente en materia de seguridad del Sistema de Voto Electrónico.
 - 2.1.3 Revisión de configuraciones a la infraestructura que conforma el Sistema de Voto Electrónico.
 - 2.2 Pruebas de acceso (autenticación, sesiones y autorización).
 - 2.3 Validación de los datos.
 - 2.4 Pruebas de cifrado.
 - 2.5 Pruebas de comunicación entre componentes.
 - 2.6 Pruebas de negación de servicio distribuido (DDoS).
 - 2.7 Pruebas en bitácoras.
 - 2.8 Pruebas de recuperación de fallos.
 - 2.9 Pruebas de verificación del software.
 - 2.10 Pruebas de entorno.

3. Revisión del manejo de información.
 - 3.1 Validación de la integridad de la información antes, durante y después del proceso de votación.
 - 3.2 Verificación del cifrado de información.
 - 3.3 Verificación de la secrecía de los votos.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
SECRETARÍA DE DESARROLLO INSTITUCIONAL
Dirección General de Cómputo y de
Tecnologías de Información y Comunicación

4. Revisión del cumplimiento de la normatividad aplicable.

El marco normativo que se utilizó como referente en esta etapa 2020 de la Auditoría fue el siguiente:

Referente normativo	Versión
Ley General de Instituciones y Procedimientos Electorales. <ul style="list-style-type: none">• Libro Sexto “Del Voto de los Mexicanos Residentes en el Extranjero”, en lo referente al Sistema de Voto.• Artículo Décimo Tercero transitorio.	Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de mayo de 2014. Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación: 13 de abril de 2020.
Reglamento de Elecciones.	Acuerdo INE/CG661/2016. Aprobado en Sesión Extraordinaria del Consejo General, celebrada el 07 de septiembre de 2016.
Lineamientos que establecen las características generales que debe cumplir el Sistema del Voto Electrónico por Internet para las y los Mexicanos Residentes en el Extranjero del Instituto Nacional Electoral.	Aprobados por el Consejo General del INE, en el acuerdo INE/CG243/2019 del 08 de mayo de 2019.
Lineamientos para la Auditoría al Sistema de Voto Electrónico por Internet para las y los Mexicanos Residentes en el Extranjero del Instituto Nacional Electoral.	Aprobados por el Consejo General del INE en el acuerdo INE/CG432/2019 del 18 de septiembre de 2019.

Cabe aclarar que en la normatividad vigente se establece que el Sistema de Voto Electrónico por Internet debe contar con un programa de resultados en tiempo real, público y confiable. El Instituto se pronunció al respecto, indicando que este requisito se cumple bajo el entendido de que institucionalmente ya cuenta con este mecanismo que da cumplimiento a lo establecido en la LGIPE en el artículo 219 que especifica *“El Programa de Resultados Electorales Preliminares es el mecanismo de información electoral encargado de proveer los resultados preliminares y no definitivos, de carácter estrictamente informativo a través de la captura, digitalización y publicación de los datos asentados en las Actas de Escrutinio y Cómputo de las casillas que se reciben en los*



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
SECRETARÍA DE DESARROLLO INSTITUCIONAL
Dirección General de Cómputo y de
Tecnologías de Información y Comunicación

Centros de Acopio y Transmisión de Datos autorizados por el Instituto o por los Organismos Públicos Locales”. Adicionalmente en el Reglamento en el artículo 337 también se indica que *“El resultado de la votación emitida en el extranjero será incluido en el PREP conforme a la normativa aplicable en el ámbito federal, y en el ámbito local”*. En consideración de lo referido anteriormente se externó que el INE, así como cada uno de los Organismos Públicos Locales que implementen el voto electrónico por Internet para los y las mexicanos residentes en el extranjero en el ámbito de su respectiva competencia, cuentan con el PREP para atender puntualmente lo que la LGIPE señala en el inciso f) de su artículo 343 con relación a *Contar con un programa de resultados electorales en tiempo real, público y confiable*.

Metodología de la Auditoría

Marco normativo

La Auditoría al Sistema de Voto Electrónico por Internet para las y los Mexicanos Residentes en el Extranjero deriva de lo que establece la *Ley General de Instituciones y Procedimientos Electorales* (LGIPE) en su Libro Sexto “Del Voto de los Mexicanos Residentes en el Extranjero”, en el que se describe que el ejercicio del voto de los mexicanos residentes en el extranjero podrá realizarse: “por correo, mediante entrega de la boleta en forma personal en los módulos que se instalan en las embajadas o consulados, o en su caso, por vía electrónica; esto último conforme a los lineamientos que emita el Instituto”.

El artículo 341, numeral 3 de la citada Ley, establece que:

“El Instituto deberá asegurar que el voto por vía electrónica cuente con al menos los elementos de seguridad que garanticen:

- a) Que quien emite el voto, sea el ciudadano mexicano residente en el extranjero, que tiene derecho a hacerlo;*
- b) Que el ciudadano mexicano residente en el extranjero no pueda emitir más de un voto, por la vía electrónica u otra de las previstas en esta Ley;*
- c) Que el sufragio sea libre y secreto, y*
- d) La efectiva emisión, transmisión, recepción y cómputo del voto emitido.”*



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
SECRETARÍA DE DESARROLLO INSTITUCIONAL
Dirección General de Cómputo y de
Tecnologías de Información y Comunicación

Asimismo, el artículo 343, numeral 2 de la LGIPE señala que:

“El sistema de voto por medios electrónicos que apruebe el Consejo General del Instituto, deberá cumplir con lo siguiente:

- a) Ser auditable en cada una de las etapas de su desarrollo e implementación;*
- b) Darle oportunidad al votante de corroborar el sentido de su voto antes de su emisión;*
- c) Evitar la coacción del voto, garantizando el sufragio libre y en secreto;*
- d) Garantizar que quien emite el voto, sea el ciudadano mexicano residente en el extranjero que tiene derecho a hacerlo;*
- e) Garantizar que el ciudadano mexicano residente en el extranjero no pueda emitir más de un voto, por la vía electrónica u otra de las previstas en esta Ley, y*
- f) Contar con un programa de resultados electorales en tiempo real, público y confiable.”*

El artículo 345, numeral 3 de la LGIPE reitera que:

“Los votos vía electrónica deberán obtenerse del sistema implementado para tal efecto, mismo que deberá ser auditable”.

El artículo Décimo Tercero transitorio de la LGIPE, señala que:

“El voto de los mexicanos en el extranjero por vía electrónica, se realizará hasta en tanto el Instituto Nacional Electoral haga pública la comprobación del sistema a utilizar para la emisión del voto en dicha modalidad. Para tal efecto, deberá contar con el dictamen de al menos dos empresas de prestigio internacional. Dicho sistema deberá acreditar certeza absoluta y seguridad comprobada, a efecto de garantizar el efectivo ejercicio del derecho al voto de los ciudadanos mexicanos residentes en el extranjero. Para ello, el sistema que establezca el Instituto deberá garantizar, entre otros aspectos:

- a) Que quien emite el voto, sea el ciudadano mexicano residente en el extranjero, que tiene derecho a hacerlo;*
- b) Que el ciudadano mexicano residente en el extranjero no pueda emitir más de un voto, por la vía electrónica u otra de las previstas en esta Ley;*
- c) Que el sufragio sea libre y secreto, y*
- d) La efectiva emisión, transmisión, recepción y cómputo del voto emitido”.*



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
SECRETARÍA DE DESARROLLO INSTITUCIONAL
Dirección General de Cómputo y de
Tecnologías de Información y Comunicación

El 8 de mayo de 2019, el Consejo General del Instituto Nacional Electoral aprobó los *Lineamientos que establecen las características generales que debe cumplir el Sistema de Voto Electrónico por Internet para las y los Mexicanos Residentes en el Extranjero del Instituto Nacional Electoral*, que tienen por objeto establecer de manera general los aspectos técnicos y el modelo operativo del Sistema del Voto Electrónico por Internet de las y los Mexicanos Residentes en el Extranjero. Este modelo operativo contempla, al menos, las siguientes fases:

- I. Creación de la Llave Criptográfica;
- II. Apertura del Sistema;
- III. Autenticación del Votante;
- IV. Monitoreo del Sistema;
- V. Cierre del Sistema;
- VI. Descifrado y Cómputo de los votos, y
- VII. Resguardo y Preservación de la Información.

Adicionalmente, como elemento normativo medular de esta Auditoría, en los *Lineamientos para la Auditoría al Sistema de Voto Electrónico por Internet para las y los Mexicanos Residentes en el Extranjero del Instituto Nacional Electoral*, aprobados por el Consejo General del Instituto Nacional Electoral el 18 de septiembre de 2019, se establecen los aspectos metodológicos de la Auditoría solicitada, así como el conjunto de pruebas técnicas requeridas para su realización.

Finalmente, el Convenio Específico de Colaboración celebrado entre la UNAM y el INE constituye también un referente normativo que orientó la metodología de la Auditoría y el cual se definió en alineación con lo que establecen los *Lineamientos para la Auditoría* mencionados y conforme a los requerimientos solicitados por el Instituto.

Fases de la etapa 2020 de la Auditoría

La etapa 2020 de la Auditoría se realizó conforme a las siguientes fases:

- A. Planeación de la Auditoría, la cual se realizó en tres ámbitos:
 - a. Planeación anual, en la que se estableció el objetivo, el alcance, el calendario general y los entregables de la Auditoría en su primera etapa.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
SECRETARÍA DE DESARROLLO INSTITUCIONAL
Dirección General de Cómputo y de
Tecnologías de Información y Comunicación

- b. Planeación mensual, en la que se especificaron las actividades a realizar en los meses de mayo, junio y julio de 2020.
- c. Planeación específica de las pruebas, en la que se detallaron las actividades, los requerimientos técnicos y de información, así como los periodos específicos para la ejecución de cada una de las pruebas técnicas comprendidas como parte de la Auditoría.
- B. Ejecución de la Auditoría.
 - a. Ejecución de pruebas técnicas, que refiere a la aplicación de cada una de las revisiones, verificaciones y validaciones conforme a la metodología específica para cada una de éstas.
 - b. Reporte y seguimiento de las observaciones que en su caso se identificaron como resultado de las pruebas aplicadas, las cuales fueron informadas de acuerdo con los mecanismos de comunicación acordados entre las partes para su atención.
- C. Emisión de los informes de la Auditoría.
 - a. Informes mensuales, en los cuales se fue describiendo el avance de la Auditoría, así como los hallazgos identificados como resultado de las pruebas aplicadas, a la fecha de corte de cada informe.
 - b. Informes finales de cada una de las cuatro líneas de trabajo (1. Pruebas de aseguramiento de calidad, 2. Pruebas de seguridad, 3. Revisión del manejo de información, 4. Revisión del cumplimiento de la normatividad aplicable) en los cuales se resumieron los hallazgos identificados, su estado final de atención y las conclusiones de la línea de trabajo en esta primera etapa de la Auditoría.
 - c. Informe final de la Auditoría, el cual es el presente documento que resume los resultados de todas las líneas de trabajo de la Auditoría.
 - d. Dictamen de la Auditoría, documento que concluye si el Sistema de Voto Electrónico cumple con lo establecido en la normatividad aplicable, con las pruebas de calidad y cuenta con las medidas de seguridad necesarias.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
SECRETARÍA DE DESARROLLO INSTITUCIONAL
Dirección General de Cómputo y de
Tecnologías de Información y Comunicación

Características generales del Sistema de Voto Electrónico auditado

El Sistema de Voto Electrónico por Internet para las y los Mexicanos Residentes en el Extranjero que fue auditado, consiste en una solución tecnológica en la que un usuario autorizado puede emitir su voto a través de una computadora personal o un dispositivo móvil conectado a Internet.

De manera general el Sistema informático permite realizar lo siguiente:

- A. Previo al evento electoral, a los usuarios administradores del Sistema:
 - Configurar el evento electoral y la boleta electrónica.
 - Generar la llave criptográfica.
 - Verificar la “puesta a cero”.
 - Publicar y abrir el evento electoral.

- B. Durante la elección, al votante:
 - Autenticar al votante.
 - Emitir el voto.
 - Verificar que el voto fue recibido.

- C. Posterior a la elección, a los usuarios administradores del Sistema:
 - Cerrar el evento electoral.
 - Realizar el descifrado y cómputo de los votos.
 - Generar el reporte de resultados.

Asimismo, durante estos procesos, el Sistema informático mantiene un registro en bitácora de las acciones realizadas y permite a los usuarios designados para este tipo de actividad, monitorear el avance de la elección.

El Sistema informático auditado está basado en la solución tecnológica comercial provista por una empresa externa, que fue seleccionada mediante procedimientos de licitación y que ha sido adaptada por dicha empresa a los requerimientos particulares del INE.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
SECRETARÍA DE DESARROLLO INSTITUCIONAL
Dirección General de Cómputo y de
Tecnologías de Información y Comunicación

La solución tecnológica auditada se encuentra implementada bajo una arquitectura de componentes y microservicios, con herramientas tecnológicas vigentes, y aprovisionada bajo un esquema de servicios de nube en Internet.

En el periodo en el que se realizó esta primera etapa de la Auditoría, el Sistema informático aún se encontraba en un proceso de afinación, por varias razones. Por una parte, derivado de las mejoras identificadas por el INE como resultado del Simulacro de Votación que realizó en el mes marzo de 2020 y de su propio proceso de aseguramiento de calidad. Por otra parte, debido a la atención en paralelo de las diversas observaciones emitidas por los entes auditores durante el proceso de Auditoría.

La UNAM realizó pruebas a las diversas liberaciones del Sistema que se desplegaron en el ambiente de Auditoría en las siguientes fechas: 8 de mayo, 26 de mayo, 9 de junio, 24 de junio, 9 de julio y la última el 24 de julio de 2020. La última versión probada en su totalidad correspondió a la desplegada en el ambiente el 9 de julio de 2020. De manera complementaria, previo a la emisión de este Informe, la UNAM realizó un último ejercicio integral de voto en la versión del software desplegada el 24 de julio.

Los módulos y versiones finales del Sistema que fueron probados en el modo “TEST” y que sustentan los resultados de esta primera etapa de la Auditoría, se indican a continuación:

Módulo del Sistema	Versión de los módulos del Sistema que fueron revisados en las pruebas de Auditoría practicadas al 24 de julio de 2020	Versión de los módulos del Sistema que fueron probados en el simulacro de votación de la UNAM (ejercicio de prueba final del Sistema)
Portal del Votante	v2.4.0	v2.5.1
Portal de Administración	v2.5.1	v2.6.2
Módulo Criptográfico	v3.0.3	v3.0.6



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
SECRETARÍA DE DESARROLLO INSTITUCIONAL
Dirección General de Cómputo y de
Tecnologías de Información y Comunicación

Un componente externo a la solución tecnológica auditada es el Sistema de Registro para Votar desde el Extranjero (SRVE), el cual se encuentra bajo responsabilidad del INE y tiene la función de mantener la información de la Lista Nominal de Electores Residentes en el Extranjero (LNERE) con los votantes autorizados para emitir su voto en la modalidad electrónica por Internet. Respecto a este sistema SRVE, se revisaron los mecanismos de intercambio de información con el Sistema de Voto Electrónico.

En esta primera etapa de la Auditoría, el Sistema informático se auditó dentro de un esquema de infraestructura tecnológica con características análogas a las que se implementarán para su operación durante el 2021, y la cual fue provista por la empresa proveedora de la solución bajo servicios de nube en Internet en la totalidad de sus componentes tecnológicos.

Los componentes de la infraestructura que se auditaron como parte de la solución tecnológica fueron los siguientes:

Servidor	Servicios	Entorno asignado
Odeo	Software y servicios de votación	Auditoria1
Blockchain	Software y servicios de la bitácora <i>blockchain</i>	Auditoria1

Resultados de las pruebas aplicadas

LÍNEA 1. PRUEBAS DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

Prueba	Lo que indican los Lineamientos	Resultado
1.1 Pruebas de desempeño.	<i>“Realizar pruebas de desempeño para evaluar la respuesta del Sistema de Voto Electrónico bajo condiciones en donde se simule un alto número de solicitudes simultáneas.”</i>	Se obtuvieron resultados aceptables para la cantidad de electores residentes en el extranjero que se estima emitirán su voto mediante la modalidad electrónica por Internet en los procesos electorales locales 2020-2021.
1.2 Revisión de código fuente y estructura	<i>“Realizar la revisión del código fuente y estructura lógica para</i>	La funcionalidad implementada en el código fuente del Sistema de Voto Electrónico por



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
SECRETARÍA DE DESARROLLO INSTITUCIONAL
 Dirección General de Cómputo y de
 Tecnologías de Información y Comunicación

Prueba	Lo que indican los Lineamientos	Resultado
lógica.	<i>verificar que el Sistema de Voto Electrónico está implementado bajo normas de codificación segura y buenas prácticas, asimismo, para verificar que el Sistema de Voto Electrónico no contenga alguna funcionalidad adicional a la definida en sus requerimientos.”</i>	Internet es acorde a su arquitectura, no contiene alguna función adicional que afecte su propósito y en general se encuentra implementado bajo buenas prácticas de codificación.
1.3 Verificación de las configuraciones del sistema de voto.	<i>“Realizar la verificación de las configuraciones del Sistema de Voto Electrónico a fin de corroborar que únicamente realiza la funcionalidad para la que fue diseñado”.</i>	El Sistema de Voto Electrónico cumple con la funcionalidad requerida por el INE para configurarse conforme a los procesos electorales locales 2020-2021 en los que se contempla la votación desde el extranjero.
1.4 Verificación del procesamiento de los datos.	<i>“Verificar el procesamiento de los datos, a fin de corroborar que se realiza el adecuado flujo y tratamiento de la información, su resguardo y la conservación de la secrecía del voto dentro del Sistema de Voto Electrónico”.</i>	La información se procesa de manera íntegra en los diversos flujos del Sistema de Voto Electrónico y se conserva la secrecía del voto.
1.5 Pruebas de comunicación e integración de los componentes del sistema.	<i>“Realizar las pruebas de comunicación y proceso de información para validar la integración entre los componentes del Sistema de Voto Electrónico, con ello se verificará que los componentes</i>	Las conexiones entre los componentes del Sistema de Voto Electrónico se realizan de manera correcta, segura y funcionan de la manera en que deben funcionar bajo protocolos estándar.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
SECRETARÍA DE DESARROLLO INSTITUCIONAL
 Dirección General de Cómputo y de
 Tecnologías de Información y Comunicación

Prueba	Lo que indican los Lineamientos	Resultado
	<i>se comunican e integran completamente bajo protocolos estándar seguros y de buenas prácticas”.</i>	
1.6 Verificación documental.	<i>“Realizar la verificación de la documentación del Sistema de Voto Electrónico, con el objeto de validar que los documentos entregados se encuentran acorde al Sistema de Voto Electrónico”.</i>	La documentación técnica analizada soporta las etapas de desarrollo e implementación y es acorde a las características del Sistema de Voto Electrónico por Internet. Las metodologías utilizadas en la implementación y gestión del proyecto se consideran convenientes y vigentes.

LÍNEA 2. PRUEBAS DE SEGURIDAD

Prueba	Lo que indican los Lineamientos	Resultado de las pruebas de Auditoría
2.1.1 Análisis de vulnerabilidades y pruebas de penetración al aplicativo y a la infraestructura del Sistema de Voto Electrónico.	<i>“Ejecutar pruebas de penetración, para poder determinar el grado de resistencia que ofrece el Sistema de Voto Electrónico ante este tipo de actividad.”</i>	El Sistema de Voto Electrónico cuenta con un grado de resistencia suficiente respecto a la seguridad de la información para soportar un ataque de penetración al aplicativo y a su infraestructura.
2.1.2 Análisis del código fuente en materia de seguridad del Sistema de Voto Electrónico.	<i>“Realizar la revisión del código fuente y estructura lógica para verificar que el Sistema de Voto Electrónico está implementado bajo normas de codificación segura y buenas prácticas,</i>	El código fuente del Sistema de Voto Electrónico en general está implementado bajo normas de codificación segura.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
SECRETARÍA DE DESARROLLO INSTITUCIONAL
 Dirección General de Cómputo y de
 Tecnologías de Información y Comunicación

Prueba	Lo que indican los Lineamientos	Resultado de las pruebas de Auditoría
	<i>asimismo, para verificar que el Sistema de Voto Electrónico no contenga alguna funcionalidad adicional a la definida en sus requerimientos.”</i>	
2.1.3 Revisión de configuraciones a la infraestructura que conforma el Sistema de Voto Electrónico.		El Sistema de Voto Electrónico implementa configuraciones seguras en sus sistemas operativos y bases de datos conforme a buenas prácticas.
2.2 Pruebas de acceso (autenticación, sesiones y autorización).	<i>“Ejecutar pruebas de: acceso, que valide el ingreso de los usuarios con privilegios al Sistema de Voto Electrónico, así como validar los diferentes roles con los que cuenta el Sistema de Voto Electrónico para evaluar la capacidad de ejecutar funcionalidades dentro de los mismos”.</i>	Los mecanismos de autenticación, manejo de sesiones y autorización del Sistema de Voto Electrónico son adecuados y los diversos roles de los usuarios autorizados únicamente pueden ejecutar las funcionalidades del Sistema que les corresponden.
2.3 Validación de los datos.		El Sistema de Voto Electrónico ofrece seguridad conforme a las buenas prácticas en cuanto a los mecanismos de validación de datos de entrada y no permitir los ataques comunes a los campos de entrada y peticiones.
2.4 Pruebas de cifrado.	<i>“Ejecutar pruebas de: cifrado, con la finalidad de analizar la</i>	El Sistema de Voto Electrónico cuenta con las características de seguridad necesarias en lo



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
SECRETARÍA DE DESARROLLO INSTITUCIONAL
 Dirección General de Cómputo y de
 Tecnologías de Información y Comunicación

Prueba	Lo que indican los Lineamientos	Resultado de las pruebas de Auditoría
	<i>fuerza de cifrado y revisar que la implementación de los algoritmos específicos utilizados en el Sistema de Voto Electrónico sea segura”.</i>	relativo al cifrado de información.
2.5 Pruebas de comunicación entre componentes.	<i>“Ejecutar pruebas de: comunicación entre los componentes, para verificar que éstas se realicen de manera segura y sin pérdida de información”.</i>	El Sistema de Voto Electrónico cuenta con las características necesarias para que la comunicación entre los componentes se realice de manera segura y sin pérdida de información.
2.6 Pruebas de negación de servicio distribuido (DDoS).	<i>“Ejecutar pruebas de: negación de servicio, con el objetivo de identificar incidencias en el Sistema de Voto Electrónico o la red”.</i>	El Sistema de Voto Electrónico y la red que lo alberga ofrecen resistencia suficiente contra ataques de denegación de servicio.
2.7 Pruebas en bitácoras.	<i>“Ejecutar pruebas de: bitácora, para corroborar que todos los eventos producidos en el Sistema de Voto Electrónico queden registrados, además se deberá validar la integridad de los eventos registrados en la bitácora”.</i>	El Sistema de Voto Electrónico cuenta con las características de seguridad necesarias para que los eventos producidos en el Sistema queden registrados en bitácora; los mecanismos tecnológicos implementados garantizan la integridad de los registros en la bitácora.
2.8 Pruebas de recuperación de fallos.	<i>“Ejecutar pruebas de continuidad al Sistema de Voto Electrónico por Internet”.</i>	El Sistema de Voto Electrónico cuenta con las características de seguridad necesarias para recuperarse ante fallos y dar continuidad a su operación.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
SECRETARÍA DE DESARROLLO INSTITUCIONAL
Dirección General de Cómputo y de
Tecnologías de Información y Comunicación

Prueba	Lo que indican los Lineamientos	Resultado de las pruebas de Auditoría
2.9 Pruebas de verificación del software.	<p><i>“Ejecutar pruebas de: verificación de la integridad de los ambientes que sean asignados para realizar las pruebas, para ello deberá comprobar que el código de integridad es idéntico respecto al ambiente en donde se encuentra desplegado el Sistema de Voto Electrónico.</i></p> <p><i>Ejecutar pruebas de: verificación del software instalado en los ambientes aprobados por el Instituto, para verificar que no existe software ajeno al Sistema de Voto Electrónico”.</i></p>	La infraestructura del Sistema de Voto Electrónico únicamente contiene el software necesario para operar; no existe software ajeno al Sistema dentro de la infraestructura que lo soporta, y no existen comportamientos extraños en los procesos, conexiones y rendimiento de los componentes.
2.10 Pruebas de entorno.	<p><i>“Ejecutar pruebas de: entorno, para verificar que los recursos involucrados en el proyecto no vulneran en sentido alguno el Sistema de Voto Electrónico (equipos de cómputo que se utilizan, resguardo de la información y conocimiento de la información)”</i></p>	Los equipos de cómputo que actualmente tienen acceso al Sistema de Voto Electrónico auditado cuentan con un grado de seguridad adecuado en cuanto a sus políticas y configuraciones de seguridad, por lo que no vulneran en sentido alguno el Sistema.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
SECRETARÍA DE DESARROLLO INSTITUCIONAL
 Dirección General de Cómputo y de
 Tecnologías de Información y Comunicación

LÍNEA 3. REVISIÓN DEL MANEJO DE INFORMACIÓN

Prueba	Lo que indican los Lineamientos	Resultado de las pruebas de Auditoría.
3.1 Validación de la integridad de la información antes, durante y después del proceso de votación.	<i>“Validar que la información que se maneje en el Sistema de Voto Electrónico se conserve de forma íntegra antes, durante y después del proceso de votación y no sufra alteración alguna”.</i>	La información que se maneja dentro del Sistema de Voto Electrónico mantiene la propiedad de integridad antes, durante y después del proceso de votación.
3.2 Verificación del cifrado de información.	<i>“Verificar que la información cifrada utilizada por el Sistema de Voto Electrónico no sea legible sin el proceso de descifrado necesario”.</i>	La información cifrada dentro del Sistema de Voto Electrónico sólo puede ser descifrada (y por lo tanto legible) con el proceso de descifrado correspondiente.
3.3 Verificación de la secrecía de los votos.	<i>“Verificar la secrecía de los votos emitidos, es decir, que no pueda ser relacionado el sentido del voto con el votante”.</i>	El Sistema de Voto Electrónico mantiene la secrecía de los votos emitidos, de manera que no exista vinculación del voto con el votante.

LÍNEA 4. REVISIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD APLICABLE

Normatividad	Resultado
Ley General de Instituciones y Procedimientos Electorales. <ul style="list-style-type: none"> • Libro Sexto “Del Voto de los Mexicanos Residentes en el Extranjero”, en lo referente al Sistema de Voto. • Artículo Décimo Tercero transitorio. 	Las características del Sistema de Voto Electrónico por Internet favorecen el cumplimiento de los preceptos señalados en la normatividad.
Reglamento de Elecciones.	Si bien existen disposiciones relativas al Voto de los Mexicanos Residentes en el Extranjero dentro del Reglamento



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
SECRETARÍA DE DESARROLLO INSTITUCIONAL
Dirección General de Cómputo y de
Tecnologías de Información y Comunicación

Normatividad	Resultado
	<p>de Elecciones, no se identificó alguna disposición aplicable al Sistema de Voto Electrónico por Internet de la que se tuviera que verificar su cumplimiento.</p> <p>No se omite mencionar que dentro del artículo Séptimo Transitorio del Reglamento de Elecciones se establece que la modalidad de voto electrónico para mexicanos residentes en el extranjero será aplicable en los procesos electorales, siempre que se cumpla con lo establecido en el Libro Sexto de la LGIPE.</p>
Lineamientos que establecen las características generales que debe cumplir el Sistema del Voto Electrónico por Internet para las y los Mexicanos Residentes en el Extranjero del Instituto Nacional Electoral.	El Sistema de Voto Electrónico por Internet cuenta con la funcionalidad requerida para implementar las fases del modelo operativo señalado en la normativa.
Lineamientos para la Auditoría al Sistema de Voto Electrónico por Internet para las y los Mexicanos Residentes en el Extranjero del Instituto Nacional Electoral.	El Sistema de Voto Electrónico cumple con lo señalado en la normativa.

Productos entregados por la UNAM

A la fecha de este Dictamen, y a partir del inicio de vigencia del Convenio Específico de Colaboración con número de registro INE/DJ/48/2020 y UNAM 57260-440-9-IV-20, la Universidad Nacional ha entregado los siguientes productos que detallan los resultados de la evaluación de las pruebas de auditoría practicadas por la UNAM, así como referencias a la evidencia recopilada durante esta Auditoría:

- *Primer reporte mensual de actividades abril 2020.*
- *Plan de trabajo anual para el 2020.*



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
SECRETARÍA DE DESARROLLO INSTITUCIONAL
Dirección General de Cómputo y de
Tecnologías de Información y Comunicación

- *Plan de actividades de Auditoría para el mes de mayo de 2020.*
- *Segundo reporte mensual de actividades (mayo 2020).*
- *Plan de actividades de Auditoría para el mes de junio de 2020.*
- *Tercer reporte mensual de actividades (junio 2020).*
- *Plan de actividades de Auditoría para el mes de julio de 2020.*
- *Cuarto reporte mensual de actividades (julio 2020).*
- *Informe final 2020 de la línea 1 "Pruebas de aseguramiento de calidad".*
- *Informe final 2020 de la línea 2 "Pruebas de seguridad".*
- *Informe final 2020 de la línea 3 "Revisión del manejo de la información".*
- *Informe final 2020 de la línea 4 "Revisión del cumplimiento de la normatividad aplicable".*
- *Informe final del año 2020.*
- *Plan de actividades de evaluación de la primera etapa de la Auditoría para su ejecución en el mes de agosto de 2020.*

Adicionalmente, se elaboraron dos comunicados públicos:

- El primero, para informar acerca de la formalización de actividades entre el INE y la UNAM para que ésta lleve a cabo la Auditoría al Sistema, publicado por la Universidad el 1° de junio de 2020.
- El segundo, para informar acerca de los resultados de la etapa 2020 de la Auditoría practicada por la UNAM, que se aprobará en sesión de la Comisión de Evaluación, Seguimiento y Comunicación Social del convenio de colaboración, el 31 de julio de 2020, donde se definirá la fecha de su publicación.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
SECRETARÍA DE DESARROLLO INSTITUCIONAL
Dirección General de Cómputo y de
Tecnologías de Información y Comunicación

Conclusiones

En cumplimiento de lo establecido en la Ley General de Instituciones y Procedimientos Electorales, la UNAM realizó pruebas y actividades de Auditoría que permiten concluir que la solución tecnológica integrada por un sistema informático y su infraestructura, que el Instituto Nacional Electoral ha implementado como parte del “Sistema de Voto Electrónico por Internet para las y los Mexicanos Residentes en el Extranjero”:

- Cumple con los requerimientos técnicos, las pruebas de calidad y las medidas de seguridad necesarias establecidas en la normatividad aplicable.
- Cumple con la funcionalidad para apoyar las etapas de operación del voto electrónico: Creación de la Llave Criptográfica, Apertura del Sistema, Autenticación del Votante, Monitoreo del Sistema, Cierre del Sistema, Descifrado y Cómputo de los Votos, y Resguardo y Preservación de la Información.
- Contempla mecanismos tecnológicos para dar cumplimiento a lo siguiente:
 - Que el acceso se otorgue exclusivamente a los ciudadanos registrados en la Lista Nominal de Electores Residentes en el Extranjero que eligieron emitir su voto por la modalidad electrónica por Internet.
 - Que sea posible emitir solamente un voto por elección a las que tenga derecho el ciudadano, por la vía electrónica por Internet.
 - Que el ciudadano mexicano pueda corroborar el sentido de su voto, antes de su emisión.
 - Que se preserve la secrecía del voto.
 - Que la emisión, transmisión, recepción y cómputo del voto emitido sea efectiva.

La Auditoría realizada permite concluir que el Sistema de Voto Electrónico por Internet para las y los Mexicanos Residentes en el Extranjero, cuenta con los elementos necesarios para llevar a cabo los procesos electorales locales 2020-2021 donde se contempla votación desde el extranjero, de acuerdo con los planes de trabajo del INE que incluyen iniciativas de mejora para fortalecer al sistema auditado.

De aprobarse este sistema informático para el voto electrónico por Internet para los mexicanos residentes en el extranjero, el INE contará con el acompañamiento de la UNAM como ente auditor, para verificar que la implementación del sistema y su infraestructura tecnológica sigan cumpliendo con la normatividad aplicable y los términos establecidos en el dictamen de la Universidad.



DGTIC
Anexos

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
SECRETARÍA DE DESARROLLO INSTITUCIONAL
Dirección General de Cómputo y de
Tecnologías de Información y Comunicación

Anexo 1: Códigos de integridad de los componentes del Sistema de Voto Electrónico auditado.

Anexo 2: Códigos de integridad de la normatividad aplicable.