



## Universidad Nacional Autónoma de México

SECRETARÍA DE DESARROLLO INSTITUCIONAL  
DIRECCIÓN GENERAL DE CÓMPUTO Y DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

Informe final de la Auditoría de caja negra al sistema informático y análisis de vulnerabilidades a la infraestructura tecnológica del Programa de Resultados Electorales Preliminares para los Procesos Electorales Locales Extraordinarios 2019, en el estado de Puebla.





## Contenido

RESUMEN EJECUTIVO .....	3
INFORME FINAL DE LAS PRUEBAS FUNCIONALES DE CAJA NEGRA .....	5
Metodología de las pruebas funcionales de caja negra .....	6
Clasificación de los hallazgos .....	9
Criterios utilizados para la auditoría .....	10
Resultados de las pruebas funcionales de caja negra .....	12
INFORME FINAL DE LAS PRUEBAS DE PENETRACIÓN Y DE LA REVISIÓN DE CONFIGURACIONES.....	13
Resultados de las pruebas de penetración.....	13
Resultados de la revisión de configuraciones.....	14



## RESUMEN EJECUTIVO

De acuerdo con la resolución INE/CG40/2019 del Consejo General del Instituto Nacional Electoral (INE), el Instituto se ha encargado de ejercer la asunción total para llevar a cabo los Procesos Electorales Locales Extraordinarios 2019 en el estado de Puebla, para la gubernatura de la entidad y cinco Ayuntamientos: Ahuazotepec, Cañada Morelos, Mazapiltepec de Juárez, Ocoyucan y Tepeojuma.

El numeral 1 del artículo 219 de la Ley General de Instituciones y Procedimientos Electorales (LGIFE) vigente, establece que el Programa de Resultados Electorales Preliminares (PREP) 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 (AEC) de las casillas, que se reciben en los Centros de Acopio y Transmisión de Datos (CATD) autorizados por el Instituto o por los Organismos Públicos Locales (OPL).

Uno de los elementos medulares del PREP es el sistema informático que se emplea para la digitalización de las AEC, así como para la captura, verificación y publicación de los datos por Internet.

En cumplimiento con lo establecido en el artículo 347 del Reglamento de Elecciones vigente, que señala que el Instituto y los OPL deberán someter el sistema informático que será utilizado en la operación del PREP a una auditoría de verificación y análisis, el INE y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) establecieron un convenio de colaboración para que la Universidad, a través de su Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación (DGTIC), realice la “Auditoría de caja negra al sistema informático y análisis de vulnerabilidades a la infraestructura tecnológica del Programa de Resultados Electorales Preliminares para los Procesos Electorales Locales Extraordinarios 2019, en el estado de Puebla”.

Atendiendo a la encomienda del INE y como parte de los trabajos de auditoría, especialistas de la UNAM aplicaron pruebas funcionales de caja negra al sistema informático para evaluar la integridad en el procesamiento de la información y la generación de resultados preliminares conforme a la normatividad aplicable y vigente. En el contexto de la auditoría practicada, integridad de la información se refiere a mantener los datos libres de modificaciones no autorizadas, es decir, sin alteración.

Además, como parte de la auditoría, se realizó un análisis de vulnerabilidades en materia de seguridad informática a la infraestructura tecnológica del PREP Puebla 2019 que consistió en dos fases:

- Pruebas de penetración
- Revisión de configuraciones

Adicionalmente, los especialistas de la Universidad validarán que el sistema informático que publicará los resultados preliminares a partir de las 19:00 horas del 2 de junio para los Procesos Electorales



Informe final de la Auditoría de caja negra al sistema informático y análisis de vulnerabilidades a la infraestructura tecnológica del Programa de Resultados Electorales Preliminares para los Procesos Electorales Locales Extraordinarios 2019, en el estado de Puebla

Locales Extraordinarios 2019 en el estado de Puebla, corresponda con el software probado por la UNAM, así como que la base de datos se encuentre sin registros adicionales a los necesarios para que el sistema comience a operar. Esta verificación técnica se realizará antes, durante y al final de la operación del PREP Puebla 2019 y será documentada mediante constancias de hechos que serán firmadas por las áreas del INE participantes y por especialistas y funcionarios de la Universidad; en la validación inicial participará también un Notario Público.

El INE y la UNAM tienen establecido informar públicamente sobre los trabajos y resultados de esta auditoría informática al PREP Puebla 2019, mediante la emisión conjunta de dos comunicados públicos: el primero, que da a conocer los trabajos estipulados en la auditoría, fue publicado el 8 de mayo de 2019; y el segundo, para informar los resultados obtenidos, será publicado el domingo 2 de junio, una vez que se lleve a cabo el primer procedimiento de validación al que se ha hecho referencia en el párrafo anterior.

## Resultados

Como resultado de las pruebas funcionales, la UNAM concluye que el sistema informático del PREP que fue desarrollado por el INE para los Procesos Electorales Locales Extraordinarios 2019 en el estado de Puebla, cuenta con la funcionalidad necesaria para llevar a cabo la digitalización, captura y publicación vía Internet de la información de las Actas de Escrutinio y Cómputo de manera íntegra y conforme a los criterios de captura, contabilización y publicación señalados en la normatividad aplicable vigente.

En lo que respecta al análisis de vulnerabilidades a la infraestructura tecnológica del PREP Puebla 2019, la UNAM concluye que el INE incorpora acciones de seguridad informática como un elemento esencial en la operación de dicha infraestructura, lo que se materializa en la aplicación de controles y buenas prácticas de manera consistente.

La auditoría realizada obtuvo resultados satisfactorios en aspectos de integridad y confiabilidad que permiten señalar que el sistema informático del PREP 2019 para las elecciones extraordinarias del estado de Puebla está listo para recabar, procesar y publicar la información de las Actas de Escrutinio y Cómputo que será capturada al término de la jornada del 2 de junio para los Procesos Electorales Locales Extraordinarios en esa entidad federativa.

En el cumplimiento del compromiso institucional de la Universidad Nacional Autónoma de México con la vida democrática del país, es muy satisfactorio que la DGTIC haya sido designada como ente auditor del Programa de Resultados Electorales Preliminares para los Procesos Electorales Locales Extraordinarios 2019 en el estado de Puebla. A partir de la metodología y los criterios que utilizaron los técnicos altamente especializados de la UNAM para realizar esta auditoría tecnológica, se concluye que el sistema informático del PREP 2019 para el estado de Puebla funciona de manera sólida e imparcial, y que el INE ha tomado las mejores medidas posibles para proteger su infraestructura tecnológica.



## INFORME FINAL DE LAS PRUEBAS FUNCIONALES DE CAJA NEGRA

Como parte de la auditoría practicada por la UNAM, se realizaron trabajos técnicos conjuntos con el objetivo de analizar el sistema informático del PREP Puebla 2019, mediante la realización de pruebas funcionales de caja negra, para evaluar la integridad en el procesamiento de la información y la generación de resultados preliminares conforme a la normatividad aplicable y vigente.

Las pruebas funcionales de caja negra son un método para verificar que a partir de diversos conjuntos de datos de entrada, el sistema informático despliegue los reportes y los resultados conforme a las especificaciones aplicables.

En términos de funcionalidad del sistema informático del PREP Puebla 2019 se analizó lo siguiente:

- a) La digitalización, captura, extracción y despliegue de la información de las Actas de Escrutinio y Cómputo (AEC) a través del sistema. Este análisis se realizó mediante flujos completos e interacción entre los diversos módulos (escenarios principales).
- b) La digitalización de las AEC con la aplicación móvil PREP Casilla y mediante el digitalizador, para su procesamiento en el Monitor de Captura de Actas Digitalizadas (MCAD); la clasificación del acta mediante la interpretación del código QR y de manera manual, así como el envío de la imagen.
- c) La captura de información de las AEC, mediante la Terminal de Captura de Actas (TCA).
- d) La generación y publicación de reportes con los datos de las actas que han sido capturados en el sistema a través de los componentes MCAD y TCA.
- e) El cumplimiento de las especificaciones contenidas en la normatividad aplicable.
- f) Correspondencia de los resultados presentados en los reportes publicados por el PREP Puebla 2019 conforme a los datos de entrada y a lo establecido por la normatividad.

Se consideró como normatividad aplicable la siguiente:

- a) La Ley General de Instituciones y Procedimientos Electorales vigente.
- b) El Reglamento de Elecciones vigente.
- c) El Acuerdo del Consejo General del Instituto Nacional Electoral INE/CG122/2019, aprobado en la sesión extraordinaria celebrada el 21 de marzo de 2019, relativo al Proceso Técnico Operativo y Consideraciones Generales para la Operación del Programa de Resultados Electorales Preliminares de los Procesos Electorales Locales Extraordinarios 2019, en el estado de Puebla.
- d) El Proceso Técnico Operativo para el Programa de Resultados Electorales Preliminares de los Procesos Electorales Locales Extraordinarios 2019, en el estado de Puebla.



## Metodología de las pruebas funcionales de caja negra

La metodología de las pruebas funcionales de caja negra aplicadas al sistema informático del PREP comprendió las siguientes actividades:

### A. Planificación de las pruebas

El 15 de abril de 2019 la UNAM entregó al INE el *Plan de trabajo de la Auditoría de caja negra al sistema informático y análisis de vulnerabilidades a la infraestructura tecnológica del Programa de Resultados Electorales Preliminares para los Procesos Electorales Locales Extraordinarios 2019, en el estado de Puebla*, el cual incluyó el *Plan de pruebas funcionales de caja negra del sistema informático*.

En la fase de planificación de las pruebas se analizó la documentación técnica y normativa del PREP Puebla 2019 para comprender el funcionamiento y las reglas que implementaría el sistema informático. Asimismo, y conforme a lo indicado en el plan mencionado, se prepararon estrategias y se diseñaron las pruebas, los casos, escenarios y datos a utilizar.

#### *Estrategias de pruebas*

La aplicación de pruebas de caja negra se llevó a cabo bajo una combinación de las siguientes estrategias:

- La *estrategia de pruebas basada en riesgos* se utilizó para guiar y enfocar los esfuerzos de las pruebas en los elementos que podrían presentar mayor riesgo para el funcionamiento del sistema informático del PREP Puebla 2019.
- La *estrategia de pruebas basada en requisitos* fue utilizada para verificar el cumplimiento de la normatividad y la documentación técnica.
- La *estrategia de prueba integral* apoyó en la verificación de la consistencia de la cantidad de votos en los flujos de información completos, desde la captura de los datos hasta la obtención de los resultados en la publicación.

#### *Diseño de las pruebas*

Del total de los escenarios considerados para los Procesos Electorales Locales Extraordinarios 2019 en el estado de Puebla, se tomó una muestra representativa de las Actas de Escrutinio y Cómputo (AEC) para la aplicación de las pruebas de gubernatura y para los Ayuntamientos de Ahuazotepec, Cañada Morelos, Mazapiltepec de Juárez, Ocoyucan y Tepeojuma.



Informe final de la Auditoría de caja negra al sistema informático y análisis de vulnerabilidades a la infraestructura tecnológica del Programa de Resultados Electorales Preliminares para los Procesos Electorales Locales Extraordinarios 2019, en el estado de Puebla

### Casos, escenarios y datos de prueba

Con la finalidad de verificar el funcionamiento del software del sistema informático del PREP Puebla 2019 con condiciones semejantes a las reales de la elección, el INE proporcionó a la UNAM el 22 de abril de 2019, un ambiente de auditoría análogo al ambiente de producción que se utilizará el 2 de junio. Además de la normatividad aplicable y vigente, el Instituto entregó la siguiente información en esa misma fecha:

#### Historias de usuario

- 27 Historias de usuario de los aplicativos Monitor de Captura de Actas Digitalizadas, Terminal de Captura de Actas, Cotejo de Actas, PREP Casilla, y Extracción, que componen el sistema informático del PREP.

#### Información de las Elecciones Locales Extraordinarias 2019, en el estado de Puebla

- Escenarios de cada elección.
- Ejemplares muestra de las AEC en formato electrónico, 10 copias impresas para gubernatura y 10 para cada Ayuntamiento.
- Una muestra de los códigos QR impresos para las AEC de la elección de gubernatura y para cada ayuntamiento.
- Relación de las casillas electorales aplicables en la elección.

El 9 de mayo de 2019 el INE proporcionó a la UNAM seis ejemplares físicos de las AEC para las elecciones de gubernatura y seis para el Ayuntamiento de Ahuazotepec; el 29 de mayo entregó seis actas para los ayuntamientos restantes: Cañada Morelos, Mazapiltepec de Juárez, Ocoyucan y Tepeojuma. Estas actas están debidamente controladas para que no sea posible utilizarlas en los Procesos Electorales Locales Extraordinarios 2019 en el estado de Puebla, y permitieron a la Universidad realizar un flujo completo de pruebas con una muestra de documentación como la que se usará en las casillas.

El 22 de mayo de 2019 el Instituto envió a la UNAM la sentencia SUP-REC-373/2019 emitida por la Sala Superior del Tribunal Electoral del Poder Judicial de la Federación en la que se confirma la prevalencia del segundo escenario de la documentación electoral correspondiente a la elección extraordinaria del Ayuntamiento de Ocoyucan en el estado de Puebla, escenario descrito en el Acuerdo del Consejo General del INE con número INE/CG242/2019, ratificando así el AEC definitiva que se utilizará en la elección de este Ayuntamiento.

El equipo auditor de la UNAM diseñó un conjunto de datos de prueba para los diversos flujos, que permitieron verificar: la imparcialidad en el tratamiento de la información en diferentes combinaciones de resultados; así como el manejo y cálculo adecuado del total de votos en actas contables, actas fuera de catálogo, excedentes de lista nominal, actas con datos ilegibles y sin datos, y los casos sin actas.



## B. Aplicación (ejecución) de las pruebas

Del 23 de abril al 31 de mayo de 2019 se llevaron a cabo tres ciclos de pruebas funcionales de caja negra al sistema informático del PREP Puebla 2019, en el ambiente tecnológico análogo al real que fue proporcionado y configurado por el personal del INE. Estos ciclos de pruebas se realizaron con el objetivo de verificar que a partir de diversos datos de entrada, se desplegaran los resultados conforme a las especificaciones y a la normatividad aplicable.

Un ciclo de pruebas es la aplicación de un conjunto de casos y escenarios para verificar el funcionamiento de uno o más módulos en un periodo de tiempo continuo. El primer ciclo de pruebas se enfocó en verificar la funcionalidad del software e identificar hallazgos; en el segundo ciclo se realizaron pruebas de confirmación para corroborar que los hallazgos se atendieran de manera satisfactoria, y en el tercer ciclo se aplicaron pruebas de regresión para validar que no surgieran nuevas observaciones como resultado de los cambios aplicados por el INE.

Para ello, el Instituto hizo cinco actualizaciones al software que fue entregado el 22 de abril de 2019 a la UNAM; la última de ellas se entregó a la Universidad el 30 de mayo de 2019. Asimismo, el INE entregó actualizaciones a la documentación técnica del sistema informático en ocho ocasiones.

Durante la realización de las pruebas se analizó y verificó el funcionamiento del sistema informático del PREP respecto a la captura, procesamiento y despliegue de los resultados de acuerdo con los datos de prueba preparados por la UNAM.

Como resultado de las pruebas funcionales de caja negra se identificaron, clasificaron y priorizaron 170 hallazgos, los cuales fueron continuamente comunicados al INE para su atención, mediante una plataforma tecnológica.

## C. Emisión de informes

En cumplimiento con lo establecido en el inciso I del numeral 10 del Anexo 13 (Lineamientos del PREP del Reglamento de Elecciones), y como resultado de los avances en las pruebas funcionales de caja negra realizadas del 23 de abril al 16 de mayo de 2019, la UNAM entregó el 17 de mayo el *Informe preliminar de las pruebas funcionales de caja negra del sistema informático del Programa de Resultados Electorales Preliminares para los Procesos Electorales Locales Extraordinarios 2019, en el estado de Puebla*. En este informe se describieron los criterios utilizados para la auditoría, el método para clasificar los hallazgos, los hallazgos identificados y priorizados, así como las posibles recomendaciones para su atención, con la finalidad de que el INE contara con elementos de análisis para determinar el seguimiento a cada hallazgo. La Universidad revisó posteriormente la atención de las observaciones.



## Clasificación de los hallazgos

Para categorizar los hallazgos de las pruebas funcionales de caja negra y brindar elementos al Instituto para priorizar su atención, se consideraron los siguientes aspectos: funcionalidad, documentación y usabilidad; en relación con tres niveles de impacto: alto, medio y bajo.

En el contexto de esta auditoría, se definió funcionalidad como “la capacidad del producto de software de proveer las funciones necesarias, a fin de cumplir el propósito para el cual fue creado, conforme a los requerimientos establecidos”. Los hallazgos asociados a documentación en esta auditoría se refirieron tanto a la normatividad como a la documentación técnica del sistema, y se reportaron cuando se identificaron inconsistencias entre los requerimientos establecidos en la documentación y la funcionalidad del sistema informático. También se reportaron hallazgos dentro de la categoría de usabilidad, definida como “la capacidad del producto de software de ser comprendido, aprendido, utilizado y tener una interfaz atractiva para el usuario cuando se utiliza bajo condiciones específicas”.

		ASPECTO		
		Funcionalidad	Documentación	Usabilidad
IMPACTO	Alto	Impacto grave en la funcionalidad del software, lo que pudiera comprometer el adecuado funcionamiento del sistema informático durante su operación, la integridad en el procesamiento de la información, o la generación de los resultados.	Inconsistencia o incumplimiento del sistema informático respecto a la normatividad aplicable y vigente.	—
	Medio	Impacto moderado en la funcionalidad del software, sin comprometer el funcionamiento principal del sistema informático, la integridad de la información, ni la generación de los resultados.	Inconsistencia o incumplimiento entre la documentación técnica (historias de usuario) y el sistema informático.	—
	Bajo	No tienen un impacto significativo en la funcionalidad del software, pero de atenderse permitiría incrementar la calidad del mismo.	—	No tienen un impacto significativo en la funcionalidad del software, pero de atenderse permitiría incrementar la calidad del mismo.



## Criterios utilizados para la auditoría

Como se estipuló en el *Plan de pruebas funcionales de caja negra del sistema informático del Programa de Resultados Electorales Preliminares para los Procesos Electorales Locales Extraordinarios 2019, en el estado de Puebla*, los criterios utilizados para llevar a cabo la auditoría de caja negra al sistema informático del PREP Puebla 2019 fueron los siguientes:

### Criterios de aceptación y fallo

Se consideró como *prueba exitosa* aquella donde los requerimientos fueran verificados sin que se interrumpiera el flujo de información durante su aplicación y el comportamiento del sistema informático correspondiera al esperado, de lo contrario fue valorada como *prueba fallida*.

Los criterios considerados como base para corroborar que el sistema cumpliera adecuadamente con la funcionalidad estuvieron fundamentados en la normatividad aplicable y vigente.

### Criterios a cumplir en el desarrollo de las pruebas

Los criterios normativos utilizados como referentes para verificar que el sistema informático del PREP Puebla 2019 implementara la funcionalidad adecuada, se encuentran en la documentación indicada a continuación:

*Acuerdo del Consejo General del Instituto Nacional Electoral INE/CG122/2019, aprobado en la sesión extraordinaria celebrada el 21 de marzo de 2019, por el que se aprobó el Proceso Técnico Operativo y Consideraciones Generales para la Operación del Programa de Resultados Electorales Preliminares de los Procesos Electorales Locales Extraordinarios 2019, en el estado de Puebla.*

- Descripción del PREP, contenida en el *Contexto Jurídico en el que se sustenta la determinación, en su numeral 11*;
- Inicio y término de la publicación de los resultados electorales preliminares, presentado en el *numeral 42*, y en los acuerdos *Quinto y Octavo*;
- Número de actualizaciones de los resultados electorales preliminares, mostrados en el *Sexto acuerdo*;
- Esquema de digitalización de las AEC, descrito en los *numerales 46 y 49*;
- Implementación de la fase de cotejo, descrito en los *numerales 52 y 53*;
- Votación emitida en el extranjero (*Séptimo acuerdo*).

*Proceso Técnico Operativo para el Programa de Resultados Electorales Preliminares de los Procesos Electorales Locales Extraordinarios 2019, en el estado de Puebla:*



Informe final de la Auditoría de caja negra al sistema informático y análisis de vulnerabilidades a la infraestructura tecnológica del Programa de Resultados Electorales Preliminares para los Procesos Electorales Locales Extraordinarios 2019, en el estado de Puebla

- Descripción de las fases del proceso técnico operativo del PREP, presentadas en los *numerales 3 y 4*;
- Toma fotográfica del Acta PREP en la casilla, contenidas en los *numerales 6, 11, 13 y 14*;
- Digitalización, mostradas en los *numerales 22, 23, 24, 25 y 26*;
- Captura/Verificación, descrita en los *numerales 28, 29 y 31*;
- Publicación de resultados, definidas en los *numerales 32, 33 y 34*;
- Cotejo, presentado en los *numerales 36 y 37*;
- Inconsistencias e incidentes respecto del Acta PREP, contenidos en los *numerales 39, 40 y 41*.

*Anexo 13. Lineamientos del Programa de Resultados Electorales Preliminares del Reglamento de Elecciones del INE*

- Definición de los roles para la ejecución del proceso técnico operativo del PREP, mostradas en el *Capítulo VII, CATD y CCV, numerales 21 y 22*;
- Datos a capturar en el PREP, contenidos en el *Capítulo II De los Datos a Publicar Derivado de su Captura y Cálculo, Numerales 28 y 29*;
- Datos a publicar en el PREP, descritos en el *Capítulo II De los Datos a Publicar Derivado de su Captura y Cálculo, Numerales 25, 26, 27 y 30*;
- Manejo de inconsistencias y contabilización de los datos, en el *Capítulo II De los Datos a Publicar Derivado de su Captura y Cálculo, Numeral 31*.

### Criterios de suspensión y reanudación

Cuando se presentó alguna incidencia en el ambiente de auditoría que afectara la aplicación de las pruebas funcionales, se siguieron con oportunidad los mecanismos de comunicación con el responsable técnico asignado por el INE, para dar pronta solución y permitir la continuidad de las actividades.

Las pruebas se reanudaron una vez que las incidencias del ambiente de auditoría fueron resueltas.

### Criterios de finalización

Para dar por concluida esta auditoría de pruebas funcionales de caja negra, fue necesario que los hallazgos reportados con nivel de impacto alto fueran analizados y atendidos por el personal del INE, ya sea mediante la implementación de ajustes en el sistema informático, a través de controles operativos, o bien debidamente justificados, brindando una solución que favoreciera el funcionamiento del sistema informático y eliminara el riesgo asociado al hallazgo; así como su verificación por parte del equipo auditor de la Universidad.



## Resultados de las pruebas funcionales de caja negra

Como resultado de las pruebas funcionales de caja negra aplicadas al sistema informático del PREP Puebla 2019, la UNAM reportó al INE un total de 170 hallazgos priorizados y clasificados, desglosados de la siguiente manera:

		ASPECTO								
		Funcionalidad			Documentación			Usabilidad		
		Identificados por la UNAM	Atendidos por el INE	Se atenderán en futuras versiones	Identificados por la UNAM	Atendidos por el INE	Se atenderán en futuras versiones	Identificados por la UNAM	Atendidos por el INE	Se atenderán en futuras versiones
IMPACTO	Alto	20	20	0	7	7	0			
	Medio	42	29	13	21	18	3			
	Bajo	9	9	0				71	45	26

El INE atendió la totalidad de los hallazgos de alto impacto y la UNAM verificó su correcta implementación en la última versión del software que recibió el 30 de mayo de 2019. Para ello, la Universidad concluyó el último ciclo de pruebas el 31 de mayo de 2019, con lo que se dio por terminada esta parte de la auditoría.

La mayoría de los hallazgos de impacto medio y bajo reportados fueron atendidos por el INE. Los hallazgos de impacto medio y bajo que se decidió no fueran atendidos, no afectan el funcionamiento principal del software del PREP Puebla 2019, ni la integridad de la información, pero de atenderse mejorarían la calidad de su sistema informático, por lo que queda a consideración del Instituto su implementación para próximos procesos electorales de características similares.

Finalmente cabe destacar que durante el período en que la Universidad ejecutó las pruebas funcionales en las instalaciones del Instituto, se observó un alto nivel de compromiso del personal de la Unidad Técnica de Servicios de Informática del INE en brindar las facilidades técnicas y logísticas para la realización de estas pruebas, así como en atender cuidadosamente las recomendaciones emitidas, analizando el valor de éstas en el contexto de operación del PREP para los Procesos Electorales Locales Extraordinarios del estado de Puebla y tomando en cuenta los riesgos y restricciones de tiempo de su implementación.

Como resultado de las pruebas funcionales, la UNAM concluye que el sistema informático del PREP que fue desarrollado por el INE para los Procesos Electorales Locales Extraordinarios 2019 en el estado de Puebla, cuenta con la funcionalidad necesaria para llevar a cabo la digitalización, captura y publicación vía Internet de la información de las Actas de Escrutinio y Cómputo de manera íntegra y conforme a los criterios de captura, contabilización y publicación señalados en la normatividad aplicable vigente.



## INFORME FINAL DE LAS PRUEBAS DE PENETRACIÓN Y DE LA REVISIÓN DE CONFIGURACIONES

Como parte de la auditoría practicada por la UNAM, se realizó un análisis de vulnerabilidades a la infraestructura tecnológica del PREP Puebla 2019 que consistió en dos fases:

- Pruebas de penetración: con el objetivo de identificar debilidades de seguridad en los activos de información definidos por el Instituto o en otros que podrían proporcionar acceso a ellos. Estas pruebas incluyeron ejercicios para explotar las vulnerabilidades identificadas y con ello determinar el impacto potencial que tienen sobre dichos activos.
- Revisión de configuraciones: con el objetivo de identificar fortalezas y áreas de oportunidad en la infraestructura tecnológica utilizada para dar soporte al PREP Puebla 2019. En la revisión se compara el estado actual de los servidores y dispositivos de comunicación analizados con buenas prácticas de seguridad emitidas por entidades reconocidas, en concordancia con la infraestructura revisada.

Se incluyeron los planes de cada fase en el *Plan de trabajo de la Auditoría de caja negra al sistema informático y análisis de vulnerabilidades a la infraestructura tecnológica del Programa de Resultados Electorales Preliminares para los Procesos Electorales Locales Extraordinarios 2019, en el estado de Puebla*, que la UNAM entregó al INE el 15 de abril de 2019.

Los resultados del análisis de vulnerabilidades a la infraestructura tecnológica del PREP Puebla 2019 proporcionaron elementos técnicos para que la UNAM emitiera oportunamente recomendaciones al INE, dirigidas a fortalecer aspectos específicos de sus controles de seguridad informática. Estas sugerencias fueron evaluadas por el Instituto para determinar su impacto operativo y de seguridad, y para que a partir de estos criterios estableciera controles que fortalecieran el nivel de seguridad en su infraestructura tecnológica.

### Resultados de las pruebas de penetración

Del 15 al 25 de abril de 2019, el equipo de especialistas en seguridad de la información de la UNAM realizó pruebas de penetración a la infraestructura tecnológica del PREP Puebla 2019 con el objetivo de identificar vulnerabilidades y evaluar su posible impacto en la operación de dicha infraestructura. Los activos específicos que se consideraron para las pruebas fueron acordados entre el INE y la UNAM, e incluyeron servidores, aplicaciones web, equipos de telecomunicaciones, estaciones de trabajo, equipos de seguridad perimetral, así como aplicaciones móviles.

Como resultado de estas pruebas, el 2 de mayo de 2019 la Universidad entregó el *Informe de las pruebas de penetración a la infraestructura tecnológica del Programa de Resultados Electorales Preliminares para los Procesos Electorales Locales Extraordinarios 2019, en el estado de Puebla*, el cual incluyó la descripción de los hallazgos y su impacto potencial, así como recomendaciones para la atención de cada uno de ellos.



Derivado de las sugerencias realizadas, el Instituto atendió los hallazgos reportados. Posteriormente la UNAM revisó la aplicación de las medidas de mitigación y el 22 de mayo entregó al Instituto el *Informe de la aplicación de recomendaciones de las pruebas de penetración a la infraestructura tecnológica del Programa de Resultados Electorales Preliminares para los Procesos Electorales Locales Extraordinarios 2019, en el estado de Puebla*, donde se refleja la verificación que hizo la Universidad.

La UNAM corroboró que los controles implementados cubrieran la mayor parte de los riesgos asociados a fuentes conocidas de amenazas.

## Resultados de la revisión de configuraciones

Para la revisión de configuraciones de equipos que conforman la infraestructura tecnológica del PREP Puebla 2019, la Universidad analizó los parámetros de configuración de una muestra de dispositivos que la integran. La muestra fue acordada entre el Instituto y la UNAM para cada tipo de elemento de la infraestructura. Se consideraron los siguientes equipos: servidores basados en GNU/Linux Red Hat, equipo de telecomunicaciones (*switches* y ruteadores), equipos de seguridad perimetral y dispositivos de balanceo de carga.

Con base en el análisis realizado entre el 15 y el 25 de abril de 2019, la Universidad identificó fortalezas y áreas de oportunidad respecto a buenas prácticas de seguridad de la información y el 2 de mayo de 2019 presentó al INE el *Informe de la revisión de configuraciones de la infraestructura del Programa de Resultados Electorales Preliminares para los Procesos Electorales Locales Extraordinarios 2019, en el estado de Puebla*, el cual incluyó recomendaciones. Posteriormente la UNAM verificó la atención, por parte del Instituto, a sus recomendaciones y entregó el *Informe de la aplicación de recomendaciones de la revisión de configuraciones de la infraestructura del Programa de Resultados Electorales Preliminares para los Procesos Electorales Locales Extraordinarios 2019, en el estado de Puebla*.

Derivado del proceso de revisión de configuraciones se identificó que el Instituto aplica prácticas de aseguramiento a la infraestructura del PREP Puebla 2019, lo cual se lleva a cabo a partir de una línea base de seguridad para cada tipo de dispositivo que tiene implementados múltiples controles que reducen los riesgos a los que podrían estar expuestos.

Como resultado del análisis de vulnerabilidades a la infraestructura tecnológica del PREP Puebla 2019, la UNAM concluye que el INE incorpora acciones de seguridad informática como un elemento esencial en la operación de dicha infraestructura, lo que se materializa en la aplicación de controles y buenas prácticas de manera consistente.