

AUDITORÍA AL SISTEMA INFORMÁTICO DEL PREP 2021

AUDIT TO THE COMPUTER SYSTEM OF PREP 2021

Luis Fernando Castro Careaga

Universidad Autónoma Metropolitana, México
lucas@xanum.uam.mx

Omar Lucio Cabrera Jiménez

Universidad Autónoma Metropolitana, México
cjol@xanum.uam.mx

Humberto Cervantes Maceda

Universidad Autónoma Metropolitana, México
hcm@xanum.uam.mx

Reyna Carolina Medina Ramírez

Universidad Autónoma Metropolitana, México
cmед@xanum.uam.mx

Recepción: 7/noviembre/2021

Aceptación: 7/marzo/2022

Resumen

El sistema informático del instituto Nacional Electoral (INE) para el Programa de Resultados Electorales Preliminares (PREP) 2021 para las elecciones federales intermedias fue objeto de una auditoría técnica realizada por la UAM a través del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la División de CBI de la Unidad Iztapalapa. En este artículo, respetando el convenio de confidencialidad firmado, se describe el objetivo, trabajos similares, metodología (líneas de trabajo establecidas para guiar la auditoría y métricas de pruebas), así como los resultados obtenidos. Entre ellos el desarrollo de un dashboard para visualizar en tiempo real la ejecución del PREP. Se concluye que la auditoría realizada permite por un lado probar las funciones de los diversos módulos y en conjunto el análisis de la solidez del sistema. Por el otro, asegurar que la información que se publica en el módulo de resultados preliminares es confiable.

Palabras Clave: Auditoría, elecciones, INE, PREP, tecnología.

Abstract

The computer system of the National Electoral Institute (INE) for the Preliminary Electoral Results Program (PREP) 2021 for the intermediate federal elections, was subject to a technical audit carried out by the UAM through the Department of Electrical Engineering of the CBI Division of the Iztapalapa Unit. In this article, respecting the signed confidentiality agreement, the objective, similar works, methodology (lines of work established to guide the audit and test metrics) are described, as well as the results obtained, including the development of a dashboard to visualize in real time the execution of the PREP. We concluded that the audit carried out allows, on the one hand, to test the functions of the various modules and, as a whole, to analyze the soundness of the system. On the other hand, ensure that the information published in the preliminary results module is reliable.

Keywords: Audit, elections, INE, PREP, technology.

1. Introducción

El proceso electoral del 6 de junio del 2021 realizado en México fue uno de los más grandes que ha vivido la democracia en este país, dado que se renovaron la Cámara de Diputados, ciertas gubernaturas y diversos cargos locales en las 32 entidades del país [CEINE, 2021]. Con el fin de fortalecer la democracia en México es necesario, por un lado, evitar las especulaciones y dar elementos de certeza y confianza a la sociedad del proceso electoral mediante la acreditación de que cada voto emitido es contabilizado [Pérez, 2018], [IECM 2019]. El sistema informático del Programa de Resultados Electorales Preliminares (PREP) 2021 del Instituto Nacional Electoral (INE) para las elecciones federales intermedias es un instrumento de apoyo a la democracia que se lleva a cabo durante las elecciones, el cual permite a la población conocer los resultados resumidos la misma noche de la elección a partir de la información contenida en las actas de escrutinio de las casillas. La Ley General de Instituciones y Procedimientos Electorales establece que en los procesos electorales tanto el Instituto Nacional Electoral (INE) como los Organismos Públicos Locales (OPL) tienen la facultad y responsabilidad de operar cada instancia del Programa de Resultados Electorales Preliminares (PREP)

[Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2020]. Así mismo, deben someter su sistema informático a una auditoría de verificación y análisis por un ente auditor dando prioridad a instituciones académicas o de investigación. En este artículo presentamos detalles de la auditoría técnica al sistema PREP realizada por la UAM a través del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la División de CBI de la Unidad Iztapalapa.

En [Jones, 2004] se habla de la importancia de que los sistemas de votación electrónica sean diseñados para soportar el atributo de calidad de auditabilidad. Existen diversos trabajos que se han enfocado en la realización de auditorías de sistemas relacionados con votaciones, aunque en su mayoría el enfoque ha sido en sistemas de votación electrónica y no tanto en sistemas de conteo preliminar. El trabajo de [Rocha, 2018] presenta una revisión de los diversos mecanismos de auditoría para sistemas de voto electrónico. Además, presenta una propuesta de generación y protección de bitácoras (logs) en sistemas de voto electrónico remoto, con el fin de detectar manipulaciones en los votos almacenados. Su propuesta se basa en la generación de cadenas de integridad entre los logs. Estas cadenas permiten identificar posibles manipulaciones a los datos. Otros trabajos describen el diseño y el desarrollo de una arquitectura de seguridad y auditoría para un sistema de voto electrónico presencial. A diferencia de nuestro trabajo que está enfocado en realizar la auditoría, este trabajo se enfoca en describir la manera en que debería estar diseñado el sistema para ser seguro y auditable. En relación a trabajos previamente publicados enfocados en el tema de auditoría del PREP, encontramos que en [UNAM 2012], [INE 2018] describen heurísticas propias en la realización de la auditoría del PREP a nivel federal. Mientras que el Instituto Electoral del Estado de Hidalgo [IEEH, 2018] como el Instituto Electoral del Estado de Campeche [Lira, 2018] describen las actividades realizadas entre las que destacan: a) proponer un plan de pruebas para evaluar tanto la integridad del sistema informático del PREP en el procesamiento de información, generación y presentación de resultados, como analizar la vulnerabilidad en la infraestructura tecnológica del PREP; b) elaborar informes con los resultados parciales y finales de la auditoría y c) emitir recomendaciones concernientes a las vulnerabilidades y riesgos detectados en la

auditoría. El PREP está constituido por un procedimiento, un sistema informático y una infraestructura tecnológica:

- **Procedimiento del PREP.** El PREP inicia sus funciones a las 20:00 horas del día de la elección y termina de funcionar 24 horas después. El procedimiento que se sigue durante la elección y donde se utiliza el sistema es el siguiente:
 - ✓ Los funcionarios de casilla después de contar los votos generan un acta de escrutinio de los votos recibidos, el acta es firmada por los funcionarios y los representantes de la casilla. El acta puede ser digitalizada y enviada como imagen al INE usando un teléfono inteligente.
 - ✓ Esa acta se coloca por fuera del paquete que contiene los votos emitidos y votos cancelados.
 - ✓ El paquete es recibido en el Comité Distrital y ahí se toma el acta, la cual se digitaliza y se introduce en un sistema informático.
 - ✓ El acta digitalizada es tomada por dos capturistas por separado, quienes registran los datos dentro del sistema informático.
 - ✓ Se comparan las dos capturas, si son iguales, el acta pasa a una revisión final y se considera para la contabilización de votos. Si no son iguales, pasa por un procedimiento especial para identificar y resolver las inconsistencias o problemas en la digitalización y/o captura.
 - ✓ Las actas consideradas para la contabilización son utilizadas para generar los resultados acumulados por distintos agrupamientos: por sección, por distrito electoral, por estado y a nivel nacional. Se muestran los votos registrados por cada partido y/o coalición indicando los candidatos. Estos resultados son desplegados en distintos portales de acceso público. Lo relevante es que el público puede incluso consultar el acta digitalizada que es la fuente de la información.
 - ✓ Existe una aplicación móvil llamada PREP Casilla que permite tomar una fotografía al acta de escrutinio y hacerla llegar al sistema

informático, lo cual reemplaza los pasos 2 y 3. Cabe señalar que se utilizó en ciertas casillas no en la totalidad.

- **Sistema informático.** El proceso del PREP tiene como elemento crítico el Sistema Informático que lo soporta, por lo que debe garantizarse que está construido y es operado correctamente. También debe asegurarse que el Sistema Informático es seguro y resiste ataques que intenten modificar su información. Adicionalmente, es necesario validar que su construcción fue realizada exactamente para lo que se espera y que no contenga ningún elemento que pudiera alterar los resultados de la elección que muestra el PREP. Cabe resaltar que el Sistema Informático cuenta con módulos de captura de actas digitalizadas y de captura de datos, así como funciones de verificación y cotejo entre los datos capturados y la imagen del acta, lo cual permite asegurar que la información que se publica en el módulo de resultados es confiable. Cabe señalar que para este proyecto, esto fue un reto pues el sistema del PREP no está diseñado pensando en la auditabilidad así que fue necesario encontrar maneras de realizar la auditoría una vez que se entendió su diseño.
- **Infraestructura.** El sistema informático del PREP 2021 fue desarrollado por personal a cargo del INE y usa una infraestructura (redes, servidores y software) con servicios de la nube.

Como ente auditor tenemos como objetivo general evaluar la integridad, disponibilidad y seguridad en el procesamiento de la información durante la generación de los resultados del PREP, mediante la ejecución de diversas pruebas apegadas a la normativa aplicable y vigente proporcionando así elementos de certeza y confianza a la sociedad. Para alcanzar este objetivo partimos de un plan de auditoría y métricas de pruebas (testing). El plan que presentamos considera tres líneas de trabajo: L1) Pruebas funcionales de caja negra al sistema informático, L2) Auditoría y pruebas de seguridad informática a la plataforma del PREP 2021 y L3) Validación del sistema informático del PREP 2021 y de sus Bases de Datos. Estas son parte de nuestras aportaciones y se describen a continuación.

2. Métodos

Capacidad de la UAM-I

La UAM es una institución líder en investigación, docencia y difusión de la cultura con reconocimiento nacional e internacional. Está organizada en unidades académicas para llevar a cabo sus actividades. La UAM Unidad Iztapalapa es una de las unidades fundadoras, cuenta con tres Divisiones académicas y más de 800 profesores, con gran productividad en el ámbito de la investigación y docencia. En 2018, el Instituto Electoral del Estado de Puebla solicitó la participación de la UAM-I para la realización de la Auditoría al Sistema Informático del PREP 2018 para sus elecciones locales de Presidentes Municipales, Diputados Locales y Gobernador. La auditoría se llevó a cabo de manera coordinada, señalando hallazgos que fueron corregidos, dando como resultado que la operación y los resultados del PREP 2018 de Puebla se dieran como se esperaban. Dicha auditoría se realizó con especialistas en Ciencias de la Computación, Ingeniería de Software, Infraestructura y Seguridad Informática, los cuales se encontraban adscritos principalmente al Departamento de Ingeniería Eléctrica.

Auditoría al sistema informático y a la infraestructura tecnológica del PREP 2021

Con el fin de proveer certeza y confianza a la ciudadanía esta necesita saber si el Sistema Informático y la infraestructura tecnológica del PREP son seguros y no contienen elementos ajenos a sus objetivos, para ello se requiere contar con la opinión de una entidad externa al INE que de su voto de confianza a dicho sistema. Por otro lado, en la legislación electoral se establece que se realice una auditoría al Sistema Informático del PREP realizada por una institución externa al INE, la cual debe contar con prestigio a nivel nacional para que su opinión sea valorada por la opinión pública, además de capacidad técnica para realizarla, así como contar con experiencia en ejercicios similares. La Auditoría al Sistema Informático y su Infraestructura Tecnológica del PREP 2021 fue realizada por la UAM-I a través de un equipo de trabajo compuesto por cuatro profesores; dos ex alumnos de la Licenciatura en Computación y uno de la Licenciatura en Matemáticas; cuatro

especialistas en Seguridad Informática, y 23 alumnos matriculados en las licenciaturas en Computación y en Ingeniería Electrónica [Rubín, 2021]. Cabe aclarar que la auditoría constituye un elemento adicional para asegurar la certidumbre de los resultados que publique el PREP.

La Auditoría realizada al PREP 2021 considera el diseño de un plan de auditoría, así como tres grandes líneas de trabajo. En la figura 1 se muestran las cinco etapas del plan de la auditoría PREP 2021. La primera etapa incluye actividades enfocadas a definir el objetivo de la auditoría, limitar su alcance, los criterios de confidencialidad, los requisitos de calidad, establecer el rigor de la misma, el tiempo de realización, los entregables a proporcionar, por mencionar algunos elementos que deben quedar formalmente establecidos a través de un convenio de colaboración entre las partes involucradas (ente auditor y organización auditada).



Figura 1 Etapas de la Auditoría PREP 2021.

En la etapa Especificar Auditoría se establecen las métricas, técnicas y herramientas a utilizar para llevar a cabo la auditoría, en particular podemos mencionar herramientas específicas que ambas organizaciones (INE, UAM-I)

acuerden utilizar para el control y resolución de los hallazgos encontrados durante la realización de las pruebas. La etapa Diseñar la Auditoría consiste en definir el plan de trabajo a realizar precisando las líneas y sublíneas de trabajo, a partir de las cuales se conforman los equipos (responsable de línea, programadores y testers), se establecen los medios de control de hallazgos, generación de reportes, así como el acuerdo de agendar reuniones de seguimiento internas al equipo auditor como externas con el equipo auditado. La cuarta etapa corresponde a la ejecución del plan definido, en particular se trata de obtener las mediciones y aplicar los criterios de evaluación especificados. Analizar los resultados parciales obtenidos, elaborar informes descriptivos para que la organización auditada justifique o corrija los procesos o componentes de su producto de software y/o infraestructura. Finalmente, la quinta etapa corresponde al análisis de los resultados parciales obtenidos y elaborar un informe final descriptivo para que la organización auditada conozca la calidad de su producto de software y/o infraestructura. El plan de auditoría que se diseñó considera tres líneas de trabajo: *Pruebas funcionales de caja negra al sistema informático, Auditoría y pruebas de seguridad informática a la plataforma del PREP2021 y Validación del sistema informático del PREP2021 y de sus Bases de Datos*. A continuación, describimos estas líneas de trabajo.

Línea 1. Pruebas funcionales de caja negra al sistema informático

En la línea de Pruebas Funcionales de Caja Negra (PFCN) se realizaron pruebas manuales y automáticas al sistema con el fin de identificar hallazgos de mal funcionamiento del sistema informático o verificar que se comporta como se espera de acuerdo con sus requerimientos. Dentro de las pruebas manuales se probaron flujos con diferentes tipos de actas dentro del PREP casilla. El flujo normal que sigue un acta es pasar por los módulos: PREP Casilla, Módulo de Captura de Actas Digitalizadas (MCAD), Terminal de Captura de Actas (TCA) y Cotejo. En los casos en los que se hallaron flujos anormales, se levantaron las incidencias correspondientes en el sistema Mantis BT para su atención y corrección. Durante las pruebas contamos con el apoyo del personal del INE para aclarar dudas sobre las funciones de los diferentes aplicativos, así como de los módulos que estaban en

desarrollo para atender aspectos específicos en el procesamiento de las actas. Los casos de prueba manuales fueron cuidados con el fin de obtener conclusiones sólidas sobre los hallazgos identificados en cada uno de los ciclos de prueba sirviendo de referente para las pruebas automáticas. Con respecto a las pruebas automáticas el equipo UAM-I desarrolló un programa para los módulos MCAD, TCA y Cotejo permitiendo configurar tanto diferentes escenarios como usuarios. Las pruebas automáticas facilitaron probar no solo un mayor número de actas, tipos de usuarios, escenarios de prueba sino también nuevos tipos de actas producto de los ajustes a las mismas por algunas coaliciones aprobadas en el curso de la auditoría para algunos distritos electorales. Finalmente, debe generarse un informe final de pruebas funcionales mencionando los hallazgos encontrados para su pronta corrección enfatizando su impacto y significado en el contexto de la organización. En la figura 2 se muestran las Técnicas de prueba aplicadas a la Línea Pruebas Funcionales de Caja Negra (PFCN) de la Auditoría del PREP 2021.

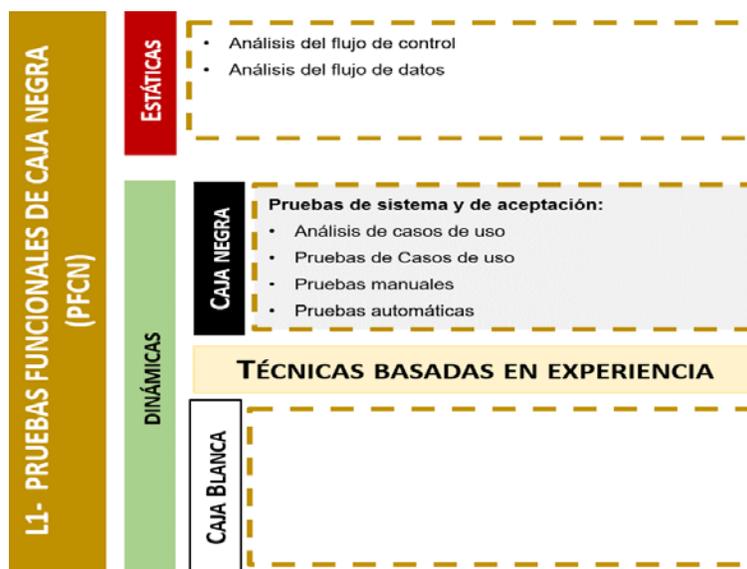


Figura 2 Métricas de Testing aplicadas a la Línea PFCN-PREP 2021.

Línea 2. Auditoría y pruebas de seguridad informática a la plataforma del PREP 2021

Las pruebas de penetración realizadas en esta línea fueron de caja negra (Black box testing) y caja blanca (White box testing) [Castro, 2019]. En un enfoque de

pruebas de caja negra, el auditor de seguridad evalúa la infraestructura de la red sin considerar la tecnología interna implementada por la organización auditada. El equipo que realiza estas pruebas son los nombrados pentesters (penetration testers) los cuales deben de identificar, entender, clasificar y priorizar las vulnerabilidades (hallazgos) en función del nivel de riesgo (bajo, medio o alto) [López, 2017], [Castro 2019]. El riesgo puede medirse según el grado de amenaza determinado por la vulnerabilidad que se identifique. Por otro lado, una prueba de intrusión idónea debe permitir establecer los vectores posibles de ataque que comprometan el objetivo [Castro, 2019]. Finalmente, debe generarse un informe final de pruebas de seguridad informática conteniendo el grado de seguridad de los objetivos evaluados, enlistar por prioridad los hallazgos para su corrección enfatizando su impacto y significado en el contexto de la organización. En contraste, en un enfoque de caja blanca, el ente auditor debe conocer todas las tecnologías internas utilizadas por el sistema objetivo en el marco de la prueba de penetración. Así mismo, los pentesters evalúan con detalle las vulnerabilidades de seguridad identificadas con el objetivo de dificultar los ataques malintencionados desde el exterior. En esta línea para la auditoría se adaptó la metodología ISAAF [ISSAF, 2005]. Se consideraron las etapas a) planeación y preparación, b) evaluación y c) reporte, limpieza y destrucción de artefactos. Así mismo se propusieron diversos escenarios dependientes de la información disponible acerca del objetivo que fue auditado entre los que destacan:

- Revisión de la infraestructura sobre la que el sistema informático va a estar funcionando para asegurar que cumple con las mejores prácticas de seguridad informática y que será capaz de resistir cualquier ataque que se le haga durante su operación.
- Revisión de los programas y componentes que integran al Sistema Informático para asegurar que no existen vulnerabilidades que puedan ser explotadas para realizar un ataque.
- Realización de ataques controlados para comprobar que el Sistema Informático y su infraestructura tecnológica son capaces de resistirlos.

En la figura 3 se muestran las Técnicas de Testing aplicadas a la Línea Pruebas de Seguridad Informática (APSI) de la Auditoría del PREP 2021.

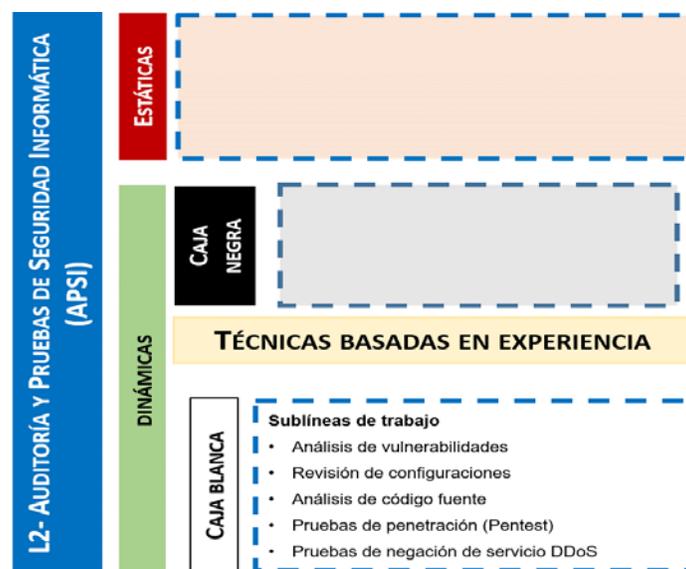


Figura 3 Métricas de Testing aplicadas a la línea ASPSI-PREP 2021.

Línea 3. Validación del sistema informático del PREP 2021 y de sus Bases de Datos (VSIBD)

En la línea Validación del Sistema Informático y de sus Bases de Datos tanto relacional como NoSQL se realizaron pruebas para:

- Asegurar que el sistema auditado sea exactamente el mismo que está operando el día de la elección para que las conclusiones obtenidas de la auditoría sean aplicables al sistema informático del PREP. La evaluación se hace al inicio, durante y al cierre de la operación del PREP.
- Validar que las bases de datos del PREP estén sin ningún acta contabilizada al inicio de su operación y que al final las actas contabilizadas coincidan con las actas reportadas. Así mismo, generar las constancias de hechos correspondientes. Para ello se realizó la comparación de firmas criptográficas de archivos.

Cabe resaltar que en esta línea se desarrolló un tablero de visualización (dashboard) para mostrar el estado del Sistema como el de sus Bases de Datos.

Dicho tablero permite controlar en tiempo real (in situ) las actividades de validación y generar los reportes que se requieren (constancias de hechos). De manera similar a las líneas PFCN y APSI se generó un informe final de pruebas funcionales mencionando los hallazgos encontrados para su corrección, su impacto y significado en el contexto de la organización. La tabla 1 muestra los elementos de validación y la etapa en el proceso de monitoreo considerados para el tablero de visualización del Sistema. Mientras que la figura 4 muestra la interfaz del tablero desarrollado.

Tabla 1 Elementos de validación del tablero del Sistema Informático.

Elemento de Validación	Antes de inicio de operación	Durante la operación	Al concluir la operación
Ejecutables de la Auditoría iguales a los utilizados en el PREP	Si	Si	Si
Base de datos relacional	Si	No aplica	No aplica
Base de datos de resultados	Si	No aplica	No aplica
Colas de comunicación	Si	No aplica	Si

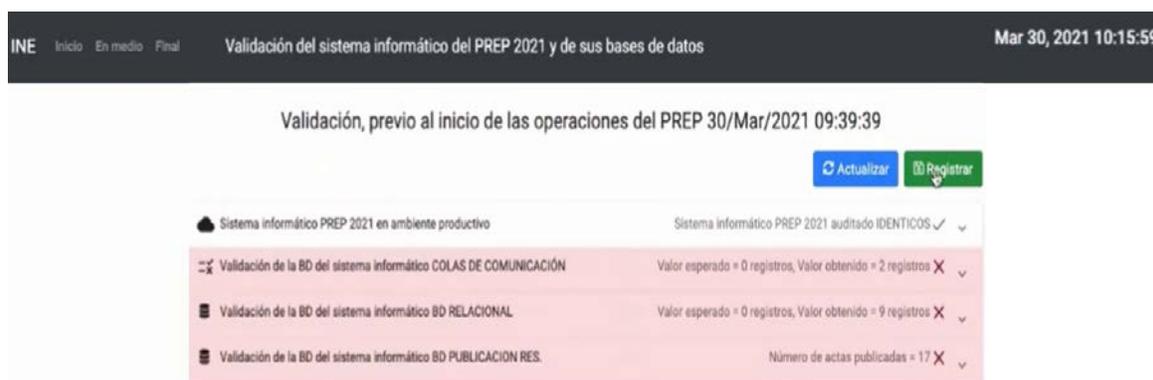


Figura 4 Tablero de visualización línea VSIBD-PREP 2021.

3. Resultados

Dentro de los resultados obtenidos al término de la auditoría podemos mencionar diversos entregables entre los que destacan: el desarrollo de un sistema auditor que a través de un dashboard valida el estado de las Bases de Datos del PREP. El sistema auditor es un espejo del PREP, pero en modo auditoría permitiendo generar reportes como constancias de hechos. También, un programa innovador para generar pruebas automáticas el cual puede ser parametrizable y aplicarse a otros procesos electorales. Además, una diversidad de documentos del tipo informes

preliminares como finales por línea de trabajo de la auditoría (PFCN, APSI, VSIBD), un informe de evaluación de la operación del PREP 2021, así como minutas de las reuniones de trabajo de la Comisión de Seguimiento de la auditoría (INE-UAM). Finalmente un acta del cierre del Proyecto. Es importante señalar que en los reportes se describen las pruebas funcionales aplicadas a los módulos del PREP, el análisis de seguridad informática a los componentes, así como la validación de que el sistema informático (modo producción) corresponde al ente auditado. De igual manera se describen los ejercicios realizados con números significativos de actas, cuyos hallazgos fueron atendidos por el INE y su solución validada por la UAM-I.

4. Discusión

A través de la aplicación de pruebas funcionales, la UAM-I verificó que en el sistema informático del PREP Federal 2021, los datos ingresados a través de procesos de digitalización y captura fueran registrados, capturados y validados de acuerdo con el Proceso Técnico Operativo del PREP, asegurando su consistencia y procesamiento, para garantizar que los resultados publicados sean los asentados por las y los funcionarios de casilla en las Actas de Escrutinio y Cómputo [CEINE, 2021]. Como parte de la auditoría se realizaron un par de verificaciones adicionales, una durante la operación del PREP y otra al finalizar. A través de la verificación de coincidencia entre las firmas criptográficas de todos los componentes del sistema informático con las de los componentes del sistema informático auditado se concluye que el sistema informático en operación es el mismo que el auditado.

Los procesos electorales fungen un papel primordial en la democracia de un país [Marchand, 2014], [Tellez, 2009], [Ugalde, 2017]. Algunos Institutos Electorales publican informes de sus procesos electorales o auditorías a través de sus páginas Web tal es el caso del Instituto Electoral del Estado de México (IEEM), Instituto Electoral de Puebla (IEP), Instituto Electoral de la Ciudad de México (IECM) [IECM, 2019] por mencionar algunos. Sin embargo, no siempre se puede garantizar la disponibilidad o permanencia de lo publicado [UNAM 2012], [INE, 2018], [IEEH, 2018], [Lira, 2018]. Por lo tanto, contar con artículos de revista y/o de congresos

sobre auditorías a sistemas informáticos para las elecciones en México sería una referencia de valor para otras investigaciones. El proceso de auditoría descrito en este artículo permitió por un lado probar las funciones de los diversos módulos del sistema PREP y en conjunto el análisis de la solidez y seguridad del mismo. Por el otro, asegurar que la información que se publica en el módulo de resultados preliminares es confiable. Ambas acciones permiten alzar satisfactoriamente el objetivo planteado en la sección de Introducción de este artículo. La tabla 2 resume las aportaciones de nuestro trabajo de auditoría en comparación con [UNAM, 2012], [INE, 2018], [IEEH, 2018], [Lira, 2018].

Tabla 2 Aportaciones por cada línea de trabajo en la auditoría del PREP 2021.

Línea de trabajo	Aportación
L1. PFCN	Pruebas manuales y automatizadas
L2. APSI	Análisis de vulnerabilidades y revisión de configuraciones con herramientas de software especializadas, así como el empleo de plataformas especializadas para las pruebas de negación de servicio.
L3. VSIBD	Desarrollo de un tablero de información que facilita a personas no especializadas en tecnologías de la Información entender las validaciones del sistema informático del PREP y de sus bases de datos. El tablero de información considera la generación de huellas criptográficas en SHA-256 de distintos elementos del sistema PREP 2021.

Finalmente, el convenio de auditoría firmado entre el INE y la UAM se limitó solo al sistema informático e infraestructura del PREP 2021, quedando fuera las auditorías de limitación de riesgo (RLA, por sus siglas en inglés risk-limiting audit) las cuales se realizan al término de las elecciones con el propósito de examinar manualmente una muestra aleatoria de boletas votadas para encontrar evidencia de que el resultado de la elección es correcto [Morrell, 2020].

5. Conclusiones

El sistema informático del Programa de Resultados Electorales Preliminares (PREP) 2021 del Instituto Nacional Electoral (INE) tiene como elemento crítico el Sistema Informático que lo soporta, por lo que debe garantizarse que está construido y es operado correctamente. Así mismo debe confirmarse que dicho

sistema es seguro, resiste ataques que puedan alterar su información y que su construcción fue realizada exactamente para el objetivo que se estableció y no contiene ningún elemento que pudiera alterar los resultados de la elección que muestra el PREP. Por lo tanto, una auditoría permite solventar los requerimientos mencionados dado que a través de un procedimiento de validación se ratifica ante Notario Público que el sistema informático auditado es el mismo que el INE opera el día de la elección y que sus bases de datos no contienen resultados preliminares. Finalmente, la colaboración entre equipos de trabajo del INE y la UAM proporciona elementos de certeza, transparencia y confianza a la sociedad contribuyendo a fortalecer la democracia en México.

6. Bibliografía y Referencias

- [1] Castro, C. A., Pruebas de penetración e intrusión. Universidad Piloto de Colombia, 2019.
- [2] Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Ley General de Instituciones y Procedimientos Electorales, 2020.
- [3] Central Electoral INE (CEINE). UAM entrega informe final de la auditoría al PREP 2021. Instituto Nacional Electoral (INE), CDMX, 2021.
- [4] Instituto Electoral de la Ciudad de México (IECM). Auditoría Informe de Actividades 2019, 2019.
- [5] Instituto Electoral del Estado de Hidalgo (IEEH). Informe de Auditoría IEEH 2018 UNAM FES Acatlán, IEEHidalgo, 2018.
- [6] Information System Security Assesment Framework (ISSAF). Penetration Testing Methodology. 2005.
- [7] Instituto Nacional Electoral (INE). Informe final con los resultados de las pruebas funcionales de cada negra realizadas al sistema informático del PREP 2018, INE, 2018.
- [8] Lira J. L., Pech H. Y., Uruñuela V. C., Segundo Reporte de Auditoría a los sistemas informáticos PREP y PREP casilla, 2018.
- [9] Pérez A. L., Así se va a blindar la Elección 2018. Newsweek en Español, Vol. 22 Issue 23, p8-15, 2018.

- [10] López R. E., Pruebas de penetración en aplicaciones web usando hackeo ético. *Revista Tecnológica* N. 10. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, 2017.
- [11] Marchand S. N., *Voting in America and Election Administration: Best Practices and Recommendations*. Nova Science Publishers, Inc. ISBN 978-1-63117-803-0, 2014.
- [12] Morrell J., (2020). Election Audits. In: Brown M., Hale K., King B. *The Future of Election Administration. Elections, Voting, Technology*. Palgrave Macmillan, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-14947-5_15.
- [13] Rubín T., (2021). Las elecciones se aproximan: ¡alista tu voto!. *Reforma*, <https://bit.ly/3kgYXMI>.
- [14] Tellez J., *Algunas anotaciones sobre el voto electrónico en México*. Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM, 2009.
- [15] Ugalde L. C., Hernández S., *Fortalezas y debilidades del sistema electoral mexicano. Perspectiva federal y local*. Tribunal Electoral del Poder Judicial de la Federación. Segunda Edición, 2017.
- [16] Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). *Informe de la aplicación de recomendaciones de la revisión de código fuente y de las pruebas funcionales de caja negra del PREP 2012*. Convenio de colaboración Núm. 30863-87-16-I-12, 2012.