



UADY

FACULTAD DE
MATEMÁTICAS

Mérida, Yucatán a 30 de junio de 2018

**Asunto: Informe Final
Auditoría del Sistema PREP**

**Ing. José Gustavo Alberto Sánchez Cruz
Titular de la Unidad de Informática y Diseño
Instituto Electoral y de Participación Ciudadana
De Yucatán (IEPAC Yucatán)
Presente**

Por este medio le hacemos entrega del informe final de la Auditoría Externa para el Sistema del Programa de Resultados Electorales Preliminares en el Estado de Yucatán que será utilizado durante la jornada electoral del día 1 de julio del presente.

En este informe encontrará las actividades realizadas durante la auditoría, el resultado de la aplicación de las recomendaciones plasmadas en los informes parciales y la conclusión de la misma.

Sin otro particular, le enviamos un cordial saludo.

M.C.M. Ernesto Antonio Guerrero Lara
Coordinador del Proyecto
Auditoría del Sistema PREP



UADY

FACULTAD DE
MATEMÁTICAS

"Luz, Ciencia y Verdad"

Informe Final

Auditoría al Sistema PREP YUCATÁN 2018

Para dar cumplimiento a los Lineamientos del PREP

30/junio/2018



Contenido

1. <i>Introducción</i>	3
2. <i>Actividades Realizadas</i>	5
3. <i>Resultado de la aplicación de las recomendaciones</i>	7
4. <i>Conclusiones</i>	8



1. Introducción

En mayo del 2018, el Instituto Electoral y de Participación Ciudadana del Estado de Yucatán (IEPAC), solicita a la Facultad de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Yucatán (FMAT) la realización de la auditoría al **Sistema del Programa de Resultados Electorales Preliminares (PREP) 2018**, que como servicio la empresa Proyectos Integrales de Redes, Voz y Datos S. A. de C. V. (RVD), brindará en la jornada electoral del 1 de julio del 2018 dentro del estado de Yucatán, entidad federativa de los Estados Unidos Mexicanos, para procesar las actas respecto a Gobernador, Presidentes Municipales y Diputados locales. Como resultado de esta solicitud se firma el Convenio Específico de Colaboración respectivo.

El trabajo de auditoría se centró en:

1. Auditar la funcionalidad y seguridad de los módulos de software que RVD desarrolló y utilizará para brindar el servicio:
 - Aplicación móvil para teléfonos inteligentes, bajo sistema operativo Android, para la captura de la fotografía del acta de escrutinio (Acta PREP), dentro del proceso denominado PREP – Casilla, abarcando su transmisión al CCV y CATDs, diferenciando por Gobernador, Presidente Municipal y Diputado local.
 - Aplicación web para el procesamiento, digitalización y captura de la información de las Actas PREP; tanto para el archivo obtenido por la aplicación móvil, como a través de la digitalización de las actas de escrutinio y cómputo de casilla; así mismo, para la verificación, corrección y publicación de los datos.
 - Aplicación web para la consulta de los resultados del PREP 2018.
 - Revisión de las reglas de negocio para la contabilización de los votos y el despliegue correcto de la información en el módulo de consulta de resultados.
 - Las pruebas de desempeño de los aplicativos por cantidad de información en la base de datos.
2. Auditar la infraestructura de cómputo y comunicaciones
 - Este apartado refiere a la identificación de debilidades de seguridad en la infraestructura tecnológica incluyendo la revisión de configuraciones de seguridad;
 - Revisión de configuraciones de seguridad, se analizaron las configuraciones de los dispositivos que conforman la infraestructura tecnológica con base en mejores prácticas de seguridad informática.



3. Auditar la seguridad de la transmisión y uso por Internet de los aplicativos

- Este apartado refiere a la realización de pruebas de penetración y las pruebas de negación de servicio a sitios web del PREP 2018, tanto para el procesamiento de las actas PREP como para la publicación de los resultados.
 - Pruebas de penetración, se probaron los servidores, aplicaciones web, equipos de telecomunicaciones y estaciones de trabajo que RVD utilizará durante la jornada electoral 2018.
 - Pruebas de negación de servicio, se realizaron ataques de negación de servicio para la identificación de vulnerabilidades que pongan en peligro la disponibilidad de los servicios del PREP 2018.
 - Para lo anterior se generó tráfico tanto malintencionado como no malintencionado, que simuló el tráfico probable en el día de la jornada electoral; se utilizó: ataque volumétrico por protocolo TCP, 400 Mbps de throughput y SYN FLOOD; ataque volumétrico por protocolo UDP, 400 Mbps de throughput y DNS AMPLIFICATION; ataque volumétrico por protocolo ICMP, 400 Mbps de throughput y ICMP FLOOD; y, ataque en la capa de aplicación, HTTP, con SLOWRIS ATTACK. Todos los ataques se realizaron de manera concurrente.
 - También fue generado tráfico mal intencionado, con el fin de descubrir vulnerabilidades como puertos abiertos de los servidores, posibilidad de inyección de código que vulnerará las bases de datos y los aplicativos web, así como paquetes de red malformados.

Lo anterior con la finalidad de evaluar la integridad en el procesamiento de la información y la generación de los resultados, como está establecido en el artículo 346, 347, 348 y 349 de la sección cuarta, Sistema informático y su auditoría, del Reglamento de Elecciones 2018 del Instituto Nacional Electoral así como en el anexo técnico para la contratación de servicios informáticos para la auditoría al sistema informático y a la infraestructura tecnológica del programa de resultados electorales preliminares 2018 del IEPAC.

En la realización de este trabajo, participó personal de la FMAT que contó con la colaboración del personal técnico de RVD. Los resultados de los hallazgos fueron reportados al Ing. José Gustavo Alberto Sánchez Cruz, Titular de la Unidad de Informática y Diseño del IEPAC y al Ing. Pablo Vera García, Líder del Proyecto PREP-Yucatán de la empresa RVD.



2. Actividades Realizadas

Las actividades realizadas se describen a continuación:

1. Planear la auditoría. Previo al trabajo de auditoría, se tuvieron diversas reuniones con el Personal de RVD para que éste explicara los sistemas de software y la infraestructura de comunicaciones de computadoras que utilizará para brindar el servicio. RVD proporcionó diversos diagramas de la arquitectura de solución que utilizará y capacitó al personal de la FMAT en la utilización de sus sistemas de software. Lo anterior con el fin de contar con los elementos suficientes de información que permitieran generar un plan de trabajo específico.
2. Definir la metodología de la auditoría. Se detalló la metodología y criterios a seguir en la revisión de la funcionalidad y seguridad de los módulos de software, así como el desempeño y seguridad de los componentes de hardware y el formato y contenido de los reportes.
3. Revisión de los módulos de software (captura, validación y publicación, así como la aplicación móvil), desarrollados por RVD, específicamente para el PREP 2018, en términos de funcionalidad; básicamente este trabajo consistió en la realización de pruebas de validación utilizando la técnica de pruebas de caja negra¹.
4. Revisión de los módulos de software en términos de rendimiento, desempeño y seguridad, es decir, se midieron los tiempos de respuesta, manejo de volúmenes de datos, sobrecarga de usuarios, disponibilidad de datos y seguridad lógica. Este trabajo consistió en la simulación de muchos usuarios utilizando al mismo tiempo los diversos aplicativos, así como la inyección de diferentes datos en grandes cantidades para conocer sus tiempos de respuesta; además se aplicaron diversas técnicas de *hacking* para ingresar información errónea a los módulos².

¹ Se denomina “caja negra” al elemento que es analizado desde el punto de vista de las entradas que recibe y las salidas que produce, en este trabajo, los tres módulos de software, el de captura, el de validación y el de presentación de resultados. Las pruebas funcionales son un proceso de aseguramiento de la calidad del software; las funciones del software son probadas ejecutando el software en cuestión, alimentándolo con datos de entrada diseñados para probar el funcionamiento normal, los límites y datos más allá de estos límites superiores e inferiores, para posteriormente analizar las salidas, es decir, se busca probar que el software hace lo que debe de hacer. A través de las pruebas funcionales no se prueba una función, método o clase en particular, sino se prueba un conjunto o parte de una funcionalidad de valor para el usuario que el sistema de software debe brindar.

² Es importante mencionar por derechos de propiedad intelectual RVD no proporcionó código fuente, por lo que la FMAT no tuvo acceso a él.



5. Análisis de vulnerabilidades en la infraestructura tecnológica del PREP, incluyendo pruebas de penetración y de negación de servicio, pruebas de inyección de código malicioso y pruebas de acceso a los diversos recursos del sistema informático.

6. En relación a la infraestructura de comunicaciones de computadoras, el COTAPREP proporcionó el listado de CADTs a ser revisados, para determinar sus capacidades y limitantes (ancho de banda, autenticación de usuarios, confiabilidad y seguridad de las conexiones, así como la redundancia de la misma). Este conjunto de CADTs representó los modelos de CADTs a ser utilizados en la jornada electoral. El trabajo fue realizado durante los meses de mayo y junio del 2018, en los CADTs establecidos en los municipios de Mérida, Tizimín, Valladolid, Kanasín, Progreso, Umán, Tekax y Ticul.

La valoración se realizó en 3 ciclos, (1) previo al primer simulacro, (2) previo al tercer simulacro y, (3) posterior a éste. A partir del segundo ciclo, todas las observaciones señaladas fueron revisadas nuevamente.

Los hallazgos encontrados fueron clasificados como:

Inmediata (rojo-crítico)	Corto Plazo (amarillo)	Mediano Plazo (verde)
-----------------------------	---------------------------	--------------------------

- **De acción inmediata**, que afectan la integridad en el procesamiento de la información, en la generación de los resultados del PREP 2018, y en la publicación de los mismos.
- **De acción a corto plazo**, que podrían poner en peligro la integridad de la información y la generación de los resultados del PREP 2018.
- **De acción a mediano plazo**, que afectan la calidad de los módulos de software, pero que no ponen en peligro la integridad de la información y la generación de los resultados del PREP 2018.



3. Resultado de la aplicación de las recomendaciones

Todas las acciones de acción inmediata y a corto plazo fueron atendidas por RVD; la FMAT revaloró la efectividad de las acciones en los siguientes ciclos de valoración, ejecutando el conjunto de pruebas completas en cada uno de los componentes de software y hardware para asegurar que no se hubieran inyectado nuevos defectos. En el último ciclo de valoración se constató que el Sistema del Programa de Resultados Electorales Preliminares que RVD proporciona como servicio es adecuado a lo que se espera.

Algunas de las observaciones clasificadas como de acción a mediano plazo, permanecen en el conjunto de componentes que serán utilizados en la jornada electoral del 1 de julio del 2018. La manera en que RVD ha incrementado la confiabilidad del sistema, sobre estas observaciones sin resolver, es con la capacitación del personal que operará su sistema PREP, así como el incremento de responsabilidades en su personal supervisor³.

³ Se dice que un software es confiable si realiza lo que el usuario desea, cuando así lo requiera; esto implica que, aunque un software contenga errores, pero el usuario logra sus objetivos a través de él, el software se considera confiable. En este caso, algunas de las observaciones realizadas no fueron solucionadas, pero se capacitó al personal para que no realice las acciones que manifiestan a los errores descubiertos.



4. Conclusiones

Una vez concluido el trabajo de auditoría contratado a la FMAT por parte del IEPAC, bajo el alcance señalado en este documento, se concluye que:

El Sistema del Programa de Resultados Electorales Preliminares 2018 que RVD brindará como servicio al IEPAC para la jornada electoral del 1 de julio del 2018, es apropiado, al brindar la funcionalidad necesaria para realizar la captura de las actas de escrutinio, su posterior validación y la realización del cómputo y publicación de la información, al mismo tiempo que proporciona un desempeño adecuado para atender las peticiones esperadas de los usuarios de consulta.

La valoración de que el sistema auditado sea el que será utilizado en la jornada electoral y la base de datos final a ser utilizada sólo contenga los datos necesarios para el funcionamiento del sistema del PREP, es decir, que no contenga información relativa a actas de escrutinio previamente capturadas, será realizada el domingo 1 de julio horas previas a la apertura del PREP.

Ing. José Gustavo Alberto Sánchez Cruz
Titular de la Unidad de Informática y Diseño
IEPAC

MC Ernesto Antonio Guerrero Lara
Jefe de la Unidad de Extensión
Facultad de Matemáticas - UADY

Ing. Pablo Vera García
Líder del Proyecto PREP-Yucatán
Red, Voz y Datos