

Título: **Fiscalización de los proyectos en infraestructura y de sistemas de automatización UTAF- AIJS - Informe Final.**

Sinopsis: Este documento presenta el informe final de la fiscalización de los proyectos en infraestructura y de sistemas de automatización, así como del nuevo sistema de luces de aproximación, la nueva terminal de bomberos del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría (AIJS). Esta consultoría se elabora para la Unidad Técnica de Apoyo para la Fiscalización del Contrato de Gestión Interesada del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría (UTAF).

ID Documento: Informe Final_v01

Fecha: 04 de octubre de 2022

Preparado Para: Unidad Técnica de Apoyo para la Fiscalización del Contrato de Gestión Interesada del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría (UTAF), San José, Costa Rica

Preparado Por: Escuela de Ingeniería Eléctrica
Universidad de Costa Rica
Apartado Postal 11501-2060 UCR
San José, Costa Rica

Contacto: Dr. Mercedes Chacón Vásquez
+506 2511 2645
mercedes.chaconvasquez@ucr.ac.cr

Fiscalización de los proyectos en infraestructura y de sistemas de automatización

Coordinadora:
Ing. Mercedes Chacón Vásquez, PhD

Firma de recibido

Representante Legal de ICC ingenieros Civiles Consultores S.A.
Cédula Jurídica 3-101-046671
Unidad Técnica Asesora para la Fiscalización (UTAF)



Tabla de Contenidos

1	Resumen Ejecutivo	35
2	Introducción	35
2.1	Antecedentes y justificación de las asesorías	36
2.2	Objetivo del trabajo	36
2.2.1	Objetivos específicos.....	36
2.3	Principales limitaciones del estudio	37
3	Principales aspectos metodológicos	37
4	Resultados de la consultoría	38
4.1	Mantenimiento mayor 85-20: <i>Approach Lighting Systems ALS</i>	38
4.2	Nueva estación de salvamento y extinción de incendios SEI	39
4.3	Mantenimiento de los sistemas y equipo eléctricos	40
4.4	Fiscalización de los sistemas eléctricos del Nuevo Edificio Comercial del AIJS	42
5	Conclusiones	43
6	Recomendaciones	43
7	Referencias	44
8	Anexos	45
9	Apéndices	47
	Apéndice A: Avance en apoyo de UTAF para actualizar metodología y procedimientos de la fiscalización de mantenimiento a cargo del OFGI. Requerimiento del Órgano Fiscalizador. Oficio CETAC-OFGI-FG-OF-0673-2021	47
	Apéndice B: Documentos generados a partir de sus observaciones y criterios técnicos. Avance en apoyo de UTAF para actualizar metodología y procedimientos de la fiscalización de mantenimiento a cargo del OFGI. Requerimiento del Órgano Fiscalizador. Oficio CETAC-OFGI-FG-OF-0673-2021	48

1 Resumen Ejecutivo

La Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Costa Rica (UCR) ejecutó el servicio de asesoría de Ingeniería Eléctrica para la Unidad Técnica de Apoyo para la Fiscalización del Contrato de Gestión Interesada del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría (UTAF), durante el periodo del 1.º de abril de 2021 al 1.º de julio de 2022. El presente informe expone un análisis de los resultados de la consultoría realizada.

Las tareas de fiscalización se efectuaron para los proyectos de infraestructura y de sistemas de automatización, el nuevo sistema de luces de aproximación, los sistemas y equipos eléctricos del aeropuerto, la nueva etapa comercial y la nueva terminal de bomberos del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría (AIJS).

El informe incluye, además, un estudio donde se identifican las medidas de fiscalización y mantenimiento que serían convenientes implementar en el corto plazo para los equipos y sistemas eléctricos del AIJS, considerando la prioridad de estos para el funcionamiento de principal aeropuerto en Costa Rica, así como procurar la adecuada administración de los activos del Estado.

A partir de los análisis hechos se generaron documentos internos y confidenciales que fueron enviados al Órgano Fiscalizador de la Gestión Interesada (OFGI) del Consejo Técnico de Aviación Civil (CTAC), como parte de las observaciones y los criterios técnicos de la actividad fiscalizadora de la gestión del AIJS.

Finalmente, se realizan recomendaciones tanto para la fiscalización de los proyectos en ingeniería eléctrica, como de estudios que aborden la posibilidad de planificar la infraestructura de trasiego de energía y datos, según las tecnologías emergentes y las regulaciones aeroportuarias y el código eléctrico, donde se realice una optimización de los recursos energéticos y se medie la adecuada integración y coordinación con los sistemas existentes y futuras modernizaciones del AIJS.

2 Introducción

La Escuela de Ingeniería Eléctrica de la UCR ha sido contratada por la Unidad Técnica de Apoyo para la Fiscalización del Contrato de Gestión Interesada del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría (UTAF), para ejecutar la función de fiscalizador en el área pertinente a la Ingeniería Eléctrica de los proyectos del AIJS, llevados a cabo por AERIS Holding Costa Rica como Gestor Interesado a cargo de la presentación de los servicios del AIJS, y subcontratistas de los distintos proyectos.

La UTAF apoya al Órgano Fiscalizador de la Gestión Interesada (OFGI) órgano del Consejo Técnico de Aviación Civil (CTAC) y la Dirección General de Aviación Civil (DGAC), dependencias adscritas al Ministerio de Obras Públicas y Transportes y cuya competencia abarca la regulación, control y fiscalización de la Aviación Civil.

El trabajo de fiscalización inició con dos grandes proyectos: el nuevo sistema de luces de aproximación y la nueva terminal de bomberos. Seguidamente, se realizaron los trabajos de fiscalización de los sistemas y equipos eléctricos del aeropuerto y finalizó con el nuevo edificio comercial.

El informe se organiza de la siguiente manera: En la presente sección se detallan los antecedentes, justificación y objetivos del proyecto, así como las limitaciones del presente

estudio. En la sección 3 se presentan la metodología con la que se trabajó, la organización de la actividad fiscalizadora y los estándares a tomar en cuenta en la línea de trabajo. En la sección 4 se presenta un análisis de los resultados obtenidos en la consultoría, así como mejoras a realizar para la adecuada administración de los equipos y sistemas eléctricos del AIJS. Finalmente, en la sección 5 se entregan conclusiones y en la sección 6 las recomendaciones para mejorar tanto la fiscalización como la gestión de los sistemas.

2.1 Antecedentes y justificación de las asesorías

El AIJS es en uno de los aeropuertos pioneros en la región de Latinoamérica y el Caribe en temas de optimización de los recursos energéticos. AERIS, administrador aeroportuario y el aeropuerto ostentan la Norma ISO 9001:2015 de Gestión de la Calidad otorgada por la Organización Internacional de Normalización (ISO por sus siglas en inglés). Más aún para finales del año 2021, recibieron la certificación INTE/ISO 50001:2018 de Gestión Energética, que certifica las buenas prácticas de la organización y los estándares de calidad, alcanzados en la gestión de la energía en las instalaciones de la terminal internacional de pasajeros.

El aeropuerto está en un proceso de expansión y mejora y en este proceso, se encuentran las necesidades de inclusión de novedosos sistemas de automatización, que se desean incorporar para optimizar los recursos y ofrecer la mejor experiencia posible a las personas usuarias. Se requiere una proyección del mantenimiento y estado de los equipos eléctricos como activos del Estado costarricense que son, en el corto plazo dada la transición del gestor AERIS en el año 2025.

Desde esta perspectiva surge la necesidad de fiscalizar la adecuada integración, coordinación y administración de los nuevos sistemas con los componentes existentes. Así como de analizar el mantenimiento de estos tanto en el corto, mediano y largo plazo, lo que permita un adecuado y seguro funcionamiento de estos, la optimización de recursos energéticos y más importante la protección de los usuarios finales.

2.2 Objetivo del trabajo

El objetivo principal del trabajo es la fiscalización en materia de Ingeniería Eléctrica para los proyectos infraestructura y de sistemas de automatización, así como del nuevo sistema de luces de aproximación y la nueva terminal de bomberos del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría (AIJS), con el propósito de monitorear la correcta instalación y uso los recursos energéticos.

2.2.1 Objetivos específicos

- Fiscalizar la adecuada integración, coordinación y administración de los nuevos sistemas eléctricos y de automatización con los componentes existentes para garantizar un correcto funcionamiento en el corto, mediano y largo plazo.
- Identificar y registrar los patrones de mantenimiento de los activos eléctricos del AIJS para recomendar mejorar en su gestión con base en estándares de calidad y regulaciones aeroportuarias.

- Corroborar la entrega funcional de los sistemas y equipos eléctricos y de automatización conforme las normas nacionales e internacionales en materia de electricidad y aviación.

2.3 Principales limitaciones del estudio

A continuación, se explican las limitaciones de las actividades de fiscalización. Con respecto al mantenimiento de los equipos y sistemas eléctricos, se realizaron recorridos de campo para estudiar el uso y mantenimiento durante el 2021. Se realizaron consultas sobre la periodicidad de los mantenimientos y la gestión de los equipos en el campo, sin embargo, los documentos o formularios de mantenimiento, así como listas de equipo, no pudieron ser constatadas ya que la empresa AERIS mantiene los registros internos y los podrían presentar hasta terminada esta asesoría.

Más aún en algunos puntos no se encontraba al día en los paneles de control el registro de los mantenimientos o la persona encargada no estaba disponible, lo que limitaba el acceso a la información actualizada.

3 Principales aspectos metodológicos

La consultoría incluye un trabajo mixto de trabajo de investigación y fiscalización presencial del cumplimiento de los estándares eléctricos de los sistemas eléctricos existentes o a instalar en el AISJ.

Entendiéndose que estos estándares son las normas vigentes del Código Eléctrico Nacional NEC 2014, del *National Fire Protection Association* NFPA 70, además del NFPA 80, NFPA 414, la *Occupational Safety and Health Act of 1970* (OSHA), así como las normas de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) (en inglés: *International Civil Aviation Organization*, ICAO), las regulaciones de la *Federal Aviation Administration* (FAA), los Reglamentos Aeronáuticos Costarricenses (RACS) y la Ley General de Aviación Civil N° 5150. Así también del seguimiento del Contrato de gestión Interesada, con especial interés en el Apéndice A Servicios de Operación y Mantenimiento y Apéndice C de Servicios retenido y servicios excluidos 2002 [1].

El trabajo de investigación y revisión técnica fue un importante pilar de esta consultoría, ya que se requería la integración de novedosos equipos del mercado a las instalaciones y sistemas existentes del AISJ.

Es importante resaltar que se trabajó con profesionales de la empresa ICC Ingenieros Civiles Consultores S.A., cuya Unidad Técnica Asesora para la Fiscalización (UTAF) brinda servicios de Apoyo para la Fiscalización de Obras en el Aeropuerto Internacional Juan Santamaría. Además de personal de AERIS y empresas subcontratistas encargadas de la construcción de distintas obras en los proyectos. También se contaba con presencia de personeros del Órgano Fiscalizador de la Gestión Interesada (OFGI), el Consejo Técnico de Aviación Civil (CETAC) y la Dirección General de Aviación Civil (DGAC).

Las reuniones con las personas involucradas en las fases de la consultoría y el seguimiento de los avances de los distintos proyectos se realizaron de manera virtual mediante la plataforma *Teams* o de manera presencial en las oficinas del OFGI. Y de manera más regular se mantuvieron reuniones de manera presencial durante los recorridos de campo en la zona de construcción o en las instalaciones de los sistemas eléctricos del AISJ.

4 Resultados de la consultoría

A continuación, se detallan principales resultados de los proyectos fiscalizados, así como comentarios de mejora para la gestión de futuros proyectos en temas energéticos.

4.1 Mantenimiento mayor 85-20: *Approach Lighting Systems ALS*

El proyecto requería la fiscalización, verificación del diseño, construcción e instalación, de un nuevo sistema de luces de destello, *Approach Lighting Systems* o ALS por sus siglas en inglés, en la pista 07 del AIJS.

El sistema de luces de ALS se componía de dos subsistemas: Luces Fijas blancas elevadas y empotradas, y el sistema de luces de destello que también incluía luces blancas elevadas y empotradas destellantes. Estos fueron instalados en 30 torres a lo largo de los 900 metros de umbral de la pista oeste del AIJS.



Figura 1. Fotografía de las torres con el nuevo ALS en el AIJS

Se realizó una revisión del cumplimiento de la documentación, planos, cumplimiento de pruebas eléctricas de los nuevos equipos. Asimilación de los equipos automáticos y acople con el sistema de PLCs existentes. Los equipos de marca europea requerían su homologación con las normas nacionales, así como la conformidad con la norma OACI para sistemas eléctricos, anexo 14 *Aerodrome Design Manual Part 4: Visual Aids* y *Part 5 Electrical Systems*, la certificación ETL de acuerdo con las regulaciones para aeródromos de FAA.

Asimismo, los sistemas de puesta a tierra y protecciones contra descargas atmosféricas y su cumplimiento con el estándar del RAC apartado 6. Así como la instalación en el cuarto eléctrico, del sistema de asilamientos, UPS, transferencias. Se requería además fiscalización de la fuente trifásica de mayor capacidad para el proyecto.

Se observó la necesidad de mantener constante comunicación entre los usuarios finales de los sistemas eléctricos y de automatización durante todas las etapas del proyecto. Se destaca, por ejemplo, durante las pruebas de los sistemas ALS, la recomendación de contar con la retroalimentación vía aérea la funcionalidad del nuevo sistema, para lo cual se podrían

programar evaluaciones por parte de los usuarios finales es decir los pilotos de algunas aerolíneas.

4.2 Nueva estación de salvamento y extinción de incendios SEI

AIJS ha alcanzado la Categoría 9 según la OACI haciendo necesario la construcción de una estación de salvamento y extinción de incendios, ARFF, por sus siglas en inglés. El 7 de abril de 2021 se da seguimiento a la construcción la cual inició en febrero de 2020 y se reinició luego de la pandemia en enero de 2021.

Se da un seguimiento del cumplimiento de las obras según la norma NFPA 414 *Standard for Aircraft Rescue and Fire-Fighting Vehicles*, NEC214/ NFPA 70. Se realiza una fiscalización de las zonas de parqueo, administrativas, bodegas, planta de tratamiento de aguas residuales, casa de máquinas, caseta seguridad, dormitorios, gimnasio, cocina, cuartos eléctricos y de telecomunicaciones. Se recomendó solicitar la indicación en los aspectos contractuales en las especificaciones técnicas de los estudios de arco y coordinación de protecciones. Así mismo incluir el estudio de armónicas conforme la norma IEEE519.

Se hace la observación de la ausencia de redundancia en las comunicaciones y sistemas de control. Los sistemas BSM, CCTV, sonido, alarmas y contra incendios, control de accesos, confían en una arquitectura simple. En caso de falla, la redundancia queda en manos de la comunicación por radio, sin embargo, esto estaría saturado, ya que se está destinada para comunicación emergencia entre la SEI y el centro de control del AISJ.

Se observa la importancia del seguimiento en las subcontrataciones para construcción de las estructuras móviles. Por ejemplo, los módulos integrados con iluminación y receptáculos en los dormitorios o “cunas”, se entregaban completamente encapsulados, lo que no permitía constatar las buenas prácticas de sus instalaciones eléctricas, siendo necesario el desarmarse para verificar el cumplimiento con los estándares eléctricos.

Se observó la necesidad de obtener la retroalimentación en la obra del SEI sobre la disposición final de puertos de comunicación y red para la Jefatura de los bomberos, así como de las funcionalidades de las áreas comunes o en espacios especializados, como el cuarto de descontaminación que requería un mayor grado de iluminación.



Figura 2. Fotografía del nuevo SEI en el AIJS

Se recomienda realizar un estudio de factibilidad para instalación de unidades fotovoltaicas en el techo del nuevo SEI. Según solicitudes anteriores dirigidas al ICE, se tiene la posibilidad de un espacio en el circuito del ICE entre 700 MW y 800 MW. La legislación sobre el tope de saturación por circuito de 15% se encuentra aún en revisión y se podría aprovechar la autogeneración para el consumo del AIJS.

Además, se recomienda analizar la colocación en espacios del techo de la terminal aún disponibles y que cumplen con la normativa aeronáutica. Se recomienda dar seguimiento a la reserva del espacio y reducir la factura energética, así como promover la sustentabilidad, reducir la huella carbono y hacer aprovechamiento de energías renovables en el AIJS.

4.3 Mantenimiento de los sistemas y equipo eléctricos

Conforme a la certificación INTE/ISO 50001:2018 de Gestión Energética, el gestor tiene un plan de actualización de los equipos eléctricos del AIJS y de mantenimiento preventivo. Es imperante para el ente fiscalizador conocer el estado de los sistemas vitales y su vida útil, y alguno de estos datos están en manos en algunos casos de los fabricantes o subcontratistas encargados del mantenimiento y no del gestor.

Todo lo anterior debe cumplirse de conformidad con el Contrato de gestión Interesada, Apéndice A Servicios de Operación y Mantenimiento, y Apéndice C de Servicios retenido y servicios excluidos 2002 [1], así como el Documento de OACI Número 9137-AN/898 Parte 9, de Prácticas de Mantenimiento del Aeropuerto, las directrices del FAA y las especificaciones del fabricante de cada uno de los equipos instalados en el aeropuerto.

El proceso de fiscalización de los sistemas y equipos se llevó a cabo mediante recorridos a todas las instalaciones del AIJS para la revisión de los sistemas y equipos eléctricos con representantes de la UTAF y AERIS. A partir de estas visitas y las reuniones con las personas encargadas se desprendieron recomendaciones para la adecuada administración de los sistemas, en particular sobre su renovación, coordinación e integración desde el punto de vista de las normas internacionales y nuevas tecnologías adoptadas en otros países.

A continuación, se describen tres necesidades encontradas:

1. Calendarización de las mediciones de interrupción del servicio eléctrico
Se debe incluir calendarizaciones, metodología, recursos y documentación de los procedimientos para la verificación de los periodos de conmutación en caso de falla eléctrica, no menos de dos veces al año según la RAC 139.
2. Documentación de la metodología de mantenimiento
Se debe incluir calendarizaciones, registros, metodología, recursos, y documentación de los procedimientos para la verificación, así como las pruebas, calibraciones, reparaciones, reemplazos o instalaciones. Verificación que cumplen con las especificaciones técnicas de cada fabricante, así como la recomendación de la periodicidad de mantenimientos de este. Así como análisis del reporte de las visitas anuales del fabricante o contrato de mantenimiento.
3. Registros de equipos
Se requiere un reporte de la vida útil de los equipos, repuestos disponibles y proyección de necesidades de reemplazo.
4. Estudio demanda proyectada

Análisis de la necesidad proyectada, de la capacidad actual, y futuras necesidades, así como integración con proyectos existentes y por crearse.

5. Interpretación de los registros y resultados
Se requiere un reporte que incluya resultados y análisis de los puntos anteriores como insumo para toma de decisiones.
6. Documentación de la metodología en caso de falla
Se requieren detalles de la metodología, recursos y procedimientos para enfrentar una falta parcial o total del sistema eléctrico, con el fin de mitigar riesgos.
7. Incluir estudios de la calidad de energía
Recolección, integración y análisis de datos desbalance de cargas, caídas de tensión, parpadeos, transientes y distorsión armónica. Solicitud de los estudios de arco y coordinación de protecciones. Identificar causas e impacto en equipos para buscar y evaluar posibles soluciones con equipos o sistemas según estudio económico.
8. Sistematización de las medidas de seguimiento dirigidas a corregir deficiencias
Incluyendo acciones para registrar el resultado de las inspecciones, sistematizar los registros e incluir un programa de alarmas de acceso a reportes. Por ejemplo, hay sistemas automatizados del control de luces y el BMS cuyos históricos pueden ser analizados para mejorar el desempeño del sistema.
9. Documentación de la metodología de inspecciones eléctricas
Incluyendo registros, conductos, cableados, acceso a las protecciones, puestas a tierra, receptáculos según NFPA 70 NEC.
10. Mantenimiento de los transformadores a cargo del ICE
Siendo parte del ICE no se cubre el mantenimiento de varios transformadores de pedestal, sin embargo, no hay seguimiento del plan de mantenimiento de estos y la consulta debería realizarse con el ICE.
11. Obsolescencia de los sistemas
El AIJS tiene sistemas como el CCTV, AMS, control de accesos entre otros cuya obsolescencia ocurren en menos de 10 años, por ello se requiere conocer los planes de inversión y actualización paulatina con que cuenta AERIS. Más aún la existencia de equipos con más de 20 años de trabajo, como en los sistemas de acondicionamiento de aire (*Heating, ventilation, and air conditioning*, HVAC por sus siglas en inglés). Así también como las celdas de media tensión, los generadores de 23 años de funcionamiento entregados en 1999, así como de equipos y motores en las bandas de los carruseles deben contar con un plan de reemplazo.

Según el manual de fiscalización presentado por el gestor, el cual es confidencial y no se presenta en este informe, y el Manual de Operaciones de Aeropuerto Internacional Juan Santamaría MPO [2], se incluyen todos los sistemas indicados en el documento de OACI Número 9137-AN/898 Parte 9, pero su fecha es muy antigua se deben incluir los temas mencionados.

Por tanto, se requiere mayor detalle de la metodología de las inspecciones y mantenimiento, además de su documentación y acceso fácil, los recursos físicos y humanos y las funciones de estos.

En cuanto a la revisión técnica de los equipos es posible incluir un reporte con detalles del tiempo de mantenimiento (preventivo, correctivo, entre otras), periodicidad, número de personas por departamento, horas por día, personas encargadas.

La mayoría de los estudios de mantenimiento de sistemas eléctricos en aeropuertos similares realizados en otros países buscan determinar la tenencia de registros sobre los sistemas y equipo eléctricos, documentar su condición, mantenimiento, así como, la metodología en caso de falla, calendarización de recorridos de supervisión y mantenimiento.

Algunos términos de referencia de contratos de mantenimiento del sistema eléctrico en Guía de Gestión del Mantenimiento Sostenible del Área de Movimiento de Estado Plurinacional de Bolivia [3], Plan de Mantenimiento Aeropuerto Internacional Ernesto Cortissoz de Barranquilla [4], Maintenance of Medium Voltage Equipment Airports Company de Sur África [5], Airport Electrical Maintenance de Canadá [6] y el manual del Airport Electrical System de Jordan [7].

Se elaboró una lista de chequeo de fiscalización de los sistemas eléctricos del AISJ, la cual se adjunta en el Anexo A. Dos documentos generados para la OFGI a partir del documento anterior, así como las observaciones y los criterios técnicos se encuentran en el Apéndice A y B. Estos documentos son de uso interno confidencial por lo que se adjuntan con su único objetivo de evaluación del informe.

4.4 Fiscalización de los sistemas eléctricos del Nuevo Edificio Comercial del AIJS

Se inicia en junio de 2022 la fiscalización de los aspectos técnicos y tecnológicos fundamentales del desarrollo de las obras del contrato para el Nuevo Edificio Comercial del AIJS, para asegurar el cumplimiento de los términos contractuales de los sistemas eléctricos y de automatización. Se reporta el último recorrido de campo el 30 marzo de 2022 sin avance es las instalaciones de automatización, pero si en las acometidas, construcción física de los tableros y el nuevo generador.

Se realiza la fiscalización de los trabajos comunes para la automatización integrada donde se recomienda la revisión del diseño e implementación de las redes de comunicación para el sistema integrado de comunicación; así como las secuencias de operación programadas en los diferentes controladores utilizados en los sistemas integrados de automatización y recolectan la información del proceso. Se vela por el cumplimiento de las normas y estándares de telecomunicaciones, la seguridad en el trasiego de la información, la redundancia en el sistema de control, la apertura en el software de monitoreo y adquisición de datos y control.

Además, se recomienda la indicación en los aspectos contractuales en las especificaciones técnicas incluir un análisis del mantenimiento, calidad, idoneidad y garantía de los componentes.

En temas de trasiego de energía y datos se puede abordar la conveniencia de alimentación a través de Ethernet (PoE). Es una tecnología de capa de acceso que combina señales de datos y alimentación eléctrica en una única conexión de cable Ethernet para permitir el funcionamiento del dispositivo alimentado a distancia. Ofrece las ventajas de la simplicidad y el ahorro de costos al eliminar la necesidad de cables de datos y de alimentación separados, a la vez que añade nuevas capacidades de control inteligente de dispositivos.

La tecnología ha progresado con la introducción del estándar IEEE Ethernet 802.3bt-2018 [8].

Los aeropuertos de Estados Unidos están en proceso de actualizar su infraestructura de red para respaldar las crecientes demandas tanto para acceso Wi-Fi como para videovigilancia. Para superar la limitación de distancia del cableado de cobre, el cableado de fibra óptica es

enrutado a terminales, vestíbulos, estructuras de estacionamiento y pistas donde se encuentran cámaras y puntos de acceso Wi-Fi. El reto consiste en implementar una solución compacta y rentable que permita a la alimentación de cientos de dispositivos PoE a través de una red de área amplia de fibra óptica.

5 Conclusiones

- Se realiza la fiscalización de los proyectos de ALS y SEI logrando constatar el cumplimiento de los estándares eléctricos y buenas prácticas para el diseño del nuevo sistema, así como la integración de los nuevos equipos con las regulaciones aeroportuarias.
- Se elaboró una lista de chequeo de fiscalización de los sistemas eléctricos del AISJ.
- Se generaron documentos técnicos que fueron enviados a la OFGI a partir de las observaciones y los criterios técnicos dados en esta consultoría, por el carácter de comunicación interna y sensible de los mismos, se mostraron únicamente dos oficios en el informe para su uso discrecional.
- Las buenas prácticas y diseño en la nueva etapa comercial del AIJS fueron fiscalizadas en los distintos sistemas de trasiego de energía y datos.
- Existe un seguimiento y rutina perfectible de fiscalización los sistemas eléctricos del AIJS. Se cuentan con certificados de eficiencia energética. Se requiere mayor detalle de la metodología de las inspecciones y mantenimiento, además de su documentación y acceso fácil, los recursos físicos y humanos y las funciones de estos.
- El AIJS cuenta con una certificación ISO 9001 que debe impulsar la mejora en temas de operación y mantenimiento de todos los componentes del AIJS. Hay espacio de mejora para el mantenimiento de los sistemas eléctricos y las recomendaciones dadas a continuación, pueden desencadenar en un instructivo y capacitaciones al personal.

6 Recomendaciones

- Se recomienda contar con un plan de mantenimiento de los sistemas y equipos, así como su análisis integral con el plan de expansión del AIJS, para coordinar en la toma de decisiones de los futuros proyectos el incluir nuevas tecnologías de automatización de equipos, eficiencia energética, ciberseguridad, que sean idóneos con las futuras necesidades del aeropuerto de renovación y modernización.
- Es conveniente implementar medidas de seguimiento del estado de los sistemas y equipos, el inventario de equipos en funcionamiento, así como de repuestos y la vida útil de estos. Es esto último es imprescindible contar con un informe sobre los reemplazos programados que se darán a los equipos, ordenados en orden de prioridad y criticidad para el funcionamiento del aeropuerto. Así como las tecnologías, proveedores considerados en tales reemplazos.
- Más aún se destaca, el mantenimiento y prevención de la infraestructura de cableado, verificación de instalaciones eléctricas, sistemas de supresión contra incendios, coordinación de protecciones, estudios de arco, armónicas, normativa vigente y código eléctrico NEC 2014.
- Se recomienda documentar y dar seguimiento a los subcontratos de mantenimiento, así como las empresas y personas y las calificaciones de estas, y que están encargadas de estos.
- Se observa la necesidad de mantener constante comunicación entre los usuarios finales de los sistemas eléctricos y de automatización durante todas las etapas de los proyectos. Se destaca, por ejemplo, la retroalimentación en la obra del SEI y las pruebas de los sistemas ALS, es recomendable contar con la presencia de los usuarios



finales en este caso de la vía aérea y de bomberos, durante las pruebas de los equipos.

- Se recomienda dar a conocer previo a un recorrido el avance que se tiene en el proyecto, así como el área y tema de fiscalización que se espera dar insumo durante la visita, esto con el propósito de asegurar la adecuada preparación de equipo, así como revisión de la documentación técnica pertinente.
- Los sistemas de automatización y nuevas tecnologías de trasiego de datos y energía están evolucionando a un paso mucho más rápido del que las normativas y regulaciones en temas de código eléctrico y regulaciones aeronáuticas lo pueden hacer. Por lo que el personal a cargo debe mantener un perfil de investigador sobre los nuevos avances en áreas del BSM, redes y telecomunicaciones, IoT y ciberseguridad, para asegurar la optimización de los recursos y la integridad y seguridad de los sistemas y personas usuarias del AIJS.
- La inclusión de una red que esté preparada para soportar la explosión de dispositivos de IoT y las últimas tecnologías inalámbricas es un desafío, por ello se debe abordar la planificación de estos nuevos sistemas. Para pruebas futuras de una red se requiere una consideración especial que aborde la planificación de la capacidad de la red, tanto para el rendimiento basado en la velocidad como para alimentar los dispositivos de la red. Vale la pena estudiar la conveniencia de alimentación a través de Ethernet (PoE) siguiendo la necesidad de conectar dispositivos emergentes de IoT que consumen mucha energía.
- Se recomienda realizar un estudio de factibilidad para instalación de unidades fotovoltaicas en el techo del nuevo SEI. Según solicitudes anteriores dirigidas al ICE, se tiene la posibilidad de un espacio en el circuito del ICE entre 700 y 800 MW. La legislación sobre el tope de saturación por circuito de 15% se encuentra aún en revisión y se podría aprovechar la autogeneración para el consumo del AIJS.
- Además, se recomienda analizar la colocación en espacios del techo de la terminal aún disponibles y que cumplen con la normativa aeronáutica. Se recomienda dar seguimiento a la reserva del espacio y reducir la factura energética, así como promover la sustentabilidad y aprovechamiento de energías renovables en el AIJS.
- En la misma línea anterior, se recomienda complementar con la fiscalización de una persona con conocimientos de fundamentos de sistemas fotovoltaicos.

7 Referencias

- [1] CETAC, *Contrato para la gestión interesada de los servicios aeroportuarios prestados en el Aeropuerto Internacional Juan Santamaría*, Costa Rica, 2002.
- [2] A. H. C. R. S.A., «Manual de Operaciones de Aeropuerto: Programa de Mantenimiento. Vol. 12,» diciembre 2016. [En línea]. Available: <https://sjoairport.com/wp-content/uploads/2018/04/MPO-Volumen-12-Mantenimiento..pdf>.
- [3] S. y. V. Ministerio de Obras Públicas, «Guía de Gestión del Mantenimiento Sostenible del Área de Movimiento de Estado Plurinacional de Bolivia,» Obras, La Paz, Bolivia., 2017.
- [4] B. Cortissoz, «Plan de Mantenimiento Aeropuerto Internacional Ernesto Cortissoz de Barranquilla,» Abril 2018. [En línea]. Available: http://aeropuertobaq.com/wp-content/uploads/2018/08/PN_009_PLAN_DE_MANTENIMIENTO_V6-10ABR18.pdf.
- [5] A. C. S. Africa, «Maintenance of Medium Voltage Equipment at ACSA Precinct 2^a,» Junio 2019. [En línea]. Available: <https://www.airports.co.za/Bulletin/MV%20Equip%20Maintenance.pdf>.
- [6] G. d. Canadá, «Airport Electrical Maintenance: British Columbia,» 31 Mayo 2020. [En línea]. Available: <https://buyandsell.gc.ca/procurement-data/tender-notice/PW-PWY-031-7775?order=title&sort=desc>.
- [7] G. Jordan, «Airport Electrical System. The Hashemite Kingdome of Jordan,» Julio 2018. [En línea]. Available: [https://www.carc.jo/images/Publications/Airport_Electrical_System\(34GM-ADES\).pdf](https://www.carc.jo/images/Publications/Airport_Electrical_System(34GM-ADES).pdf).

- [8] I. SA, «IEEE Standard for Ethernet Amendment 2: Physical Layer and Management Parameters for Power over Ethernet over 4 pairs,» 21 Enero 2019. [En línea]. Available: <https://standards.ieee.org/ieee/802.3bt/6749/>.


8 Anexos

LOS SIGUIENTES DOCUMENTOS SON DE USO INTERNO CONFIDENCIAL POR LO QUE SE ADJUNTAN CON SU ÚNICO OBJETIVO DE EVALUACIÓN DEL INFORME.

Anexo A: Lista de chequeo de fiscalización de los sistemas eléctricos del AISJ.


9 Apéndices


Apéndice A: Avance en apoyo de UTAF para actualizar metodología y procedimientos de la fiscalización de mantenimiento a cargo del OFGI. Requerimiento del Órgano Fiscalizador. Oficio CETAC-OFGI-FG-OF-0673-2021



UNIDAD TÉCNICA ASESORA FISCALIZACIÓN Y CONTROL


CI: 22-03-0036
OFGI

COMUNICACIÓN INFORMATIVA	
22 de marzo 2022	
TEMA ESPECIFICO	Avance en apoyo de UTAF para actualizar metodología y procedimientos de la fiscalización de mantenimiento a cargo del OFGI. Requerimiento del Órgano Fiscalizador. Oficio CETAC-OFGI-FG-OF-0673-2021
OBJETIVO	Emitir criterio técnico.
FIRMA RESPONSABLE	
COMENTARIOS Y OBSERVACIONES	
ANTECEDENTES	<p>Oficio CETAC-OFGI-FG-OF-0673-2021 DEL 13-10-2021 con requerimiento a UTAF.</p> <ul style="list-style-type: none"> Primer criterio UTAF en CI: 21:10:0087. Segundo criterio UTAF en CI: 21:10:0092. Tercer criterio UTAF en CI: 21:10:0104. Cuarto criterio UTAF en CI: 22:02:0024. Quinto criterio UTAF en CI: 22:02:0025.
TAREAS REALIZADAS	<ul style="list-style-type: none"> Reunión de inicio OFGI-UTAF el día 29-09-2021 Reunión de avance OFGI-UTAF el día 03-11-2021 Reunión de avance OFGI-UTAF el día 17-11-2021 Recorrido por las instalaciones del AIJS OFGI-UTAF el día 24-11-21 Recorrido por las instalaciones del AIJS OFGI-UTAF el día 01-12-21 Reunión de avance OFGI-UTAF el día 25-01-2022 Reunión OFGI-UTAF-AERIS el día 01-02-2022 Reunión de avance OFGI-UTAF el día 18-02-2022
COMENTARIOS UTAF	<ul style="list-style-type: none"> Se hace entrega formal al OFGI del esquema de Formulario <i>FFM-06.x LISTA DE CHEQUEO FISCALIZACIÓN SISTEMAS ELÉCTRICOS DEL AIJS</i> para su valoración y análisis en conjunto con la UTAF. Se recomienda al OFGI la programación de reunión con la UTAF para presentación y retroalimentación del documento.



1




Apéndice B: Documentos generados a partir de sus observaciones y criterios técnicos. Avance en apoyo de UTAF para actualizar metodología y procedimientos de la fiscalización de mantenimiento a cargo del OFGI. Requerimiento del Órgano Fiscalizador. Oficio CETAC-OFGI-FG-OF-0673-2021



CI: 22-02-0025
OFGI

COMUNICACIÓN INFORMATIVA	
23 de febrero 2022	
TEMA ESPECIFICO	Avance en apoyo de UTAF para actualizar metodología y procedimientos de la fiscalización de mantenimiento a cargo del OFGI. Requerimiento del Órgano Fiscalizador. Oficio CETAC-OFGI-FG-OF-0673-2021
OBJETIVO	Emitir criterio técnico.
FIRMA RESPONSABLE	
COMENTARIOS Y OBSERVACIONES	
ANTECEDENTES	<p>Oficio CETAC-OFGI-FG-OF-0673-2021 DEL 13-10-2021 con requerimiento a UTAF.</p> <ul style="list-style-type: none"> Primer criterio UTAF en CI: 21:10:0087. Segundo criterio UTAF en CI: 21:10:0092. Tercer criterio UTAF en CI: 21:10:0104. Cuarto criterio UTAF en CI: 22:02:0024.
TAREAS REALIZADAS	<ul style="list-style-type: none"> Reunión de inicio OFGI -UTAF el día 29-09-2021 Reunión de avance OFGI-UTAF el día 03-11-2021 Reunión de avance OFGI-UTAF el día 17-11-2021 Recorrido por las instalaciones del AIJS OFGI-UTAF el día 24-11-21 Recorrido por las instalaciones del AIJS OFGI-UTAF el día 01-12-21 Reunión de avance OFGI-UTAF el día 25-01-2022 Reunión OFGI-UTAF-AERIS el día 01-02-2022 Reunión de avance OFGI-UTAF el día 18-02-2022
DESCRIPCION	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración de procedimientos: <ul style="list-style-type: none"> Revisión y análisis de las herramientas, formularios, guías y métricas utilizadas por la fiscalización de mantenimiento. Establecimiento de metodología de control, con base en los parámetros definidos por localización, vida útil, interconexiones y dependencias, programa de mantenimiento y planificación del Gestor. Valoración del análisis del Formulario FFM-06: <ul style="list-style-type: none"> Criterios de aceptación: <ul style="list-style-type: none"> No se detecta referencias a niveles de servicio, métricas o criterios objetivos de comparación para determinar si el estado del objeto fiscalizado es aceptable o no.



1



UNIDAD TÉCNICA ASESORA FISCALIZACIÓN Y CONTROL

- El uso del criterio **Sí / No** para discriminar el estado de los componentes fiscalizados no describe claramente el estado funcional de tales equipos, a la vez que no clarifica qué tipo de comentario o acción debe ser tomada al respecto.
 - No se registra una revisión detallada de los sistemas del objeto fiscalizado o una división por componentes cuando se trata de un elemento mayor, por ejemplo, los integrantes de un cuarto eléctrico en su totalidad y no la generalidad del aposento.
 - Se requiere homologar los criterios de revisión para todas las subestaciones y cuartos eléctricos que está sometidos al proceso de fiscalización, aunque ciertos rubros no estén presentes en todos ellos. Esto permitiría establecer un marco comparativo de las condiciones de operación, resultando en instrucciones al Gestor para que efectúe las mejoras y/o reparaciones correspondientes para mantener el nivel de servicio de la infraestructura del AIJS.
- **Criterios técnicos:**
 - Se requiere el uso de términos técnicos y precisos para describir claramente cada uno de los rubros revisados o fiscalizados.
 - Verificar que el formulario se ajuste al cumplimiento de los manuales OACI y RAC vigentes a la fecha del recorrido.
 - Verificar que se cuenta con la información actualizada en lo correspondiente a enmiendas de los manuales OACI emitidos desde el año 1983 y siguientes.
 - Debe indicarse claramente en el formulario la ubicación de cada uno de los aposentos o equipos fiscalizados, para brindar independencia al OFGI y que el fiscalizador pueda realizar las visitas sin necesitar de la presencia o traslado del Gestor.
 - **Procedimientos:**
 - Es importante identificar si el momento del día en que se realizan los recorridos es el más adecuado para valorar de manera precisa el funcionamiento de los equipos y subestaciones fiscalizadas.
 - Sin embargo, debe identificarse la conveniencia de realizar la fiscalización de esos elementos durante el mismo recorrido, en detrimento del tiempo y atención que debe ser dedicado a cada uno de los equipos y componentes fiscalizados.
 - Es pertinente verificar y retroalimentar los instructivos correspondientes en el Sistema de Gestión del OFGI.
 - El análisis del formulario y los informes correspondientes no arrojan claridad con respecto cuáles procedimientos se activan toda vez que se determina una no conformidad.



UNIDAD TÉCNICA ASESORA FISCALIZACIÓN Y CONTROL

COMENTARIOS Y
RECOMENDACIONES
UTAF

- Se recomienda al OFGI valorar a lo interno la implementación de lo expuesto por UTAF en el CI-22-02-0024, dado el momento coyuntural de la posible extensión del CGI y la oportunidad de introducir mejoras sustanciales en el enfoque e instrumentación de la gestión de activos realizada por el Gestor.
- Establecer indicadores técnicos precisos para calificar el estado del equipo y la labor realizada por el Gestor en cada línea de mantenimiento. Cada uno de esos indicadores debe tener una escala delimitada claramente para que su interpretación reduzca en lo posible la aplicación de opiniones subjetivas.
- Sobre la necesidad de documentar la fiscalización de mantenimiento, debe incluirse las calendarizaciones, registros, metodología, recursos, y documentación de los procedimientos para la verificación, así como las pruebas, calibraciones, reparaciones, reemplazos o instalaciones realizadas en los equipos del AIJS.
- Verificación y documentación en el formulario de que los equipos de mantenimiento del Gestor y sus subcontratistas cumplen con las especificaciones técnicas de cada fabricante, así como la recomendación de la periodicidad de mantenimiento del mismo, además del análisis del reporte de las visitas anuales del fabricante o contrato de mantenimiento.
- Sobre la necesidad de registros de equipos, se requiere que el formulario alimente la memoria de control de vida útil de los equipos, repuestos disponibles y proyección de necesidades de reemplazo.
- Sobre la necesidad de interpretar los registros y resultados, se requiere un reporte que incluya resultados y análisis de los puntos anteriores como insumo para toma de decisiones.
- Sobre la necesidad de documentar la metodología de fiscalización de mantenimiento de subestaciones y cuartos eléctricos, incluyendo registros, conductos, cableados, acceso a las protecciones, puestas a tierra y receptáculos según las normas vigentes NFPA 70 y NEC.
- Por tanto, se requiere mayor detalle acerca de la ejecución de las inspecciones y mantenimiento, además de su documentación en el formulario y el acceso fácil los recursos físicos y humanos y las funciones de estos. En cuanto a la fiscalización de la revisión técnica de los equipos es preferible incluir el detalle del tiempo de mantenimiento (preventivo, correctivo, etc.), periodicidad, número de personas por departamento, horas por día, personas encargadas, en el reporte generado por el OFGI, alimentado por el formulario FFM-06, posterior a los recorridos de fiscalización.
- UTAF estará enviando al OFGI el boceto de nuevo formulario FFM-06 el día 25 de febrero de 2022 para su discusión en la reunión de control estipulada preliminarmente para el 28 de febrero de 2022.