Machine Translated by Google
RCMOS – Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 10 de octubre de 2026 | Aceptación: 15 de octubre de 2026 | Publicación: 29 de octubre de 2026

Planificación, ejecución y análisis de pruebas funcionales en el sistema “Conecta Canaã”: un enfoque basado en la norma IEEE 829-2008.

Planificación, ejecución y análisis de pruebas de funcionalidad en el sistema “Conecta Canaã”: un enfoque basado en IEEE 829-2008.

Planificación, ejecución y análisis de pruebas de funcionalidad en el sistema “Conecta Canaã”: un enfoque basado en la norma IEEE 829-2008.

Ramón Barbosa Pessoa
Universidad Federal del Oeste de Pará
Instituto de Ingeniería y Geociencias
Santarém
Correo electrónico: 141barbosa@gmail.com

RESUMEN

La digitalización de los servicios públicos, especialmente en el contexto de las ciudades inteligentes, exige una calidad de software impecable. Al fin y al cabo, estos sistemas afectan directamente la interacción entre la administración y la ciudadanía. En este trabajo, probamos la funcionalidad de Conecta Canaã, la plataforma de gestión de incidentes urbanos del municipio de Canaã dos Carajás, en Pará. Siguiendo la norma IEEE 829-2008 y el modelo de calidad ISO/IEC 25010:2011, planificamos, diseñamos y ejecutamos doce casos de prueba automatizados utilizando el framework Selenium , en un estudio de caso técnico realizado en un sistema real. Cubrimos tres perfiles de usuario y siete requisitos funcionales priorizados. Todos los casos de prueba fueron aprobados, demostrando la corrección funcional de los requisitos evaluados y la conformidad del comportamiento observado con las especificaciones, dentro de los límites del alcance verificado. Estos resultados documentan un protocolo de pruebas funcionales que puede replicarse en otros sistemas de gobierno electrónico en municipios brasileños.

Palabras clave: Pruebas de software; Calidad del software; IEEE 829-2008; Automatización de pruebas; Ciudades inteligentes.

ABSTRACTO

La digitalización de los servicios públicos, especialmente en el contexto de la ciudad inteligente, exige que la calidad del software sea impecable. Después de todo, estos sistemas afectan directamente la interacción entre la administración y los ciudadanos. En este trabajo, probamos la funcionalidad de Conecta Canaã, la plataforma de gestión de eventos urbanos del Municipio de Canaã dos Carajás, en Pará. Siguiendo el estándar IEEE 829-
Con base en la norma de 2008 y el modelo de calidad ISO/IEC 25010:2011, planificamos, diseñamos y ejecutamos doce casos de prueba automatizados utilizando el framework Selenium, en un estudio de caso técnico realizado en un sistema real. Cubrimos tres perfiles de usuario y siete requisitos funcionales priorizados. Todos los casos de prueba se aprobaron, evidenciando la corrección funcional de los requisitos evaluados y la conformidad del comportamiento observado con las especificaciones, dentro de los límites del alcance verificado. Estos resultados documentan un protocolo de pruebas funcionales que puede replicarse en otros sistemas de gobierno electrónico en municipios brasileños.

Palabras clave: Pruebas de software; Calidad del software; IEEE 829-2008; Automatización de pruebas; Ciudades inteligentes.

1. INTRODUCCIÓN

El rápido crecimiento de la urbanización se encuentra entre los fenómenos más definitorios del siglo XXI y

Esto ejerce una presión cada vez mayor sobre la necesidad de que los servicios públicos respondan. En Brasil, la tasa

Según estimaciones de las Naciones Unidas, la urbanización alcanzó más del 84% en 2005.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
IRCMSD - Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 10 de octubre de 2026 | Aceptación: 15 de octubre de 2026 | Publicación: 29 de octubre de 2026

Sugieren que alcanzará más del 93% para 2050, lo que equivale a unos 237 millones de personas.
concentrada en centros urbanos (R. Machado, 2023). Esta demanda requiere más modelos de gestión.
eficiente y, sobre todo, digitalizada, capaz de crear una relación entre el poder público y un
un número cada vez mayor de ciudadanos.

Es en este contexto que el modelo de ciudad inteligente se erige como una posible solución.
Una ciudad se convierte en inteligente cuando integra las Tecnologías de la Información de forma coordinada.
y la comunicación a su infraestructura convencional, empleando recursos digitales para expandir la
Eficiencia urbana (Batty et al., 2012). En Brasil, sin embargo, la producción científica y la implementación
Estas iniciativas aún se concentran en unas pocas regiones, lo que pone de manifiesto que se trata de un campo que todavía está en sus primeras etapas.
y distribuidos de manera desigual (Lazzaretti et al., 2019). Como expresión sectorial de este paradigma, el
Según Souza et al. (2025), la informatización de los servicios públicos ha sido un vector decisivo para
Modernización del Estado, alineada con el objetivo de lograr instituciones más eficaces, transparentes y responsables.
tal como lo propone la Agenda 2030.

Esta digitalización se materializa en el concepto de gobernanza inteligente, entendida como la integración entre
administración pública, ciudadanos y entidades privadas a través de portales y plataformas digitales que
Amplían el acceso a los servicios públicos (R. Machado, 2023). Al reconocer cada vez más el papel
El papel de la tecnología en la mejora de los procesos internos, el fortalecimiento de la transparencia y...
Para mejorar la eficiencia en la prestación de servicios, las agencias gubernamentales están recurriendo cada vez más a software que...
Integrar la información, controlar los flujos y optimizar los recursos, aumentando así la fiabilidad de los datos.
y transparencia en el uso de bienes públicos (Souza et al., 2025). Esta dependencia se transfiere a la
El software asume la responsabilidad de funciones que antes realizaban servidores humanos, haciendo que su
El correcto funcionamiento es un requisito tan fundamental como la propia existencia del servicio.

El sistema web Conecta Canaã, empleado en este caso, se sitúa como un ejemplo concreto de este movimiento.
por el Gobierno Municipal de Canaã dos Carajás (PMCC) para gestionar los incidentes urbanos reportados por
ciudadanos y monitoreados por dispositivos de Internet de las Cosas. El municipio, ubicado en el sureste
El estado de Pará registró un crecimiento demográfico del 188,73% entre 2010 y 2022, pasando de 26.716 a 77.079 habitantes.
habitantes —, lo que equivale a una tasa anual del 9,67% (Instituto Brasileño de Geografía y Estadística).
Estadísticas, 2022), lo que impone una demanda cada vez mayor a los servicios públicos cuya oferta no ha seguido el ritmo.
proporcionalmente a ese ritmo. Conecta Canaã forma parte de un proyecto de ciudad inteligente basado en
El Internet de las Cosas (IoT), desarrollado en cooperación entre UFPA, UFOPA y Unifesspa, y acumula
Más de 2.600 incidentes atendidos por los 8 departamentos municipales desde mediados de 2022, con una tasa
con una resolución consistentemente superior al 65% durante los tres años de funcionamiento (Bacelar et al.,
2025).

Sin embargo, para que una aplicación de gobierno electrónico cumpla esta función, la calidad del software es fundamental.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS - Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 10 de octubre de 2026 | Aceptación: 15 de octubre de 2026 | Publicación: 29 de octubre de 2026

Ya no es un atributo deseable, sino una condición innegociable. La calidad del software se entiende como...
La conformidad sistemática del producto con los requisitos funcionales y no funcionales especificados.
asegurado durante todo el proceso de desarrollo (Bartié, 2002; Pressman y Maxim,
2021). El modelo de referencia normativo adoptado en este trabajo para evaluarlo es ISO/IEC 25010.
en su edición de 2011 (Organización Internacional de Normalización, 2011), que organiza la
La calidad del producto se mide en ocho características y se desglosa en idoneidad funcional , la más directa
asociado con pruebas funcionales — en tres subcaracterísticas: completitud, corrección y
Apropiabilidad (Estdale y Georgiadou, 2018). Cabe señalar que la norma fue revisada en 2023.
(ISO/IEC 25010:2023), que reorganiza el modelo en nueve características; la edición de 2011 fue
Se mantuvo porque era la versión vigente en el momento de la planificación y ejecución de las pruebas y porque permanece sin cambios.
La definición de adecuación funcional y sus tres subcaracterísticas conforman el eje analítico de este estudio.
La Figura 1 resume el modelo, destacando las características y subcaracterísticas que guían el análisis.
realizado en este trabajo.

La relevancia de esta evaluación es simultáneamente técnica, económica y social. Desde el principio
En los sistemas comerciales, la presencia de un gran número de defectos es una constante que afecta
usabilidad, funcionalidad y fiabilidad, con implicaciones directas para el negocio (Rios y Moreira,
2006). El impacto económico de este fenómeno es significativo: defectos detectados solo en la fase de
El mantenimiento puede costar hasta cien veces más que si se corrige durante la fase de requisitos (Fernandes,
(2020), y el informe del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología estimó que el costo de
El software defectuoso equivalía a aproximadamente el 1% del Producto Interno Bruto de EE. UU. (Rios y Moreira,
2006). Además de la dimensión económica, existe una dimensión social: en las aplicaciones de gobierno inteligente, el
La baja calidad socava directamente la confianza pública en los servicios digitales (Purbaratri y
(Krisnawaty, 2023). No por casualidad, se reconoce la aplicación sistemática de las pruebas de funcionalidad.
como factor determinante en la calidad del producto de software (Andrea, 2007), hasta el punto de que los modelos
Los niveles de madurez institucionalizan esta práctica: el Modelo de Madurez de Capacidades a partir del nivel 3.
(Paulk et al., 1993) y MPS.BR del nivel B (SOFTEX, 2016).

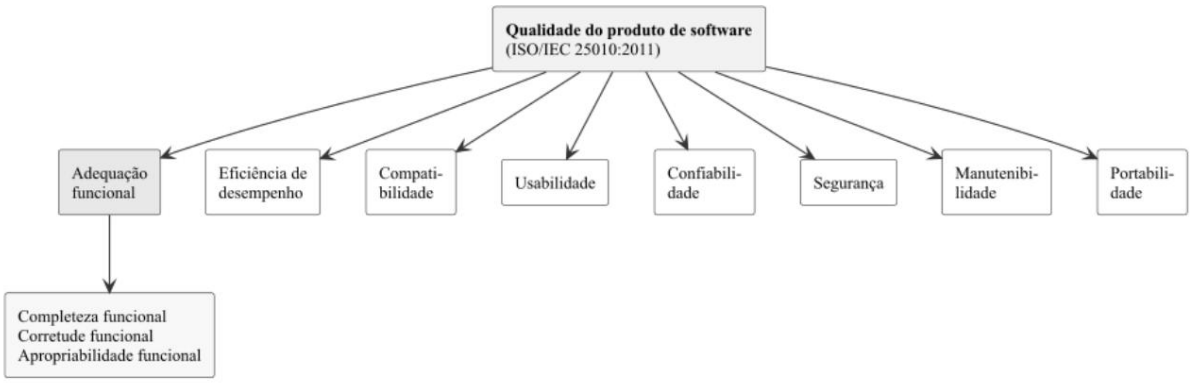
Figura 1 – Modelo de calidad de producto de software ISO/IEC 25010:2011, destacando

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS – Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 10 de octubre de 2026 | Aceptación: 15 de octubre de 2026 | Publicación: 29 de octubre de 2026

para idoneidad funcional



Fuente: Adaptado de la Organización Internacional de Normalización (2011).

Sin embargo, el riesgo no reside únicamente en la ausencia de pruebas, sino en realizarlas sin un método establecido. Los enfoques ad hoc , que carecen de un protocolo definido, dan como resultado una menor cobertura y menos defectos. Se detectaron costes adicionales de desarrollo y mantenimiento, una limitación especialmente crítica. en los sistemas gubernamentales (Lima, 2023). Las experiencias recientes en el contexto brasileño confirman la Ganancias obtenidas al reemplazar esta informalidad con procesos estructurados: Lima (2023) elaboró Casos de prueba funcionales para la API de pagos del Gobierno del Estado de Rio Grande do Norte, que superan un enfoque anterior sin protocolo; Gomes (2024) construyó una estrategia de automatización para El Tribunal de Cuentas del Estado de Rio Grande do Norte reveló fallas reales, entre ellas... seguridad; y Fernandes (2020) demostró la viabilidad de Selenium WebDriver en la automatización de Pruebas en sistemas institucionales. Sin embargo, estos trabajos se concentran en agencias estatales y federal. Esto crea la brecha que motiva este estudio: la ausencia, en la literatura nacional, de informes sobre la aplicación de un proceso de pruebas funcionales documentado y automatizado — articulando Normas de documentación, modelos de calidad y automatización para sistemas de gestión municipal. integrado en iniciativas de ciudades inteligentes, un contexto en el que el personal, el presupuesto y otras limitaciones Los niveles de madurez de los procesos difieren sustancialmente entre los ámbitos estatal y federal. Ante este escenario, la pregunta que guía este trabajo es si se cumplen los requisitos funcionales de Conecta. Los servicios de Canaã se prestan según lo especificado, con el fin de garantizar la fiabilidad exigida por la dirección. público digital. El objetivo general es someter el sistema a pruebas de funcionalidad que garanticen la Satisfacer las necesidades operativas del Municipio de Canaã dos Carajás. Específicamente, La intención es planificar y diseñar las pruebas de acuerdo con el estándar IEEE 829-2008; implementarlas con el Marco de trabajo Selenium ; ejecútelos en los tres perfiles de usuario y escenarios operativos relevantes; Analice los resultados a la luz de la adecuación funcional de la norma ISO/IEC 25010 y documente el proceso en consecuencia. protocolo replicable. Por lo tanto, se articulan los tres pilares que sustentan el enfoque: IEEE 829-2008, que proporciona la documentación y el protocolo de implementación; ISO/IEC 25010, que define los criterios.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS – Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

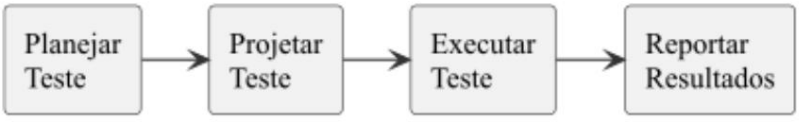
Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 10 de octubre de 2026 | Aceptación: 15 de octubre de 2026 | Publicación: 29 de octubre de 2026

de calidad; y Selenium, que permite la automatización. Cabe reconocer que IEEE 829-2008 fue formalmente reemplazada por la familia ISO/IEC/IEEE 29119 (Organización Internacional para la Seguridad de las Comunicaciones). Estandarización, 2022); su adopción se justifica por la simplicidad y concisión de sus elementos. documental: más adecuado para el tamaño del proyecto y el equipo involucrado que la estructura naturaleza multipartita del estándar sucesor, debido a la amplia base de literatura y herramientas que hacen referencia a él y porque sus documentos se pueden mapear directamente a los artefactos correspondientes de ISO/IEC/IEEE 29119-3, que preserva la validez metodológica del protocolo.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se caracteriza por ser un estudio de caso técnico de carácter aplicado: una evaluación. Análisis empírico de software realizado en un sistema real, utilizando un enfoque cuantitativo y descriptivo, sin manipulación de variables, grupos de comparación o hipótesis experimentales, y está estructurado en torno a las cuatro etapas recomendadas por la norma IEEE 829-2008: planificación, diseño, ejecución y análisis de los resultados que constituyen tanto el marco como el procedimiento del estudio. La norma proporciona un conjunto estandarizado de directrices para documentar y realizar pruebas de software, que promueve la coherencia, la trazabilidad y la comunicación entre los involucrados (IEEE) (Computer Society, 2008). La figura 2 resume la secuencia de estos pasos: en la planificación, Se definen el objetivo, el enfoque, los elementos que se van a probar, los recursos y los riesgos; en el proyecto, se especifican los casos . Pruebas, datos y entorno; durante la ejecución, se aplican los casos y se registran los resultados, siendo cada uno... La divergencia se trata como un defecto; y en el análisis, los datos se evalúan para comprobar la eficacia de sistema. Como lente interpretativa para esta etapa final, se adoptó la adecuación funcional de ISO/IEC. 25010, cuyas subcaracterísticas —completitud, corrección y adecuación— guían el juicio sobre el cumplimiento de los requisitos (Estdale y Georgiadou, 2018).

Figura 2 – Diagrama de flujo parcial del proceso IEEE 829-2008



Fuente: Adaptado de IEEE Computer Society (2008).

2.1 Sistema Conecta Canaã

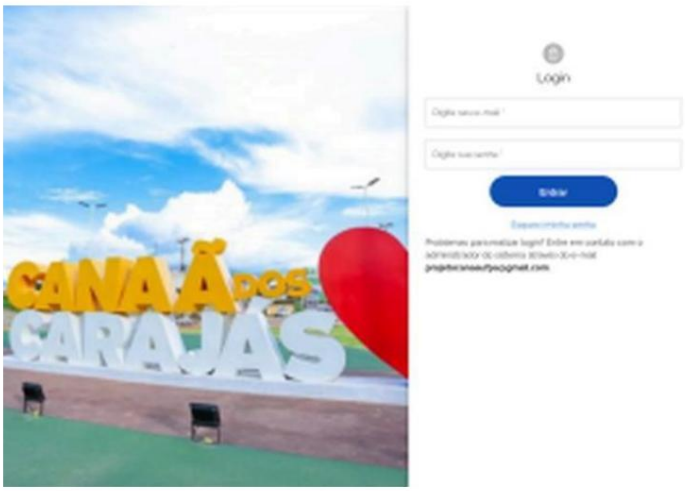
Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS – Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 10 de octubre de 2026 | Aceptación: 15 de octubre de 2026 | Publicación: 29 de octubre de 2026

Conecta Canaã Web1 es un entorno de gestión pública que permite a PMCC administrar
Solicitudes de mantenimiento urbano, denuncias de infracciones y reclamaciones relacionadas con el Código de Conducta.
de Canaã dos Carajás (Ley Municipal N° 694/2015) y a la Oficina del Defensor del Pueblo. Sus funciones se distribuyen:
si se divide en tres perfiles de usuario: el Ejecutor, responsable de resolver los incidentes dirigidos a él/ella;
El Controlador, que designa a los agentes encargados de hacer cumplir la ley, interactúa con los ciudadanos y cambia el estado de los incidentes;
y el Administrador, responsable de preparar informes y registrar nuevos usuarios. Desarrollado en
Utilizando JavaScript y TypeScript con la biblioteca React en la capa de interfaz, el sistema adopta una arquitectura
Arquitectura cliente-servidor de tres niveles: presentación (navegador Google Chrome), lógica (servidor).
Ubuntu con NGINX) y datos (MongoDB 7.0) — y está alojado en la infraestructura en la nube de
municipio. La figura 3 muestra su pantalla de acceso. Las pruebas reportadas en este artículo fueron planificadas y
Ejecutado en agosto de 2024, sobre la versión vigente del sistema en ese momento, en un entorno de pruebas.
El sistema recibió actualizaciones después de esa fecha, por lo que los resultados que se informan aquí son...
Estas cifras deben interpretarse como una instantánea de la versión evaluada en agosto de 2024, y no del estado actual de la...
plataforma.

Figura 3 – Pantalla de inicio de sesión del sistema Conecta Canaã



Fuente: Autor (2024).

2.2 Planificación de pruebas

La fase de planificación comenzó con la identificación de los requisitos funcionales del sistema, derivados de...
necesidades y expectativas del usuario (FNR Machado, 2015; Sommerville, 2011).
La encuesta identificó treinta requisitos funcionales en todo el sistema en su conjunto, distribuidos entre los tres

[1] Disponible en: https://conecta.smartcitycanaadoscarajas.com.br/

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS - Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 10 de octubre de 2026 | Aceptación: 15 de octubre de 2026 | Publicación: 29 de octubre de 2026

perfiles de usuario. Dado este volumen, la selección se basó en tres criterios: frecuencia de uso, relevancia para el funcionamiento central y la complejidad del requisito, aplicada por el propio autor, basado en su conocimiento del sistema y funcionamiento del PMCC. Frecuencia de uso considerada La recurrencia de la funcionalidad en la rutina de los tres perfiles; relevancia priorizó los requisitos sin la lo que haría inviable el flujo de trabajo central para el registro, procesamiento y monitoreo de incidentes; y la complejidad favoreció las funcionalidades con un mayor número de pasos de interacción y reglas de Validación, debido al mayor riesgo de defectos. No se adoptó una escala numérica, ni se asignó No se utilizaron ponderaciones ni una matriz de decisión formal, ni tampoco hubo participación de otros evaluadores en la priorización. — limitación señalada en la Sección 4.1. El proceso dio como resultado los siete requisitos distribuidos entre los tres Los perfiles presentados en la Tabla 1 representan aproximadamente una cuarta parte de los requisitos totales. Funcionalidades del sistema.

Tabla 1 – Requisitos funcionales seleccionados

Perfil	IDENTIFICACIÓN	Requisito funcional
Controlador	RF 01	Agregar comentario
Ejecutor	RF 02	Ver incidente
Ejecutor	RF 03	Ver comentario
Administrador	RF 04	Acceso
Administrador	RF 05	Registrar usuario
Administrador	RF 06	Aplicar filtros de búsqueda
Administrador	RF 07	Ver incidentes

Fuente: Autor (2024).

La definición de los casos de prueba se basó en los casos de uso correspondientes, que describen... funcionalidades desde la perspectiva del usuario y facilitan la derivación de pruebas capaces de abarcar todas los requisitos (Sommerville, 2011). Las figuras 4 y 5 ilustran, respectivamente, los casos de uso de Registro de usuarios y listado de ocurrencias. Como señalan Craig y Jaskiel (2002), un caso de La prueba especifica una condición que debe verificarse, con valores de entrada, restricciones de ejecución y... resultado esperado; en el modelo de proceso adoptado (Sommerville, 2011), resumido en la Figura 6, Esta especificación constituye el paso inicial en la implementación de las pruebas. A partir de este mapeo, Se desarrollaron tres casos de prueba para los perfiles de Ejecutor y Controlador, y nueve para el... Administradores, doce en total, cuya correspondencia con los requisitos se detalla en la Tabla 2.

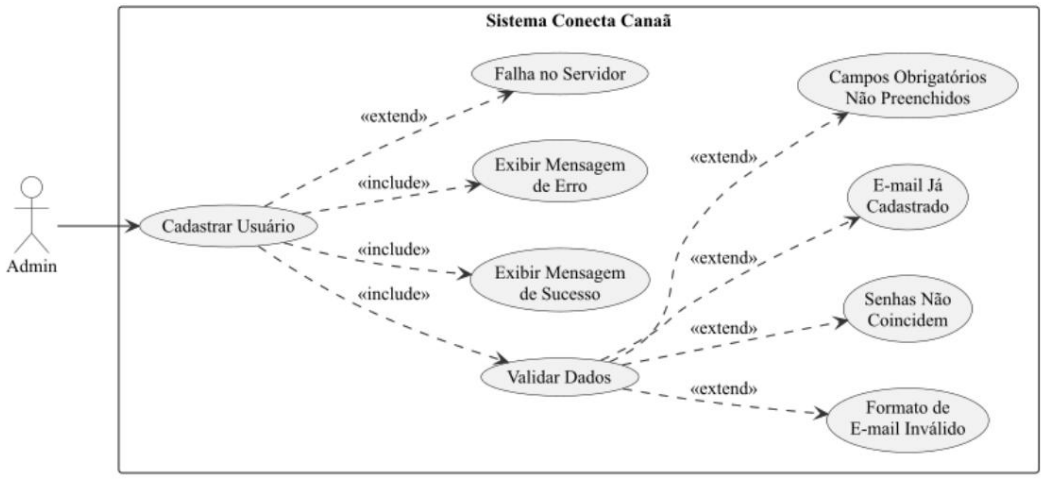
Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS – Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 10 de octubre de 2026 | Aceptación: 15 de octubre de 2026 | Publicación: 29 de octubre de 2026

En términos cuantitativos, el conjunto cubre los siete requisitos seleccionados con un promedio de 1,7 casos por Requisito: RF 01 a RF 03 tienen cada uno un escenario de flujo principal; RF 04 a RF 06, con un Hay un escenario válido y un escenario inválido cada uno; y RF 07, con tres escenarios de visualización. Tres de los doce casos (25%) flujos de excepción de ejercicio: credenciales no válidas (TC 05), registro duplicado (TC 07) y búsqueda de código inexistente (TC 09) —, habiendo sido ejecutados los doce casos de una manera Automatizado. Esta versión del paquete no incluye técnicas sistemáticas de pruebas negativas como Análisis de valores límite, campos vacíos, datos mal formados, longitudes máximas, caracteres combinaciones de entrada especiales e inválidas; esta restricción fue resultado de la priorización de flujos. Excepciones principales y más frecuentes en el funcionamiento real del sistema, dentro del plazo disponible para el estudio, y se reconoce como una limitación en la Sección 4.1.

Figura 4 – Caso de uso de registro de usuario



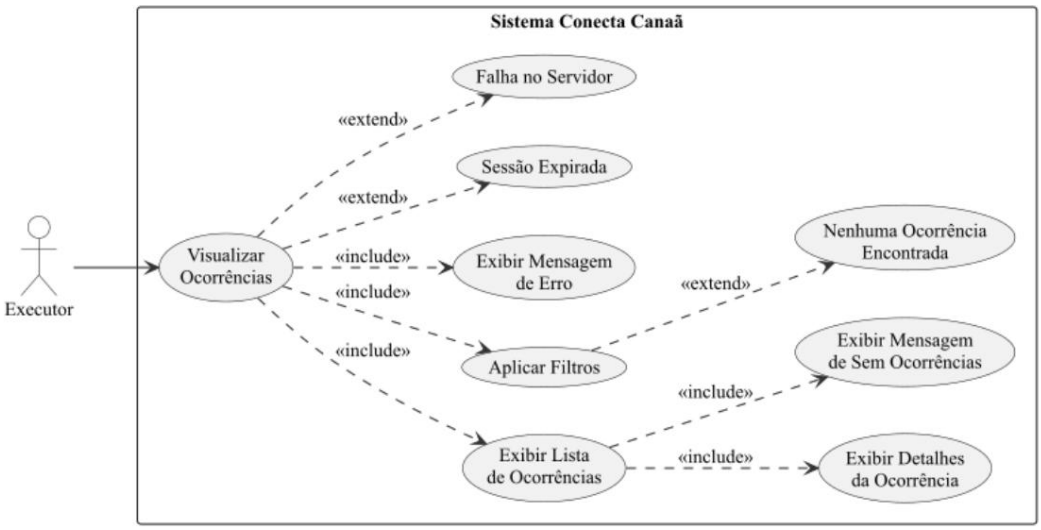
Fuente: Autor (2024).

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS – Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

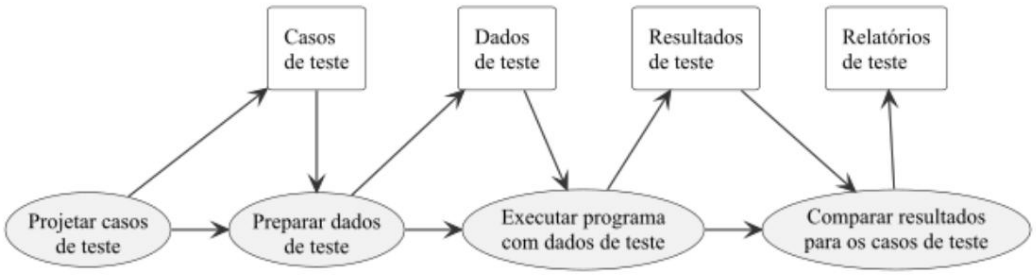
Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 10 de octubre de 2026 | Aceptación: 15 de octubre de 2026 | Publicación: 29 de octubre de 2026

Figura 5 – Caso de uso para la lista de ocurrencias



Fuente: Autor (2024).

Figura 6 – Modelo de proceso de pruebas de software



Fuente: Sommerville (2011).

2.3 Diseño de la prueba

Una vez definidos los casos, se decidió implementarlos como pruebas funcionales automatizadas. La actividad
Las pruebas se pueden clasificar en cuatro dimensiones: el estado de la prueba (unidad, integración o sistema),
la técnica empleada (caja negra, caja blanca, regresión), el objetivo perseguido (funcional, de
interfaz, rendimiento, seguridad) y el entorno en el que se implementa, como las aplicaciones web.
(Molinari, 2008). El presente estudio se sitúa dentro del objetivo funcional, utilizando la técnica de caja negra, en
Entorno web. Las pruebas funcionales evalúan el software en función de sus especificaciones, sin acceso a la web.
código fuente —por eso también se le llama prueba de caja negra— buscando discrepancias.
entre el comportamiento observado y el esperado (Myers et al., 2012). Su automatización, que delega la
Los scripts se encargan de la ejecución y la verificación de los resultados, lo que reduce el esfuerzo humano y acelera la repetición.
Reduce los costos (Bernardo y Kon, 2008; Dustin et al., 2009), un beneficio significativo si se considera...

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS - Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 10 de octubre de 2026 | Aceptación: 15 de octubre de 2026 | Publicación: 29 de octubre de 2026

que la actividad de pruebas puede consumir entre el 30% y el 35% del esfuerzo total de un proyecto (Mustofa & Fajar, 2018).

Tabla 2 – Mapeo de casos de prueba

RF	TC	Caso de prueba
RF 01	TC 01	Añade un comentario al incidente.
RF 02	TC 02	Ver informe de incidentes ciudadanos
RF 03	TC 03	Ver comentario del informe del incidente
RF 04	TC 04	Inicia sesión con credenciales válidas.
RF 04	TC 05	Iniciar sesión con credenciales no válidas
RF 05	TC 06	Registra un nuevo usuario administrador.
RF 05	TC 07	Registra un usuario existente.
RF 06	TC 08	Aplicar filtro de búsqueda de código
RF 06	TC 09	Búsqueda sin código disponible.
RF 07	TC 10	Ver casos abiertos
RF 07	TC 11	Ver incidentes finalizados
RF 07	TC 12	Ver incidentes sin ubicación.

Fuente: Autor (2024).

La automatización se llevó a cabo utilizando el framework Selenium , una referencia consolidada para aplicaciones web. Concebido en 2004 como una alternativa a la ineficiencia de las pruebas manuales (Gomes, 2024), Selenium WebDriver accede al DOM de la página e interactúa directamente con sus elementos: clics, Rellenar formularios y validar las respuestas: replicar fielmente acciones de la vida real. del usuario (Fernandes, 2020; Romanini y Sotto, 2019). Su adopción se basó en tres factores: a Eficiencia para cubrir múltiples perfiles y escenarios, compatibilidad con Google Chrome — plataforma de acceso al sistema — e integración con el lenguaje Python, utilizado en desarrollo de guiones .

La configuración de la automatización tuvo en cuenta los atributos que ISTQB asocia con su eficacia: la arquitectura. Automatización de pruebas, alineada con la arquitectura del sistema bajo prueba; minimizando las dependencias. entre la interfaz gráfica y la lógica de interacción; y la elección de un marco intuitivo y bien definido . documentado, equilibrando costos, beneficios y riesgos (ISTQB, 2016). La combinación de Selenium y

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

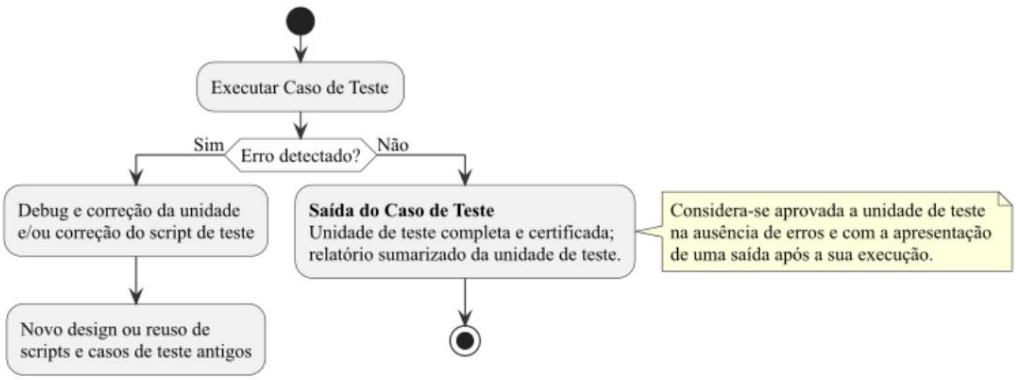
Machine Translated by Google
RCMOS – Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 10 de octubre de 2026 | Aceptación: 15 de octubre de 2026 | Publicación: 29 de octubre de 2026

Python cumple con estos requisitos, además de facilitar el mantenimiento y la reejecución de los scripts en cada ocasión.
nueva versión del sistema.

Las pruebas se realizaron en un entorno de homologación aislado de la producción, una condición que impidió cualquier...
interferencia con los datos reales del municipio durante la verificación. En este entorno, se crearon los siguientes:
Se crearon tres perfiles de usuario y se extrajo una muestra de 30 ocurrencias de la base de datos, que consiste en:
20 casos abiertos y 10 completados: los registros sin información de ubicación, requerida por TC 12,
Constituyen un subconjunto de estos dos grupos, y no una tercera categoría, ya que la ausencia de
Las coordenadas geográficas son un atributo independiente de la etapa de procesamiento del caso. La composición
Esto cubre, por lo tanto, los escenarios requeridos por los casos de prueba del panel de control (TC 10 a TC 12).
La muestra sirvió como referencia para comparar los valores mostrados por la interfaz con los registros.
almacenado de forma eficaz, lo que hace que la verificación de la apropiabilidad funcional sea objetiva.
La descripción de los escenarios siguió el formato estándar de Lino (2021), reconocido por su objetividad.
El flujo de trabajo adoptado se muestra en la Figura 7: una vez que se obtiene un resultado concluyente, el caso se cierra.
y se revisa únicamente en respuesta a cambios en la funcionalidad; de lo contrario, se genera un informe.
El defecto ha sido comunicado al equipo de desarrollo.

Figura 7 – Diagrama de flujo de ejecución de los casos de prueba



Fuente: Lino (2021).

2.4 Entorno de ejecución y reproducibilidad

Para permitir la replicación independiente de las pruebas, se registran las condiciones en las que se realizaron.
Los scripts se desarrollaron en Python 3.10 con Selenium 4.21.0 y se ejecutaron con el framework.
pytest 8.3.2 en el sistema operativo Ubuntu 22.04, en la versión del navegador Google Chrome
Corriente estable en el momento de la ejecución (agosto de 2024), con ChromeDriver habilitado.
automáticamente mediante el paquete chromedriver-autoinstaller 0.6.4, que resuelve el problema en tiempo de ejecución.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS - Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 10 de octubre de 2026 | Aceptación: 15 de octubre de 2026 | Publicación: 29 de octubre de 2026

La versión del controlador es compatible con el navegador instalado, razón por la cual el paquete permanece
Funciona en versiones posteriores de Chrome sin necesidad de ajustes manuales. Las dependencias están declaradas.
en el archivo requirements.txt del repositorio (Pessoa, 2024), y la ejecución se realiza utilizando el comando pytest,
con parámetros de entorno (URL del sistema y credenciales de perfil de prueba) proporcionados por
Variables de entorno. La correspondencia entre scripts y casos está documentada en el archivo.
El archivo README del repositorio tiene una función automatizada para cada uno de los doce casos:
test_controller_report_executor.py cubre TC 01 a TC 03; test_login.py, TC 04 y TC 05;
test_register_user.py, TC 06 y TC 07; test_occurrence_no_location.py, TC 08, TC 09 y TC 12; y
test_dashboard.py, TC 10 y TC 11. Datos de prueba: perfiles de usuario y ejemplos de ocurrencias.
— fueron creados sintéticamente en el entorno de homologación, con el apoyo de la biblioteca Faker para el
Generación de datos de registro sin utilizar datos personales reales. Entre las ejecuciones, la base de datos de
El proceso de homologación se restauró a partir de un volcado guardado previamente , lo que garantizó el estado inicial.
idéntico en cada ronda y permitió la reejecución de casos que alteran datos, como el registro de
Usuario (TC 06). Cada caso se ejecutó cinco veces, obteniéndose resultados consistentes en todos ellos.
Repeticiones y registro en el formato estándar y generación de informes HTML por pytest-html-reporter.
versionado en el directorio de informes del repositorio; la repetición quíntuple de cada caso sirvió, en sí misma,
como control para pruebas inestables (pruebas descamadas), no se observó variación en el resultado entre
las rondas.

2.5 Ejecución

La implementación tomó la forma de scripts de automatización desarrollados en Python con Selenium y versionados en
un repositorio público2 (Pessoa, 2024). La figura 8 ilustra la rutina de autenticación:

La función de inicio de sesión abre la URL proporcionada, localiza y completa los campos de correo electrónico y contraseña, y envía la solicitud.
El formulario comprueba si existe un elemento que indique que el acceso fue exitoso y devuelve True.
o Falso. Cada caso fue documentado según el formulario estándar, con código, perfil y requisito.
asociado, condición previa, procedimiento y resultado esperado. Las tablas 3, 4 y 5 reproducen un
un ejemplo representativo de cada perfil: la inclusión de una opinión técnica del Controlador,
Visualización restringida de los eventos por parte del albacea y el intento de autenticación con credenciales.
invalidado por el Administrador, mientras que los casos restantes siguen la estructura trazada en la Tabla 2.

[2] Disponible en: https://github.com/ramon141/-canaa-conecta-web-tester

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS - Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 10 de octubre de 2026 | Aceptación: 15 de octubre de 2026 | Publicación: 29 de octubre de 2026

Figura 8 – Rutina de autenticación automatizada con Selenium

```
def login(browser, email, password) -> bool:
    browser.driver.get(os.getenv('HOME_PAGE'))

    email_field = browser.driver.find_element(
        By.XPATH, "//div[contains(@class,"
        "'MuiFormControl-root')][1]//input")
    email_field.clear()
    email_field.send_keys(email)

    password_field = browser.driver.find_element(
        By.XPATH, "//div[contains(@class,"
        "'MuiFormControl-root')][2]//input")
    password_field.clear()
    password_field.send_keys(password)

    browser.driver.find_element(
        By.XPATH, "//button[@type='submit']").click()

    try:
        browser.wait.until(EC.presence_of_element_located
        (
            (By.XPATH, "//*[contains(text(),"
            "'Ocorrencias Comuns')]")))
        return True
    except:
        return False
```

Fuente: Autor (2024).

Tabla 3 – TC 01 – Agregar comentario a la ocurrencia

Campo	Descripción
Código	TC 01
Perfil	Controlador
RF	RF 01
Condición previa	Estar en la pantalla de inicio de sesión
Procedimiento	1. Inicie sesión con las credenciales del controlador. 2. Seleccione el incidente y haga clic en Ver detalles. 3. Rellene el campo de opinión técnica. 4. Haga clic en Realizar opinión 5. Confirmar envío
Resultado esperado	"Informe registrado correctamente."
Fecha	16/08/2024
Resultado	Aprobado

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS – Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 10 de octubre de 2026 | Aceptación: 15 de octubre de 2026 | Publicación: 29 de octubre de 2026

Fuente: Autor (2024).

Tabla 4 – TC 02 – Ver ocurrencia ciudadana

Campo	Descripción
Código	TC 02
Perfil	Ejecutor
RF	RF 02
Condición previa	Estar en la pantalla de inicio de sesión
Procedimiento	1. Inicie sesión utilizando las credenciales del ejecutor.
Resultado esperado	Visualice únicamente las incidencias dirigidas al albacea específico.
Fecha	16/08/2024
Resultado	Aprobado

Fuente: Autor (2024).

Tabla 5 – TC 05 – Inicio de sesión con credenciales no válidas

Campo	Descripción
Código	TC 05
Perfil	Administrador
RF	RF 04
Condición previa	Estar en la página de inicio de sesión
Procedimiento	1. Se ha introducido una dirección de correo electrónico no válida. 2. Contraseña incorrecta. 3. Haga clic en el botón Entrar.
Resultado esperado	"Se ha producido un problema al iniciar sesión, ¡por favor, compruebe sus credenciales!"
Fecha	16/08/2024
Resultado	Aprobado

Fuente: Autor (2024).

3 RESULTADOS

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS - Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 10 de octubre de 2026 | Aceptación: 15 de octubre de 2026 | Publicación: 29 de octubre de 2026

La ejecución de los doce casos de prueba siguió el procedimiento previsto al pie de la letra, y sus resultados...
Los datos se consolidaron en la Tabla 6, organizada por requisito funcional y perfil de usuario. Todos ellos
Los casos fueron aprobados, lo que resultó en una tasa de éxito del 100%.
En el perfil del Controlador, TC 01 confirmó la inclusión de una opinión técnica en un incidente: después de la
Tras completar el campo técnico y confirmar el envío, el sistema devolvió el mensaje "Opinión".
"Registrado correctamente.", cumpliendo con RF 01. En el perfil del ejecutor, TC 02 y TC 03 mostraron...
que cada usuario vea exclusivamente los sucesos y comentarios dirigidos a él, sin
El acceso a los registros de otros albaceas confirma que se mantiene el aislamiento entre perfiles.
tal como se prevé en RF 02 y RF 03.
El mayor número de casos se concentró en el perfil de Administrador, distribuidos en cuatro requisitos.
El módulo de autenticación aceptó las credenciales válidas, lo que condujo al panel de control (TC 04) y
Los no válidos fueron bloqueados con el mensaje de alerta correspondiente (TC 05), de acuerdo con RF 04.
El proceso de registro de usuarios funcionó correctamente al registrar un nuevo administrador (TC 06) y al rechazar el
registro de correo electrónico existente (TC 07), preservando la unicidad requerida por RF 05. Los filtros de
La búsqueda, a su vez, arrojó resultados precisos cuando se consultó un código válido (TC 08) y
Indicaron una falta de correspondencia cuando el código no existía (TC 09), de acuerdo con
RF 06.
Finalmente, los casos asociados con RF 07 verificaron la precisión del panel de control: se aplicó el filtro.
Durante el período comprendido entre el 01/01/2021 y el 16/08/2024, el sistema registró 20 ocurrencias abiertas (TC 10) y
10 completadas (TC 11) — lo que suma un total de 30 en la muestra. —, además de mostrar correctamente las ocurrencias
sin ubicación registrada (TC 12), un subconjunto de los dos grupos anteriores. En todos los casos, el
Los valores mostrados por la interfaz coincidían con los 30 registros extraídos de la base de datos.
Aprobación, sin discrepancias.

Tabla 6 – Resultados consolidados de los casos de prueba

TC	RF	Descripción	Res.
TC 01	RF 01	Añadir comentario	DE ACUERDO
TC 02	RF 02	Ver ocurrencia	DE ACUERDO
TC 03	RF 03	Ver comentario	DE ACUERDO
TC 04	RF 04	Inicio de sesión válido	DE ACUERDO
TC 05	RF 04	Inicio de sesión no válido	DE ACUERDO
TC 06	RF 05	Registrar usuario	DE ACUERDO

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS - Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 10 de octubre de 2026 | Aceptación: 15 de octubre de 2026 | Publicación: 29 de octubre de 2026

TC	RF	Descripción	Res.
TC 07	RF 05	Usuario duplicado	DE ACUERDO
TC 08	RF 06	Filtrar por código	DE ACUERDO
TC 09	RF 06	El filtro no existe.	DE ACUERDO
TC 10	RF 07	Incidentes abiertos	DE ACUERDO
TC 11	RF 07	Incidentes completados	DE ACUERDO
TC 12	RF 07	Sin ubicación	DE ACUERDO

Fuente: Autor (2024).

4. DISCUSIÓN

La aprobación total de los casos de prueba debe interpretarse con precisión: significa que los doce
Los casos superaron las condiciones evaluadas, y es dentro de este ámbito que se produce la interpretación por subcaracterísticas.
Respecto a la adecuación funcional de ISO/IEC 25010 (Estdale y Georgiadou, 2018). La evidencia más sólida
Esto se refiere a la corrección funcional —la exactitud de los resultados producidos— respaldada por ambas pruebas.
autenticación (TC 04 y TC 05) y registro con verificación de unicidad (TC 06 y TC 07), que
Confirmaron el comportamiento correcto tanto en flujos válidos como en flujos de excepción, así como por coincidencia.
entre los valores mostrados por el panel de control y los registros en la base de datos de homologación (TC 10 a TC 12).
En cuanto a la completitud funcional —el alcance de las funciones en relación con las tareas del usuario—,
Los resultados ofrecen solo evidencia parcial: los doce casos cubren los siete requisitos priorizados.
pero no abarca la totalidad de las funcionalidades del sistema, por lo que no se puede afirmar que sea completo.
Idoneidad funcional del producto en su conjunto. De manera similar, idoneidad funcional : idoneidad
desde las funciones hasta los objetivos especificados, encuentra evidencia favorable en el hecho de que los flujos evaluados
para cumplir las tareas para las que están destinados, pero la demostración completa de esto requeriría una evaluación por parte de la
usuarios finales, lo cual escapa al alcance de este estudio.
Estos hallazgos confirman la eficacia de un proceso de prueba estructurado de cuatro pasos frente a
informalidad de los enfoques ad hoc, señalados por Lima (2023) como una fuente de baja cobertura y
confiabilidad en los sistemas gubernamentales. La automatización con Selenium ha extendido esta ganancia a
abarcando múltiples perfiles con un margen de error humano menor y mayor precisión que la verificación.
manual (Romanini y Sotto, 2019), de acuerdo con las directrices ISTQB sobre la relación entre
costo, beneficio y riesgo (ISTQB, 2016).
Una comparación con la literatura sitúa la contribución a lo largo de dos ejes. En cuanto a la viabilidad técnica, la

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 10 de octubre de 2026 | Aceptación: 15 de octubre de 2026 | Publicación: 29 de octubre de 2026

Los resultados son consistentes con los de Fernandes (2020), quien confirmó la idoneidad del selenio.
WebDriver se ha utilizado para automatizar las pruebas en sistemas web institucionales, y ahora se está ampliando esta evidencia.
al ámbito de la gestión municipal. En cuanto al resultado, el contraste con Gomes (2024) es esclarecedor:
Si bien la automatización aplicada al Tribunal de Cuentas de Rio Grande do Norte reveló fallas reales,
Incluyendo la seguridad, Conecta Canaã no reportó fallas funcionales. Esta diferencia no disminuye...
El valor del procedimiento — por el contrario, un conjunto de pruebas que no encuentra defectos es solo
informativo cuando se deriva de un protocolo riguroso, capaz de distinguir la ausencia de fallos de
ausencia de verificación —y encuentra una explicación plausible en el estado de madurez del sistema.
Evaluación: En el momento de la prueba, Conecta Canaã llevaba aproximadamente dos años en producción.
con más de 2600 ocurrencias procesadas (Bacelar et al., 2025), de modo que los flujos principales
Los métodos utilizados aquí ya habían sido ampliamente probados y perfeccionados mediante su uso en el mundo real. Algunos-
Esto es lo que priorizó el conjunto de pruebas, centrándose en los flujos principales y de excepción frecuentes, escenarios en los que se producen defectos...
Es menos probable que queden restos en un sistema estable, lo que refuerza el argumento de Andrea.
(2007) sobre el papel de las pruebas sistemáticas en la calidad del producto sin autorizar generalizaciones
Respecto a la ausencia de defectos.

Más allá de la detección de defectos, la adopción de la norma IEEE 829-2008 aportó valor añadido mediante la estandarización.
Documental. La formalización de cada caso en código, perfil, requisito asociado, precondición,
El procedimiento y el resultado esperado establecieron una trazabilidad explícita entre los requisitos y...
La evidencia de prueba, una condición que respalda las auditorías, facilita la comunicación dentro del equipo y permite
Vuelva a ejecutar la verificación con cada cambio en el sistema: una ventaja que no se obtiene con los enfoques informales.
Esta trazabilidad es particularmente relevante en la administración pública, donde la rendición de cuentas y...
La transparencia es una parte integral del propósito del sistema.
En términos de implicaciones, el resultado documenta un caso de aplicación de un proceso estructurado de
Las pruebas en el sistema de gestión pública municipal contribuyen a la densificación —que aún está en sus inicios—.
de iniciativas brasileñas de ciudades inteligentes (Lazzaretti et al., 2019); asegurando la verificación
Al abordar sistemáticamente las funcionalidades críticas, el proceso puede contribuir indirectamente a generar confianza.
público en los servicios digitales, un elemento crítico de su legitimidad (Purbaratri y Krisnawaty, 2023).
aunque esta relación no se midió en este estudio.

4.1 Amenazas a la validez

En cuanto a la validez de constructo, la tasa de aprobación del 100% solo mide la conformidad de los doce.
casos bajo las condiciones evaluadas; no constituye una medida de robustez, confiabilidad general o
ausencia de defectos, y la asociación con las subcaracterísticas de ISO/IEC 25010 se restringe a

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS – Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 10 de octubre de 2026 | Aceptación: 15 de octubre de 2026 | Publicación: 29 de octubre de 2026

como se indicó al comienzo de esta sección. En cuanto a la validez interna, las pruebas se realizaron en un entorno de aprobación, basada en una muestra controlada de 30 ocurrencias y datos sintéticos, condiciones no necesariamente equivalente al entorno de producción bajo carga real; además, los scripts eran Creado y ejecutado por el propio autor, sin verificación independiente. La selección de siete Los requisitos también se determinaron individualmente, sin escalas numéricas, ponderaciones explícitas ni consenso. entre los revisores, lo que lo hace susceptible a sesgos de juicio y limita la demostración de representatividad en relación con las funcionalidades generales del sistema. En cuanto a la validez externa, se ocupa de... Si se trata de un único estudio de caso, sobre un sistema y municipio específicos: el protocolo es replicable, Sin embargo, los resultados no son generalizables a otros sistemas sin una aplicación adicional. En cuanto a la validez de En conclusión, aunque cada caso se repitió cinco veces con resultados estables, lo que reduce la riesgo de resultados aleatorios o pruebas inestables, el pequeño número de casos (doce) y la ausencia La variación experimental entre repeticiones impide cualquier tratamiento estadístico inferencial de la... Resultados. Finalmente, se señalan las limitaciones de la automatización adoptada: los scripts de Selenium dependen de los selectores de interfaz —los cambios de diseño requieren mantenimiento—, compruebæl comportamiento observable por el navegador sin inspeccionar la lógica del servidor, y el conjunto no incorpora técnicas Sistemas de prueba negativos, como el análisis de valores límite y los datos mal formados, según tratado en la Sección 2.2.

5 CONCLUSIONES

Este trabajo aplicó sistemáticamente pruebas de funcionalidad al sistema web Conecta Canaã. articular el estándar IEEE 829-2008 como un protocolo para la planificación, el diseño, la ejecución y el análisis; ISO/IEC 25010 como referencia de calidad; y el marco de trabajo Selenium como herramienta para automatización. La aprobación de los doce casos de prueba en los tres perfiles de usuario demuestra que el sistema En las condiciones evaluadas, cumple con los siete requisitos funcionales seleccionados, operando de acuerdo con... Especificaciones dentro del alcance verificado.

Del estudio se derivan tres contribuciones: la demostración empírica de que la norma IEEE 829-2008 es aplicable. y eficaz para documentar y realizar pruebas en sistemas de gobierno electrónico municipales; la producción evidencia de corrección funcional de Conecta Canaã — con indicaciones parciales de completitud y apropiabilidad, restringida a los requisitos evaluados — de acuerdo con la norma ISO/IEC 25010; y disponibilidad de un protocolo replicable para pruebas automatizadas de sistemas de tamaño similar, alineado con Agenda para la modernización de la gestión pública y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Souza) et al., 2025). Más allá de la mera mejora técnica, el proceso estructurado garantizó la trazabilidad entre Los requisitos y las pruebas realizadas son atributos que respaldan las auditorías y pueden contribuir a generar confianza.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 10 de octubre de 2026 | Aceptación: 15 de octubre de 2026 | Publicación: 29 de octubre de 2026

de los ciudadanos en los servicios públicos digitales (Purbaratri & Krisnawaty, 2023).

Sin embargo, se reconocen las limitaciones: las pruebas se restringieron al entorno de homologación y a un...

muestra controlada; los doce casos cubren siete requisitos funcionales, sin agotar todas las funcionalidades.

del sistema; y el alcance se limitó a la dimensión funcional, sin considerar el rendimiento, la seguridad y

usabilidad. Como paso adicional, se sugiere la incorporación de técnicas de prueba sistemáticas.

Negativo: análisis de valores límite, campos vacíos, datos con formato incorrecto y combinaciones no válidas.

—, la ampliación a los requisitos no funcionales de las otras características de ISO/IEC 25010, la

integrar pruebas en una canalización de integración continua y entrega continua , como lo ejemplifica la experiencia de

Gomes (2024), y la replicación de la metodología en otros sistemas de la red de ciudades inteligentes de

Pará, lo que permite realizar estudios comparativos de calidad entre municipios.

REFERENCIAS

Andrea, J. (2007). Visualizando la próxima generación de herramientas de pruebas funcionales. IEEE Software, 24. https://doi.org/10.1109/MS.2007.73

Bacelar, P., Broechl, G., Sousa, M., Kuribayashi, H., Vijaykumar, N. y Francês, CR (2025). Sistema Integrado Conecta Canaã: Una Solución Arquitectónica para Mitigar las Dificultades de la Urbanización Emergente. Actas del XXVII Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Software (CIbSE).

Bartié, A. (2002). Aseguramiento de la calidad del software: adquisición de la madurez organizacional (1.ª ed.). Elsevier.

Batty, M., et al. (2012). Ciudades inteligentes del futuro. The European Physical Journal Special Topics, 214(1), 481–518. https://doi.org/10.1140/epjst/e2012-01703-3

Bernardo, PC, & Kon, F. (2008). La importancia de las pruebas automatizadas. Software Engineering Magazine, 1(3), 54–57. Recuperado el 25 de https://www.ime.usp.br/~kon/papers/EngSoftMagazineIntroducaoTestes.pdf Agosto 2024,

Craig, R. D., & Jaskiel, S. P. (2002). Pruebas sistemáticas de software (1.ª ed.). Artech House Publishers.

Dustin, E., Garrett, T., & Gauf, B. (2009). Implementación de pruebas de software automatizadas: cómo ahorrar tiempo y reducir costos al tiempo que se mejora la calidad (1.ª ed.). Addison-Wesley Professional.

Estdale, J., & Georgiadou, E. (2018). Aplicación de los modelos de calidad ISO/IEC 25010 a la mejora de procesos de productos de software, sistemas, software y servicios. EuroSPI 2018, 896, 492–503. https://doi.org/10.1007/978-3-319-97925-0_42

Fernandes, GS (2020). Automatización de pruebas con Selenium WebDriver aplicada al sistema de distribución de cursos [Tesis de licenciatura (Ingeniería en Sistemas de Información)]. Universidad Federal de Uberlândia, Facultad de Informática. Recuperado el 13 de julio de 2026 de https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/31143

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS – Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 10 de octubre de 2026 | Aceptación: 15 de octubre de 2026 | Publicación: 29 de octubre de 2026

Gomes, RL (2024). Desarrollo y evaluación de una estrategia de automatización de pruebas basada en Cypress para el TCE-RN [Proyecto final (Especialización en Tecnologías de la Información Aplicadas)]. Universidad Federal de Rio Grande do Norte, Instituto Digital Metropolis.

IEEE Computer Society. (2008). 829-2008 — Norma IEEE para pruebas de software y sistemas. IEEE Computer Society. Fredericksburg, VA, EE. UU.

Instituto Brasileño de Geografía y Estadística. (2022). Censo 2022 — Canaã dos Carajás. Recuperado el 1 de enero de 2025 de https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/canaa-dos-carajas.html

Organización Internacional de Normalización. (2011). ISO/IEC 25010:2011 — Ingeniería de sistemas y software — Requisitos y evaluación de la calidad de sistemas y software (SQuaRE) — Modelos de calidad de sistemas y software. ISO/IEC. Ginebra.

Organización Internacional de Normalización. (2022). ISO/IEC/IEEE 29119-1:2022 — Ingeniería de software y sistemas — Pruebas de software — Parte 1: Conceptos generales. ISO/IEC/IEEE. Ginebra.

ISTQB. (2016). Programa de estudios de nivel avanzado para ingenieros de automatización de pruebas, versión 2016. International Software Testing Qualifications Board.

Lazzaretti, K., Sehnem, S., Bencke, F.F., & Machado, H.P.V. (2019). Ciudades inteligentes: perspectivas y contribuciones de la investigación brasileña. Urbe. Revista Brasileña de Gestión Urbana, 11, e20190118. https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.001.e20190118

Lima, KK d. (2023). Desarrollo e implementación de casos de prueba funcionales para la API de PagRN [Proyecto final (Especialización en Tecnologías de la Información Aplicadas)].
Universidad Federal de Rio Grande do Norte, Instituto de la Metrópolis Digital.

Lino, ADP (2021). LabDER — Laboratorio virtual para la enseñanza y el aprendizaje de bases de datos relacionales: un enfoque para la evaluación automática de diagramas ER y SQL [Tesis doctoral].
Universidad de Coimbra. Agosto de 2023. https://hdl.handle.net/10316/95440 Obtenido 25, 2024,

Machado, FNR (2015). Análisis y gestión de requisitos de software: donde nacen los sistemas.
(3.ª ed.). Editorial Érica.

Machado, R. (2023). Ciudades inteligentes y gestión pública: una relación exploratoria del escenario brasileño. Revista Brasileña de Gestión Pública, 2(2), 1–9.

Molinari, L. (2008). Pruebas de software: cómo producir sistemas mejores y más fiables (4.ª ed.).
Editorial Erica.

Mustofa, K., & Fajar, S. P. (2018). Pruebas funcionales multihilo basadas en Selenium. Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems, 12(1), 63–72. https://doi.org/10.22146/ijccs.28121

Myers, G. J., Sandler, C., & Badgett, T. (2012). El arte de las pruebas de software (3.ª ed.). John Wiley & Sons.

Paulk, M. C., Curtis, B., Chrissis, M. B., & Weber, C. V. (1993). Modelo de madurez de capacidades para software, versión 1.1. IEEE Software, 10(4), 18–27. https://doi.org/10.1109/52.219617

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 10 de octubre de 2026 | Aceptación: 15 de octubre de 2026 | Publicación: 29 de octubre de 2026

Pessoa, RB (2024). Probador web Canaã Conecta. Obtenido el 19 de noviembre de 2024 de https://github.com/ramon141/-canaa-conecta-web-tester

Pressman, RS, & Maxim, BR (2021). Ingeniería de software: un enfoque práctico (9.ª ed.). AMGH.

Purbaratri, W., & Krisnawaty, N. (2023). Priorización del modelo de calidad de software ISO/IEC 25010 para aplicaciones de gobierno inteligente. Actas del Seminario Internacional Perbanas sobre Economía, Negocios, Administración, Contabilidad y TI (PROFICIENT), 261–270.

Ríos, E. y Moreira, T. (2006). Pruebas de software (2ª ed.). Alta Libros Editora.

Romanini, IZ, & Sotto, ECS (2019). Selenium WebDriver en la evolución de las pruebas manuales. Revista de Interfaz Tecnológica, 16(2), 313–322. https://doi.org/10.31510/infa.v16i2.627

SOFTEX. (2016). Guía general de software MPS. Asociación para la promoción de la excelencia en el software brasileño.

Sommerville, I. (2011). Ingeniería de software (9.ª ed.). Pearson Prentice Hall.

Souza, MJC d., Galhardo, CX, Teixeira, K. y Moreira, A. (2025). Desarrollo y Validación de Software para Automatización de Procesos de Gestión Tecnológica en el Servicio Público. Revista Multidisciplinar del Nordeste Mineiro, 21(3), 1–29. https://doi.org/10.61164/s4608v39

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.