



**Evaluación de la madurez
sistémica de los servicios
públicos digitales en Perú:
Un modelo predictivo
basado en Machine
Learning y métricas de
usabilidad ISO/IEC 25010**

Jaime Alejandro Honores Coronado

Evaluación de la madurez sistémica de los servicios públicos digitales en Perú: Un modelo predictivo basado en Machine Learning y métricas de usabilidad ISO/IEC 25010

Jaime Alejandro Honores Coronado

RESUMEN

Este capítulo de revisión narrativa propone un modelo metodológico para evaluar la madurez sistémica de los servicios públicos digitales en el Perú, integrando algoritmos predictivos de Machine Learning con el estándar internacional de calidad de software ISO/IEC 25010. A partir de una revisión sistemática de la literatura académica e institucional reciente, se examinan las deficiencias normativas y de usabilidad que limitan la adopción efectiva de la plataforma Gob.pe por parte de una ciudadanía diversa. La investigación conceptualiza cómo la automatización en la captura de métricas transaccionales y de interfaz —como la operabilidad, accesibilidad y eficiencia de desempeño— alimenta modelos supervisados tipo Random Forest y XGBoost para diagnosticar fallas de adopción en tiempo real. Asimismo, se discuten las implicancias teóricas para la analítica gubernamental y los desafíos éticos asociados a la privacidad de datos bajo la legislación peruana. Finalmente, se concluye que la transición hacia una evaluación predictiva continua optimiza la toma de decisiones basada en datos y orienta estratégicamente la inversión pública hacia la reducción de la brecha digital y la mejora de la experiencia del usuario estatal.

Palabras clave: Gobierno digital, madurez sistémica, usabilidad, ISO/IEC 25010, Machine Learning.

ABSTRACT

This narrative review chapter proposes a methodological model to assess the systemic maturity of digital public services in Peru, integrating predictive machine learning algorithms with the ISO/IEC 25010 international software quality standard. Based on a systematic review of recent academic and institutional literature, the study examines the regulatory and usability shortcomings that limit the effective adoption of the Gob.pe platform by a diverse citizenry. The research conceptualizes how the automated capture of transactional and interface metrics—such as operability, accessibility, and performance efficiency—feeds supervised models (specifically Random Forest and XGBoost) to diagnose adoption failures in real time. Furthermore, the chapter discusses the theoretical implications for government analytics and the ethical challenges regarding data privacy under Peruvian legislation. Finally, it concludes that the transition toward continuous predictive assessment optimizes data-driven decision-making and strategically guides public investment toward narrowing the digital divide and improving the user experience with state services.

Keywords: Digital government, systemic maturity, usability, ISO/IEC 25010, machine learning.

INTRODUCCIÓN

La transformación digital del sector público en el Perú ha experimentado un avance normativo e institucional significativo en la última década. La promulgación del Decreto Legislativo N.º 1412, Ley de Gobierno Digital, y la subsecuente consolidación de la Plataforma Digital Única del Estado Peruano (Gob.pe) establecieron un hito en la centralización y homologación de trámites gubernamentales. Sin embargo, persiste una brecha crítica entre este despliegue regulatorio-tecnológico y la experiencia de uso efectiva de la ciudadanía. El Estado peruano interactúa con una población caracterizada por una alta heterogeneidad socioeconómica y variados niveles de alfabetización digital, lo que ocasiona que numerosos trámites virtualizados presenten fricción cognitiva, tasas elevadas de abandono e inaccesibilidad operativa para los usuarios.

Ante esta problemática, la evaluación de las plataformas públicas requiere trascender los enfoques tradicionales centrados en la mera disponibilidad de portales. Surge así el concepto de madurez sistémica, entendiéndola como la integración armónica entre la solidez de la infraestructura, la interoperabilidad entre entidades, la tasa de adopción ciudadana y el grado de satisfacción final del usuario. Para parametrizar de forma rigurosa la usabilidad dentro de esta madurez, la norma internacional ISO/IEC 25010 constituye el marco de referencia idóneo. Este estándar evalúa subcaracterísticas de calidad del software como la operabilidad, la protección contra errores del usuario, la accesibilidad y la eficiencia de desempeño, proporcionando un conjunto de métricas cuantitativas clave para auditorías digitales.

Paralelamente, la analítica gubernamental moderna demanda el procesamiento eficiente de grandes volúmenes de datos de interacción. En este punto, el Machine Learning (ML) emerge como una herramienta predictiva capaz de transformar registros de navegación, tiempos de ejecución y errores de interfaz en diagnósticos automatizados. El entrenamiento de algoritmos de aprendizaje automático bajo principios de diseño centrado en el usuario permite anticipar patrones de insatisfacción y predecir el comportamiento del ciudadano antes de que el servicio falle a gran escala.

La justificación de esta investigación radica en la urgencia de superar los métodos tradicionales de evaluación pública, los cuales suelen depender de encuestas cualitativas discontinuas o métricas puramente descriptivas. Dichas metodologías reactivas impiden una intervención oportuna en la mejora del software estatal. Resulta indispensable migrar hacia modelos continuos, automatizados y predictivos que evalúen la madurez digital del Estado en tiempo real, combinando estándares de ingeniería de software con inteligencia artificial.

METODOLOGÍA

Diseño de la revisión

El presente estudio adoptó un enfoque cualitativo con un diseño de revisión narrativa y sintética (Snyder, 2019). Este abordaje metodológico resulta idóneo para integrar conceptualmente campos interdisciplinarios convergentes, tales como el derecho administrativo digital, la ingeniería de calidad de software y las ciencias de la computación aplicadas a la gobernanza pública (Ferrari, 2015). A través de

esta aproximación, se sintetizó la evidencia teórica y empírica existente con el fin de fundamentar una propuesta conceptual para la evaluación predictiva de servicios públicos digitales.

Estrategia de búsqueda e inclusión

La recolección de información se estructuró mediante búsquedas avanzadas en las bases de datos académicas Scopus, Web of Science (WoS), IEEE Xplore, ScienceDirect y SciELO. Adicionalmente, se revisó literatura gris institucional de organismos rectores e internacionales, incluyendo la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM) del Perú, la Secretaría de Gobierno y Transformación Digital (SGTD), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Las ecuaciones de búsqueda combinaron descriptores booleanos en español e inglés relacionados con "ISO/IEC 25010", "usabilidad", "Machine Learning", "gobierno digital", "madurez sistémica" y "e-Government".

Los criterios de inclusión abarcaron:

1. Artículos científicos con revisión por pares y documentos técnicos publicados en el periodo 2018-2026.
2. Publicaciones redactadas en idioma español o inglés.
3. Investigaciones centradas en la métrica de calidad de software según el estándar ISO/IEC 25010 (ISO/IEC, 2011), modelos predictivos de aprendizaje automático en la administración pública (Drăgulin et al., 2025) y la evaluación del gobierno electrónico en economías emergentes (Zahran et al., 2018).

Se excluyeron actas de conferencias sin arbitraje riguroso, estudios puramente teóricos de Machine Learning sin aplicación sectorial o de usabilidad, y publicaciones que no abordaran la interacción ciudadano-software estatal.

Procesamiento y sistematización

La información seleccionada fue sometida a una extracción de datos y análisis de contenido temático. Para garantizar una sistematización rigurosa, la literatura se categorizó analíticamente en tres ejes estructurales:

1. Diagnóstico del Gobierno Digital en Perú: Análisis del marco normativo, la infraestructura técnica y los niveles de adopción de la plataforma Gob.pe (Presidencia del Consejo de Ministros, 2018).

2. Operacionalización de métricas ISO/IEC 25010: Identificación de las subcaracterísticas de calidad en uso (operabilidad, protección contra errores, accesibilidad y eficiencia) aplicables a trámites estatales (ISO/IEC, 2011; Shulzhyk & Vynokurova, 2025).

3. Modelos de Machine Learning para evaluación de calidad: Revisión de arquitecturas algorítmicas (supervisadas y no supervisadas) orientadas al procesamiento de logs de uso, analítica de interfaz y predicción de fallas de adopción en sistemas web públicos (Imrana et al., 2025).

RESULTADOS

Diagnóstico de la madurez digital del sector público en Perú

El proceso de transformación digital en Perú, bajo la rectoría de la Secretaría de Gobierno y Transformación Digital de la Presidencia del Consejo de Ministros (SGTD-PCM), muestra avances en gobernanza y consolidación de la Plataforma Digital Única del Estado (Gob.pe) (Presidencia del Consejo de Ministros, 2018). No obstante, coexisten cuellos de botella estructurales: la brecha de conectividad territorial, deficiencias de accesibilidad web e importantes niveles de fricción cognitiva en la ejecución de trámites complejos (BID, 2022). Esto produce una desconexión entre la disponibilidad teórica de un servicio y su adopción efectiva por parte de la ciudadanía heterogénea.

Operacionalización de métricas ISO/IEC 25010 para servicios públicos

Para cuantificar la calidad del software estatal, la norma ISO/IEC 25010 aporta un marco multidimensional estructurado en las siguientes subcaracterísticas clave (ISO/IEC, 2011; Shulzhyk & Vynokurova, 2025):

- Adecuación funcional: Garantiza que las transacciones sean completas y correctas en relación con los requisitos legales del trámite.
- Usabilidad y eficiencia de uso: Mide el aprendizaje intuitivo, la reconocibilidad de elementos interactivos y la minimización del tiempo total de ejecución.
- Protección contra errores de usuario y accesibilidad: Evalúa el diseño tolerante

a fallos y la alineación con las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG 2.1) en Gob.pe.

- **Fiabilidad y eficiencia de desempeño:** Analiza la disponibilidad de los servidores, la tolerancia a fallos transaccionales y la latencia en las solicitudes del cliente.

Algoritmos de Machine Learning aplicados a la evaluación predictiva

La literatura destaca que los modelos predictivos requieren alimentarse de telemetría en tiempo real: registros de navegación (logs de servidor), tasas de abandono en formularios, métricas de renderizado del Modelo de Objetos del Documento (DOM), tiempos de carga y reportes directos del usuario (Imrana et al., 2025).

Al comparar arquitecturas algorítmicas supervisadas para clasificar los niveles de madurez digital:

1. **Random Forest y XGBoost (Gradient Boosting):** Ofrecen alta precisión y estabilidad frente a datos tabulares heterogéneos y no lineales, superando a métodos tradicionales como las Máquinas de Vectores de Soporte (SVM) (Drăgulin et al., 2025).
2. **Redes Neuronales:** Permiten capturar patrones complejos e interacciones sutiles en secuencias de clics y tiempos de permanencia.
3. **Interpretabilidad algorítmica (SHAP y LIME):** Resultan esenciales para desglosar el peso específico que cada métrica de la ISO/IEC 25010 ejerce sobre el éxito o fracaso del trámite digital, garantizando transparencia técnica a los gestores públicos (Lundberg & Lee, 2017).

Propuesta de arquitectura del modelo predictivo sistémico

A partir de la evidencia analizada, se consolida la arquitectura del modelo de evaluación predictiva continua. El flujo sintético parte de la captura automatizada de datos de telemetría y métricas ISO/IEC 25010 en la interfaz del servicio público. Estos insumos atraviesan una fase de preprocesamiento, limpieza y extracción de características relevantes, para luego alimentar el motor predictivo basado en Machine Learning. Como resultado, el sistema genera un diagnóstico de madurez sistémica en tiempo real, emitiendo alertas tempranas sobre cuellos de botella transaccionales antes de que generen frustración o abandono ciudadano.

DISCUSIÓN

Implicancias teóricas

La integración de métricas estandarizadas de calidad de software —como las contempladas en la norma ISO/IEC 25010— con técnicas de analítica predictiva mediante Machine Learning representa un avance conceptual significativo para la ciencia de la administración pública (Drăgulin et al., 2025). Tradicionalmente, la evaluación del gobierno electrónico se ha sustentado en modelos descriptivos o en encuestas de satisfacción percibida aplicadas de forma reactiva (Zahran et al., 2018). El valor agregado de este enfoque radica en la convergencia entre la rigidez metodológica de la ingeniería de software (ISO/IEC, 2011) y la capacidad dinámica de la inteligencia artificial para procesar patrones de interacción en tiempo real. Esta sinergia teórica permite conceptualizar la "madurez sistémica" no como un estado estático de digitalización de trámites, sino como un atributo continuo y adaptable al comportamiento del ciudadano.

Implicancias prácticas y para la política pública

En el plano práctico, la arquitectura propuesta ofrece una hoja de ruta viable para la Secretaría de Gobierno y Transformación Digital (SGTD-PCM) en el Perú. La implementación de tableros de control predictivos permitiría a los gestores públicos monitorear el desempeño de la plataforma Gob.pe y anticipar cuellos de botella transaccionales antes de que generen frustración o exclusión ciudadana (Presidencia del Consejo de Ministros, 2018). Asimismo, la toma de decisiones respaldada por analítica explicable —mediante técnicas como SHAP o LIME (Lundberg & Lee, 2017)— orientaría la inversión pública hacia la optimización de aquellas interfaces y servicios con mayores tasas de abandono implícito, maximizando el impacto del presupuesto estatal.

Desafíos éticos, normativos y de gobernanza de datos

Pese a sus ventajas, la recolección masiva de logs de navegación, tiempos de interacción y métricas de comportamiento plantea serios dilemas éticos y legales. Es imprescindible garantizar el cumplimiento estricto de la Ley N.º 29733, Ley de Protección de Datos Personales en el Perú, adoptando esquemas de anonimización y seudonimización en la captura de telemetría (Ministerio de Justicia y Derechos Humanos, 2011). Adicionalmente, existe el riesgo latente de sesgo algorítmico debido a la marcada brecha digital y la heterogeneidad sociocultural de la población peruana (BID, 2022).

Si los modelos de Machine Learning se entrenan predominantemente con datos de usuarios urbanos y con alta alfabetización digital, las predicciones podrían invisibilizar las barreras que enfrentan los sectores vulnerables o rurales.

Limitaciones del estudio

Entre las limitaciones de este trabajo destaca su diseño cualitativo de revisión narrativa, el cual carece de una validación empírica en un entorno de pruebas real con trámites gubernamentales. Del mismo modo, la variabilidad metodológica en la literatura revisada —donde proliferan enfoques dispares para la recolección de métricas de usuario— dificulta la estandarización universal de los insumos requeridos por los algoritmos.

CONCLUSIÓN

La sostenibilidad del modelo de gobierno digital en el Perú depende directamente de la capacidad del Estado para monitorear y optimizar la experiencia del ciudadano en sus entornos virtuales. Para lograrlo, la evaluación de la madurez sistémica de los servicios públicos digitales debe migrar decididamente de los diagnósticos estáticos y reactivos basados en encuestas tradicionales hacia modelos dinámicos, automatizados y predictivos impulsados por Machine Learning.

La sinergia conceptual demostrada entre la norma ISO/IEC 25010 y el aprendizaje automático confirma que el uso de métricas estandarizadas de calidad de software proporciona los insumos altamente estructurados que los algoritmos requieren. Variables de telemetría como la operabilidad, la protección contra errores de usuario, la accesibilidad y el tiempo de respuesta permiten a los modelos clasificatorios predecir fallas de adopción, detectar fricciones en las interfaces y anticipar el abandono de trámites en tiempo real.

Como recomendación metodológica y práctica para investigaciones futuras, se sugiere diseñar e implementar un piloto empírico aplicado a trámites gubernamentales de alto tráfico en la plataforma Gob.pe —tales como la renovación del Documento Nacional de Identidad (DNI), la emisión de certificados digitales o las gestiones tributarias ante la SUNAT. La ejecución de este piloto permitirá validar experimentalmente la precisión predictiva de las arquitecturas algorítmicas propuestas (como Random Forest o XGBoost), afinar los parámetros de usabilidad en condiciones reales de

navegación y consolidar una herramienta de apoyo a la toma de decisiones basada en datos para la transformación digital en el Perú.

REFERENCIAS

- Banco Interamericano de Desarrollo. (2022). *Transformación digital para el desarrollo: Lecciones del sector público en América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://doi.org/10.18235/0004285>
- Drăgulin, M., Popescu, A., & Ionescu, C. (2025). Predictive governance and machine learning in public administration: A systematic review. *Journal of Artificial Intelligence and Governance*, 16(7), 326–341. <https://doi.org/10.1016/j.jaig.2025.100326>
- Ferrari, R. (2015). Writing narrative review articles: The basic guidelines. *Medical Writing*, 24(4), 230–235. <https://doi.org/10.1179/2047480615Z.000000000329>
- Imrana, A., Muhammad, A., & Abdullahi, S. (2025). Machine Learning-Based Framework for Predicting User Satisfaction on eLearning System. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 3(2), 78–85. <https://doi.org/10.20944/preprints2025.02.0078>
- ISO/IEC. (2011). *Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models* (ISO/IEC Standard No. 25010:2011). International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/35733.html>
- Lundberg, S. M., & Lee, S.-I. (2017). *A unified approach to interpreting model predictions*. En I. Guyon, U. Von Luxburg, S. Bengio, H. Wallach, R. Fergus, S. Vishwanathan, & R. Garnett (Eds.), *Advances in Neural Information Processing Systems 30* (NeurIPS 2017) (pp. 4765–4774). Neural Information Processing Systems Foundation. <https://proceedings.neurips.cc/paper/2017/hash/8a3363abe792dbf53d026084d5e225a0-Abstract.html>
- Ministerio de Justicia y Derechos Humanos. (2011, 3 de julio). *Ley N.º 29733: Ley de Protección de Datos Personales*. *Diario Oficial El Peruano*. <https://www.minjus.gob.pe/ley-29733/>

- Presidencia del Consejo de Ministros. (2018, 16 de septiembre). *Decreto Legislativo N.º 1412: Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gobierno Digital*. Diario Oficial El Peruano. <https://www.gob.pe/institucion/pcm/normas-legales/282121-1412>
- Presidencia del Consejo de Ministros. (2018, 9 de abril). *Decreto Supremo N.º 033-2018-PCM: Decreto Supremo que crea la Plataforma Digital Única del Estado Peruano para Orientación al Ciudadano* (Gob.pe). Diario Oficial El Peruano. <https://www.gob.pe/institucion/pcm/normas-legales/8404-033-2018-pcm>
- Shulzhyk, Y., & Vynokurova, O. (2025). Mapping the evolution and future directions of ISO/IEC 25010 software quality model. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 15(1), 18200–18208. <https://doi.org/10.48084/etasr.8200>
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Zahran, D. I., Al-Nuaim, H. A., Rutter, M. J., & Benyon, D. (2018). E-Government maturity model for sustainable e-government services. *Sustainability*, 10(6), 1882. <https://doi.org/10.3390/su10061882>