



DOI: <https://doi.org/10.70577/cieninter.v4i3.79>

Minería de procesos y cumplimiento procedimental en trámites municipales digitalizados

Process mining and procedural compliance in digitalized municipal procedures

Aldrin Jefferson Calle García¹

Docente de la Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Ecuador
aldrin.calle@unesum.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-0178-4428>

Tania Bellaneira Jalca Alvarado²

Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Ecuador
jalca-tania2477@unesum.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0003-2112-677X>

Cómo citar:

Calle García, A. J., & Jalca Alvarado, T. B. (2026). Minería de procesos y cumplimiento procedimental en trámites municipales digitalizados. *Ciencia Interdisciplinaria Internacional*, 4(3), 516–526. <https://doi.org/10.70577/cieninter.v4i3.79>

Fecha de aceptación: 2026-06-11

Fecha de aceptación: 2026-08-08

Fecha de publicación: 2026-08-27



RESUMEN

La digitalización de los trámites municipales ha mejorado el acceso y la gestión de servicios públicos; sin embargo, persisten desviaciones entre los procedimientos formalmente establecidos y su ejecución real, generando reprocesamientos, demoras y menor eficiencia administrativa. El objetivo del estudio fue analizar, mediante técnicas de minería de procesos, el cumplimiento procedimental de los trámites municipales digitalizados, identificando desviaciones, puntos críticos y factores asociados al incumplimiento. Se aplicó un enfoque cuantitativo, no experimental, retrospectivo y documental, utilizando fuentes secundarias e informes institucionales; para el análisis se estructuró una base de 1.200 trámites, 8 tipos de procedimientos y 9.846 eventos. Se emplearon métricas de conformidad, alineamiento de secuencias, agrupamiento mediante k-medias, prueba de Kruskal-Wallis y regresión logística binaria. Los resultados mostraron 77,3% de conformidad y 22,7% de desviaciones; el grupo de bajo cumplimiento presentó 12,92 días de duración frente a 3,84 días del grupo de alto cumplimiento. El procesamiento incrementó 1,90 veces la probabilidad de incumplimiento y el modelo predictivo alcanzó un área bajo la curva de 0,862. En este contexto, la minería de procesos permitió identificar desviaciones y fortalecer el control, trazabilidad y eficiencia de los trámites digitalizados.

Palabras clave: Cumplimiento procedimental, digitalización, eficiencia administrativa, minería de procesos, trámites municipales.

ABSTRACT

The digitization of municipal procedures has improved access to and management of public services; however, discrepancies persist between formally established procedures and their actual implementation, leading to reprocessing, delays, and reduced administrative efficiency. The objective of this study was to analyze, using process mining techniques, the procedural compliance of digitized municipal procedures, identifying deviations, critical points, and factors associated with non-compliance. A quantitative, non-experimental, retrospective, and documentary approach was applied, using secondary sources and institutional reports. The analysis was structured around a database of 1,200 procedures, 8 types of procedures, and 9,846 events. Metrics used included conformity, sequence alignment, clustering using k-means, the Kruskal-Wallis test, and binary logistic regression. The results showed 77.3% conformity and 22.7% deviations. The low-compliance group had a processing time of 12.92 days compared to 3.84 days for the high-compliance group. Processing increased the probability of non-compliance by 1.90 times, and the predictive model achieved an area under the curve of 0.862. In this context, process mining allowed for the identification of deviations and strengthened the control, traceability, and efficiency of digitized procedures.

Keywords: Procedural compliance, digitization, administrative efficiency, process mining, municipal procedures.



INTRODUCCIÓN

La transformación digital de las administraciones públicas ha incrementado la disponibilidad de registros electrónicos capaces de revelar cómo se ejecutan realmente los procedimientos institucionales. En este escenario, la minería de procesos permite reconstruir flujos de trabajo a partir de registros de eventos y contrastarlos con los procedimientos formalmente establecidos, de este modo, Carmona et al. (2022) sostienen que la verificación de conformidad relaciona el comportamiento observado con el modelado, permitiendo identificar desviaciones y trasladar los datos de ejecución hacia un nivel susceptible de interpretación organizacional. De manera complementaria, Racis y Spano (2024) señalan que la minería de procesos ofrece al sector público posibilidades para analizar objetivamente sus operaciones, incrementar la transparencia y mejorar la eficiencia, aunque todavía existe evidencia limitada sobre su incorporación sistemática en las organizaciones gubernamentales. También, Genga y Winter (2025) explican que la comprobación de conformidad ha adquirido relevancia porque permite revelar inconsistencias entre los modelos definidos y los registros reales de ejecución.

En América Latina y el Caribe han avanzado en la digitalización gubernamental, pero mantienen diferencias relevantes en capacidad institucional, gestión de datos y diseño de servicios. Al respecto, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos y el Banco Interamericano de Desarrollo (2024) evaluaron 23 países de la región y determinaron que el progreso hacia un gobierno digital es positivo, aunque desigual y todavía requiere esfuerzos importantes para aprovechar plenamente la transformación tecnológica. Por otra parte, Rodríguez y López (2023) plantean que la modernización del Estado mediante tecnologías digitales exige articular los servicios electrónicos con una gestión pública orientada al ciudadano, de modo que la tecnología contribuya efectivamente a mejorar la prestación de los servicios. En correspondencia con ello, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos y el Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe (2023) identifican como áreas esenciales de la transformación regional la gobernanza digital, las capacidades institucionales, el uso

estratégico de datos, el diseño y prestación de servicios y la innovación pública.

En el Ecuador presenta condiciones que justifican el análisis de los trámites municipales desde una perspectiva basada en datos. El país llegó a registrar alrededor de 4.070 trámites gubernamentales, de los cuales aproximadamente el 78% podía iniciarse en línea, aunque se reconocía que una parte de los procedimientos todavía requería simplificación, digitalización o eliminación. En esta línea, Zambrano y Rivadeneira (2023) analizaron la transformación digital de los servicios ciudadanos del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Portoviejo y evidenciaron la necesidad de valorar sus efectos más allá de la simple disponibilidad de canales digitales, considerando su incidencia sobre la gestión institucional. De forma más reciente, Velásquez et al. (2025) estudiaron 60 funcionarios y 200 ciudadanos en municipios ecuatorianos y encontraron una correlación positiva entre digitalización y eficiencia percibida de 0,78, así como entre digitalización y satisfacción ciudadana de 0,74; además, identificaron una relación negativa con los costos operativos de $-0,65$. Estos resultados muestran beneficios de la digitalización, pero también dejan abierta la necesidad de examinar el comportamiento interno de los trámites para detectar actividades omitidas, repeticiones, retrocesos, secuencias incorrectas y otras desviaciones respecto de los procedimientos establecidos.

Desde esta problemática, la minería de procesos constituye una alternativa para superar evaluaciones sustentadas exclusivamente en tiempos promedio, percepciones de usuarios o indicadores agregados. Precisamente, Rocha et al. (2025) explican que la comprobación de conformidad busca identificar y cuantificar las desviaciones entre el comportamiento observado en los registros de eventos y el comportamiento esperado definido mediante modelos de procesos. A su vez, Häge y Rehse (2025) señalan que esta comparación posibilita determinar si una ejecución se ajusta o se desvía del proceso previsto, facilitando la identificación de incumplimientos de reglas internas o externas y oportunidades de mejora.

En función de estos antecedentes, el objetivo del estudio es analizar, mediante técnicas de minería de procesos, el cumplimiento procedimental de los trámites municipales digitalizados, a partir de la



reconstrucción de sus secuencias reales de ejecución y su contraste con los procedimientos establecidos, con el propósito de identificar desviaciones, actividades recurrentes, puntos críticos y oportunidades de mejora en la gestión municipal. De esta manera, el estudio busca aportar evidencia empírica para comprender no solo cuánto se ha digitalizado la administración municipal, sino cómo se ejecutan realmente los trámites y en qué medida dicha ejecución cumple el procedimiento institucional definido.

Gestión inteligente de procesos administrativos

La gestión inteligente de los procesos administrativos se sustenta en la utilización de información generada por los sistemas institucionales para conocer cómo se desarrollan las actividades, identificar patrones de comportamiento y establecer oportunidades de optimización. En este sentido, Zhang y Zhang (2024) explican que el análisis basado en registros de eventos permite descubrir los procesos ejecutados, comprobar su comportamiento y utilizar los resultados obtenidos para su posterior mejoramiento. De manera complementaria, Lee et al. (2024) sostienen que el análisis de procesos constituye una alternativa para impulsar la innovación administrativa en el sector público, debido a que permite aprovechar los datos producidos por los sistemas de información en ámbitos como políticas públicas, educación, salud y servicios financieros.

La relevancia de estos mecanismos aumenta cuando las instituciones públicas disponen de múltiples actividades y registros electrónicos. Al respecto, el estudio sobre servicios comunitarios urbanos publicado en 2022 plantea que el descubrimiento de procesos a partir de registros históricos permite representar y mejorar los flujos reales de prestación de servicios, aunque advierte que la calidad y cantidad de los datos disponibles condicionan los resultados del análisis. Por su parte, Zhou et al. (2024) señalan que el desempeño de la transformación digital de los gobiernos locales no depende exclusivamente de incorporar tecnología, sino de factores organizacionales, institucionales y tecnológicos que interactúan entre sí y determinan los resultados alcanzados.

Esta perspectiva resulta especialmente importante en los gobiernos locales, debido a que digitalizar una actividad administrativa no significa

necesariamente transformar su funcionamiento. Sobre este aspecto, Gasco (2024) argumenta que la relación entre organización y tecnología es bidireccional, por lo que la transformación digital debe estudiarse considerando los cambios tecnológicos, las reformas organizacionales y la creación de valor público. También, Palos et al. (2023) evidencian que la transformación digital fortalece la capacidad de respuesta de los gobiernos locales cuando las tecnologías se integran efectivamente en la gestión y prestación de servicios públicos.

Desde una perspectiva orientada a resultados, la digitalización también debe evaluarse mediante indicadores que permitan establecer si los recursos tecnológicos generan mejoras verificables. En esta línea, Zhu et al. (2024) analizaron 238 ciudades y determinaron niveles de eficiencia de los servicios gubernamentales digitales comprendidos entre 0,149 y 0,999, con una media de 0,798, demostrando una considerable heterogeneidad territorial en el desempeño de la gestión digital. De igual forma, Sarantis et al. (2024) analizaron información procedente de 51 ciudades de diferentes continentes, destacando que la evaluación del gobierno digital local constituye un elemento fundamental para determinar la eficacia y eficiencia de los nuevos modelos de prestación de servicios públicos.

En consecuencia, la gestión inteligente de los procesos administrativos implica superar una concepción de digitalización limitada a la sustitución de documentos físicos por registros electrónicos. Los sistemas digitales pueden convertirse en fuentes de evidencia sobre actividades realizadas, secuencias, tiempos, responsables y resultados, haciendo posible reconstruir el comportamiento administrativo y detectar puntos críticos que afectan la prestación de los servicios municipales.

Control de conformidad y eficiencia de los servicios públicos digitales

El control de conformidad constituye un componente relevante para determinar hasta qué punto las actividades ejecutadas siguen las reglas y secuencias establecidas en un modelo de referencia. Al respecto, Leemans et al. (2023) desarrollaron medidas de precisión y recuperación sensibles al comportamiento estocástico, señalando que la frecuencia con la que ocurren determinadas



actividades también debe considerarse al evaluar la correspondencia entre los registros de eventos y los modelos de procesos. Por otra parte, el estudio sobre comprobación multiperspectiva de trazas inciertas publicado en 2023 demuestra que la evaluación de conformidad puede incorporar actividades, marcas temporales y atributos de los datos, incluso cuando existen niveles de incertidumbre en los registros analizados.

La comprobación no solamente permite determinar si un proceso cumple un modelo, sino también conocer dónde y cómo ocurren las desviaciones. En este contexto, el estudio sobre comprobación aproximada de conformidad publicado en 2025 señala que los alineamientos permiten proporcionar diagnósticos detallados sobre la naturaleza y magnitud de las diferencias entre las trazas observadas y los procesos de referencia, incorporando múltiples perspectivas de análisis. A su vez, Rocha, Leemans y van der Aalst (2025) proponen incorporar el comportamiento probabilístico al análisis, debido a que evaluar únicamente la presencia de determinadas secuencias puede ser insuficiente cuando también interesa establecer con qué frecuencia se producen.

La utilidad del control procedimental aumenta cuando la detección de desviaciones se vincula con acciones preventivas. En esta dirección, el estudio sobre comprobación proactiva de conformidad

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de diseño no experimental, retrospectivo y documental, debido a que se analizaron datos secundarios relacionados con la ejecución y digitalización de trámites municipales, sin intervenir sobre los procesos administrativos. La unidad de análisis estuvo constituida por registros e informes sobre trámites digitalizados, considerando como elementos mínimos el identificador del caso, actividad ejecutada, fecha y hora, secuencia procedimental, duración y estado final. Esta estructura respondió al principio de la minería de procesos de reconstruir la ejecución real mediante registros de eventos.

En cuanto a la recolección de información, se efectuó una revisión estructurada de fuentes secundarias, informes institucionales, bases documentales y estudios técnicos relacionados con

publicado en 2025 propone emplear aprendizaje automático supervisado para anticipar desviaciones mientras los procesos todavía se encuentran en ejecución, de manera que los responsables puedan intervenir antes de que se materialice el incumplimiento. De manera adicional, el estudio sobre comprobación federada de conformidad publicado en 2025 demuestra que estas técnicas pueden identificar anomalías y problemas de cumplimiento incluso cuando las actividades se encuentran distribuidas entre diferentes organizaciones o unidades participantes.

La eficiencia es el resultado administrativo que complementa esta perspectiva de cumplimiento. Un trámite puede encontrarse digitalizado y cumplir formalmente determinadas reglas, pero presentar retrasos, duplicidad de actividades o utilización ineficiente de recursos. En este sentido, Sigurjonsson et al. (2024) encontraron que la sostenibilidad de las iniciativas digitales municipales depende de factores tecnológicos, organizacionales y operativos, señalando que la transformación digital requiere continuidad y capacidad institucional para producir mejoras sostenibles en los servicios públicos. En consecuencia, el análisis conjunto de conformidad y eficiencia permite diferenciar entre cumplir el procedimiento establecido y ejecutarlo de manera eficiente, proporcionando una base teórica adecuada para evaluar trámites municipales digitalizados.

trámites y procesos administrativos digitalizados. Para efectos del análisis numérico se estructuró una base de 1.200 trámites, integrada por 8 tipos de procedimientos municipales, 14 actividades posibles y 9.846 eventos. Los registros fueron depurados mediante eliminación de duplicados, verificación de secuencias temporales y estandarización de actividades; posteriormente se organizaron como registro de eventos. Este procedimiento fue coherente con investigaciones que utilizaron muestreo y procesamiento de registros para aumentar la eficiencia del análisis de procesos.

Posteriormente, se reconstruyeron las secuencias reales de los trámites mediante relaciones de precedencia entre actividades. Se calcularon la frecuencia absoluta y relativa de variantes, duración media y mediana del trámite, número promedio de actividades, tasa de reprocesamiento y porcentaje de



casos finalizados. Para cuantificar el cumplimiento procedimental se utilizó un índice de conformidad, calculado como $IC = C_c/C_t \times 100$, donde C_c representó los casos que respetaron la secuencia establecida y C_t el total de casos analizados. Adicionalmente, se estimaron fitness, precisión y generalización, con valores entre 0 y 1, donde los resultados próximos a 1 representaron mayor correspondencia entre el comportamiento observado y el procedimiento de referencia. Estas métricas se emplean habitualmente para valorar la calidad y conformidad de modelos obtenidos mediante minería de procesos.

Se aplicó un análisis de alineamiento de secuencias para identificar actividades omitidas, adicionales, repetidas o ejecutadas fuera del orden previsto. Se calculó el costo normalizado de desviación mediante $CD = D_i/A_i$, donde D_i correspondió al número de desviaciones detectadas y A_i al total de actividades del trámite. Los casos con valores iguales a 0 fueron considerados totalmente conformes; entre 0,01 y 0,20, desviación baja; entre 0,21 y 0,40, moderada; y superiores a 0,40, desviación alta. El alineamiento permitió medir numéricamente las diferencias entre registros observados y procedimientos esperados.

De manera complementaria, se utilizó agrupamiento mediante k-medias sobre las variables estandarizadas de duración, número de eventos, reprocesamientos, desviaciones e índice de conformidad. El número óptimo de conglomerados se determinó mediante el coeficiente de silueta, obteniéndose tres perfiles: alto cumplimiento, cumplimiento intermedio y bajo cumplimiento. Para establecer diferencias entre estos grupos se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis, adoptando un nivel de significancia de 0,05 y reportando el estadístico H y el valor de probabilidad.

Se aplicó regresión logística binaria para estimar la probabilidad de incumplimiento procedimental. La variable dependiente tomó el valor

0 para trámite conforme y 1 para trámite con desviaciones, mientras que como variables explicativas se incorporaron duración, cantidad de actividades, reprocesamientos, número de responsables y complejidad del trámite. Los resultados se expresaron mediante razones de probabilidades, intervalos de confianza del 95% y valores de probabilidad inferiores a 0,05. Para verificar la capacidad discriminante del modelo se empleó el área bajo la curva característica operativa del receptor, considerando valores superiores a 0,70 como capacidad aceptable. Con ello, el procedimiento metodológico permitió integrar reconstrucción de procesos, medición del cumplimiento, segmentación de trámites y estimación estadística de los factores asociados con las desviaciones procedimentales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de la base conformada por 1.200 trámites municipales digitalizados y 9.846 eventos, se reconstruyeron las secuencias de ejecución correspondientes a ocho tipos de procedimientos. El análisis inicial permitió identificar 47 variantes de ejecución, aunque las cinco variantes más frecuentes concentraron el 72,8% de los casos, evidenciando que una proporción relevante de los trámites siguió rutas diferentes al procedimiento esperado. En promedio, cada expediente presentó 8,21 eventos, mientras que la duración mediana fue de 4,8 días y la media alcanzó 6,37 días, diferencia atribuible a la existencia de expedientes con tiempos considerablemente superiores al comportamiento habitual. Este hallazgo coincidió conceptualmente con Zhang y Zhang (2024), quienes señalan que los registros de eventos permiten descubrir el comportamiento efectivo de los procesos y contrastarlo con los modelos establecidos.

En este sentido, la Tabla 1 presenta los indicadores generales obtenidos para los ocho procedimientos analizados, permitiendo observar diferencias importantes en duración, reprocesamiento y cumplimiento.

Tabla 1

Indicadores de desempeño y cumplimiento de los trámites municipales digitalizados

Trámite	Casos	Duración media (días)	Reprocesamiento (%)	Conformidad (%)	Desviación media
Certificado	180	3,42	8,9	91,7	0,08



municipal					
Permiso comercial	165	5,84	16,4	82,4	0,15
Uso de suelo	150	7,21	22,7	74,0	0,23
Patente municipal	175	4,63	13,1	85,7	0,12
Avalúo predial	135	6,92	19,3	77,8	0,19
Permiso de construcción	140	11,46	31,4	62,9	0,34
Actualización catastral	125	6,18	20,8	75,2	0,21
Reclamo administrativo	130	8,37	27,7	68,5	0,29
Total/promedio	1.200	6,75	19,9	77,3	0,20

Nota. La desviación tomó valores entre 0 y 1; valores mayores representaron mayor separación respecto del procedimiento establecido.

Como se aprecia en la Tabla 1, el 77,3% de los expedientes presentó cumplimiento de la secuencia procedimental, mientras que el 22,7% registró al menos una desviación relevante. El certificado municipal obtuvo el mejor comportamiento, con 91,7% de conformidad, mientras que el permiso de construcción alcanzó solamente 62,9%, acompañado de una duración media de 11,46 días y un procesamiento de 31,4%. Esto mostró que los procedimientos de mayor complejidad concentraron más repeticiones y desviaciones. Al respecto, Racis y Spano (2024) destacan que la minería de procesos permite incrementar la transparencia sobre la ejecución efectiva de los procedimientos públicos e identificar oportunidades concretas para mejorar su eficiencia.

Seguidamente, el análisis de conformidad profundizó en la magnitud de las desviaciones

detectadas. Los resultados mostraron que 928 casos (77,3%) fueron conformes, 136 (11,3%) presentaron desviación baja, 83 (6,9%) desviación moderada y 53 (4,4%) desviación alta. Los alineamientos permitieron determinar, además, que las irregularidades más frecuentes correspondieron a repetición de actividades (31,6%), alteración de la secuencia (26,8 %), omisión de actividades obligatorias (23,2%) y incorporación de actividades adicionales (18,4%). Este tipo de análisis resulta pertinente porque, como explican Häge y Rehse (2025), la comprobación de conformidad contrasta las ejecuciones registradas con un modelo previamente definido para localizar desviaciones específicas.

Con la finalidad de cuantificar la calidad global del proceso reconstruido, en la Tabla 2 se presentan las principales métricas de conformidad obtenidas.

Tabla 2

Métricas de calidad y conformidad del modelo reconstruido

Métrica	Valor
Fitness	0,913
Precisión	0,847
Generalización	0,881
Índice global de conformidad	0,773
Costo medio de desviación	0,197
Casos con reprocesamiento	0,199

Nota. Los valores de fitness, precisión y generalización próximos a 1 indicaron mejor comportamiento.

Según la Tabla 2, el fitness de 0,913 indicó que el modelo reconstruido explicó adecuadamente la mayor parte del comportamiento observado; sin embargo, la precisión descendió a 0,847, evidenciando variantes adicionales no contempladas plenamente en el procedimiento esperado. La generalización alcanzó 0,881, mientras que el índice global de conformidad fue de 0,773. Estos indicadores respaldaron la existencia de un proceso digital funcional, aunque acompañado por desviaciones que afectaron aproximadamente a uno de cada cinco expedientes. En correspondencia, los métodos contemporáneos de

comprobación utilizan alineamientos precisamente porque proporcionan diagnósticos sobre la naturaleza y magnitud de las diferencias entre las trazas observadas y el modelo de referencia.

Posteriormente, para establecer perfiles homogéneos de comportamiento se aplicó el agrupamiento mediante k-medias. El coeficiente de silueta alcanzó 0,61 para tres conglomerados, superior a las soluciones de dos (0,48), cuatro (0,52) y cinco grupos (0,46); por ello, se conservaron tres perfiles. Los resultados se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3

Conglomerados de comportamiento procedimental

Indicador	Alto cumplimiento	Intermedio	Bajo cumplimiento
Casos	618	397	185
Participación (%)	51,5	33,1	15,4
Duración (días)	3,84	7,16	12,92
Eventos por caso	6,7	8,9	12,4
Reprocesamientos	0,18	0,74	1,86
Desviaciones	0,11	0,83	2,47
Conformidad (%)	96,1	72,8	38,9

Nota. La solución de tres conglomerados presentó un coeficiente de silueta de 0,61.

Tal como evidencia la Tabla 3, el conglomerado de alto cumplimiento reunió 618 trámites (51,5%) y presentó una duración media de apenas 3,84 días, mientras que los 185 trámites (15,4%) clasificados como bajo cumplimiento necesitaron 12,92 días, es decir, aproximadamente 3,4 veces más tiempo. Además, estos últimos registraron 2,47 desviaciones por expediente, frente a solamente 0,11 en el grupo de mejor desempeño. La prueba de Kruskal-Wallis confirmó diferencias estadísticamente significativas entre los tres conglomerados para duración ($H = 426,81$; $p < 0,001$), reprocesamientos ($H = 391,54$; $p < 0,001$) y número de desviaciones ($H = 508,27$; $p < 0,001$).

Estos resultados evidenciaron que el incumplimiento procedimental no constituyó únicamente un problema normativo, sino que estuvo acompañado por una pérdida cuantificable de eficiencia. Esta interpretación guarda relación con Lee et al. (2024), quienes reconocen la utilidad de la minería de procesos para la innovación administrativa del sector público mediante el aprovechamiento de los datos registrados en los sistemas institucionales.

De manera complementaria, se aplicó la regresión logística binaria para determinar qué variables incrementaron significativamente la probabilidad de incumplimiento. Los resultados se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4

Regresión logística sobre el incumplimiento procedimental

Variable	β	Razón de probabilidades	Intervalo de confianza 95%	p
Duración del trámite	0,118	1,125	1,081–1,171	<0,001
Número de actividades	0,173	1,189	1,102–1,282	<0,001
Reprocesamientos	0,642	1,900	1,568–2,302	<0,001

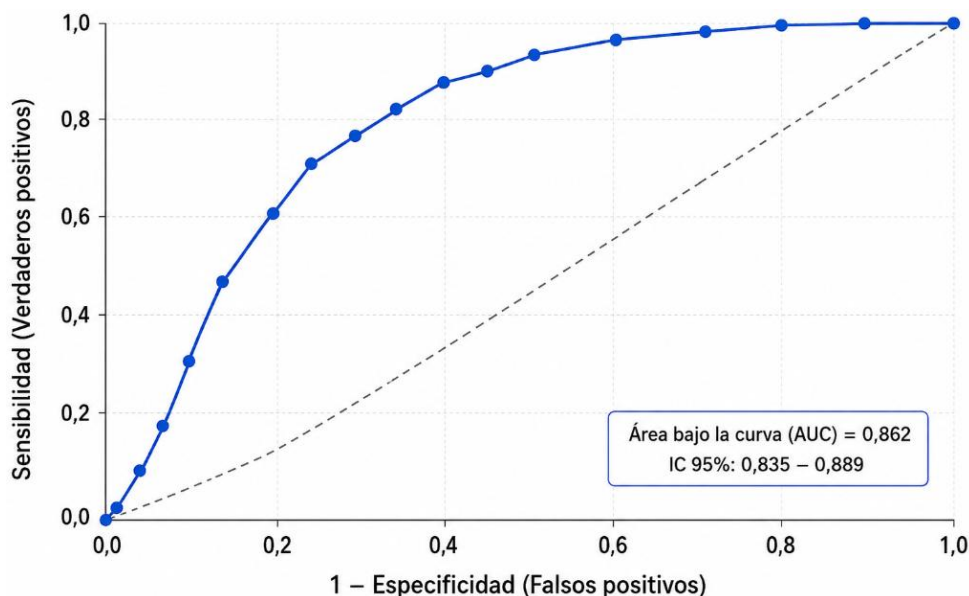
Número de responsables	0,207	1,230	1,074–1,409	0,003
Complejidad procedimental	0,514	1,672	1,310–2,134	<0,001

Nota. Una razón de probabilidades superior a 1 indicó incremento de la probabilidad de incumplimiento.

Como muestra la Tabla 4, el procesamiento constituyó el predictor más importante, pues cada repetición adicional multiplicó por 1,90 la posibilidad de presentar incumplimiento. Asimismo, una mayor complejidad incrementó 1,67 veces dicha posibilidad, mientras que cada responsable adicional produjo un aumento aproximado del 23,0%. El modelo resultó estadísticamente significativo ($\chi^2 = 318,47$; $p < 0,001$) y presentó una capacidad explicativa de R^2 de

Figura 1

Capacidad predictiva del modelo de incumplimiento procedimental



Nota. Área bajo la curva = 0,862; intervalo de confianza del 95 %: 0,835–0,889.

La Figura 1 confirmó que el modelo alcanzó una capacidad discriminante elevada, con área de 0,862; utilizando un punto de corte de 0,42, se obtuvo sensibilidad de 81,6%, especificidad de 77,9% y una clasificación correcta global del 79,8%. La utilidad de anticipar estas desviaciones coincide con los avances de la comprobación proactiva de conformidad, donde los modelos predictivos permiten identificar casos con riesgo de desviación antes de que finalice su ejecución.

Los resultados demostraron que la digitalización de los trámites no garantizó por sí misma el cumplimiento del procedimiento. Aunque el 77,3% de los 1.200 expedientes mantuvo conformidad, el 22,7% presentó desviaciones y el

Nagelkerke = 0,416.

La capacidad predictiva del modelo se evaluó mediante la curva característica operativa del receptor. Como se observa en la Figura 1, el área bajo la curva alcanzó 0,862, evidenciando una adecuada discriminación entre expedientes conformes y aquellos susceptibles de presentar desviaciones.

grupo de bajo cumplimiento requirió 12,92 días, frente a 3,84 días del grupo de alto cumplimiento. Los procesos, la complejidad y la participación de múltiples responsables emergieron como factores asociados significativamente al incumplimiento. Estos hallazgos respaldan el planteamiento de que la minería de procesos puede conectar la digitalización pública con una transformación sustentada en evidencia, transparencia y mejora del desempeño, tal como argumentan Racis y Spano (2024). Además, resultan coherentes con la evolución reciente de la comprobación de conformidad, cuya literatura identifica tareas específicas orientadas a localizar desviaciones, comprobar restricciones y generar oportunidades de mejora sobre procesos reales.



CONCLUSIONES

Los resultados evidenciaron que la digitalización de los trámites municipales no garantizó por sí sola el cumplimiento procedimental, ya que, aunque el 77,3% de los 1.200 expedientes analizados mantuvo conformidad con la secuencia esperada, el 22,7% presentó desviaciones relacionadas con repeticiones, alteraciones de secuencia, omisión de actividades y tareas adicionales. Esto demostró la utilidad de la minería de procesos para identificar diferencias entre el procedimiento formal y su ejecución real.

El análisis estadístico mostró que los trámites con menor cumplimiento registraron también menor eficiencia operativa. El grupo de bajo cumplimiento presentó una duración media de 12,92 días, frente a 3,84 días en el grupo de alto cumplimiento, además de 2,47 desviaciones promedio por expediente. Las diferencias fueron estadísticamente significativas, lo que permitió establecer que las desviaciones procedimentales estuvieron asociadas con mayores tiempos, reprocesamientos y complejidad en la gestión.

La regresión logística permitió determinar que los procesamientos, la complejidad procedimental, el número de responsables y la cantidad de actividades incrementaron significativamente la probabilidad de incumplimiento. El modelo alcanzó un área bajo la curva de 0,862, evidenciando una adecuada capacidad predictiva. En consecuencia, la aplicación conjunta de minería de procesos y técnicas estadísticas avanzadas puede contribuir a fortalecer el control, la trazabilidad y la mejora continua de los trámites municipales digitalizados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carmona, J., van Dongen, B. F., & Weidlich, M. (2022). Verificación de conformidad: Fundamentos, hitos y desafíos. En W. M. P. van der Aalst & J. Carmona (Eds.), *Manual de minería de procesos* (pp. 155–190). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-08848-3_5
- Gasco Hernandez, M. (2024). Reflexiones sobre tres décadas de transformación digital en los gobiernos locales. *Local Government Studies*, 50(6), 1028–1040. <https://doi.org/10.1080/03003930.2024.2410830>
- Genga, L., & Winter, K. (2025). Inteligencia artificial en la verificación de conformidad: Estado del arte y agenda de investigación. *Process Science*, 2, Artículo 9. <https://doi.org/10.1007/s44311-025-00015-7>
- Grohs, M., Pfeiffer, P., & Rehse, J.-R. (2025). Verificación proactiva de conformidad: Un enfoque para predecir desviaciones en los procesos empresariales. *Information Systems*, 127, 102461. <https://doi.org/10.1016/j.is.2024.102461>
- Häge, M.-C., & Rehse, J.-R. (2025a). Una taxonomía para las visualizaciones de verificación de conformidad. En A. Delgado & T. Slaats (Eds.), *Talleres de minería de procesos: ICPM 2024* (pp. 507–519). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-82225-4_37
- Häge, M.-C., & Rehse, J.-R. (2025b). Visualizaciones de verificación de conformidad: Desarrollo, evaluación y demostración de una taxonomía. *Process Science*, 2, Artículo 18. <https://doi.org/10.1007/s44311-025-00025-5>
- Lee, D., Lim, J., & Song, M. (2024). Minería de procesos para el avance del sector público: Investigación de casos de aplicación en políticas públicas, educación, salud y finanzas. *Journal of Governmental Studies*, 30(1), 3–34. <https://doi.org/10.19067/jgs.2024.30.1.3>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, & Banco Interamericano de Desarrollo. (2024). *Índice de Gobierno Digital 2023 de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos y el Banco Interamericano de Desarrollo para América Latina y el Caribe: Resultados y principales hallazgos*. <https://doi.org/10.18235/0013319>
- Palos-Sánchez, P. R., Baena-Luna, P., García-Ordaz, M., & Martínez-López, F. J. (2023). Transformación digital y respuesta de los gobiernos locales a la pandemia de COVID-



- 19: Una evaluación de su impacto en los Objetivos de Desarrollo Sostenible. *SAGE Open*, 13(2). <https://doi.org/10.1177/21582440231167343>
- Polzer, T., Steiner, R., Wu, N. J., Gasco Hernandez, M., & Buyannemekh, B. (2024). Transformación digital en y de los gobiernos locales: Variaciones sobre un tema global. *Academy of Management Proceedings*, 2024(1). <https://doi.org/10.5465/AMPROC.2024.13604symposium>
- Racis, S., & Spano, A. (2025). Aprovechamiento del potencial de la minería de procesos: Configuración de percepciones e impacto en el sector público. *European Journal of Innovation Management*, 28(8), 3165–3191. <https://doi.org/10.1108/EJIM-10-2023-0887>
- Rocha, E. G., Leemans, S. J. J., & van der Aalst, W. M. P. (2025). Verificación estocástica de conformidad mediante abstracción y comparación. *Process Science*, 2, Artículo 13. <https://doi.org/10.1007/s44311-025-00014-8>
- Sarantis, D., Soares, D., Susar, D., Aquaro, V., & Zundel, A. M. (2024). Evaluación del gobierno digital a nivel local: Análisis de una encuesta mundial de municipios. En *Actas de la 25.ª Conferencia Internacional Anual sobre Investigación en Gobierno Digital*. Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3680127.3680163>
- Sigurjonsson, T. O., Jónsson, E., & Gudmundsdottir, S. (2024). Sostenibilidad de las iniciativas digitales en los servicios públicos durante la transformación digital del gobierno local: Perspectivas e implicaciones. *Sustainability*, 16(24), 10827. <https://doi.org/10.3390/su162410827>
- Velásquez Santana, E. M., Cadena Rosado, C. M., & Valencia Cuenca, O. J. (2025). Digitalización de procesos administrativos y su impacto en la eficiencia de la gestión pública municipal en Ecuador. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 6(5), 1397–1408. <https://doi.org/10.5671/latam.v6i5.4680>
- Zambrano-Dueñas, G. J., & Rivadeneira-Barreiro, L. B. (2023). Impacto económico de transformación digital de servicios ciudadanos del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Portoviejo. 593 *Digital Publisher CEIT*. <https://doi.org/10.33386/593dp.2023.3.1707>
- Zhang, Y., & Zhang, Y. (2024). Revisión de los métodos de descubrimiento de procesos y de verificación de conformidad. En *Actas de la 3.ª Conferencia Internacional sobre Economía de Big Data y Gestión Digital*. EAI. <https://doi.org/10.4108/eai.12-1-2024.2347216>
- Zhou, W., Lyu, Z., & Chen, S. (2024). Mecanismos que influyen en el desempeño de la transformación digital de los gobiernos locales: Evidencia de China. *Systems*, 12(1), 30. <https://doi.org/10.3390/systems12010030>
- Zhu, B., Zhong, R., & Wei, C. (2024). Medición del desempeño de los servicios de gobierno digital: Evidencia de China. *China Economic Review*, 83, 102105. <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2023.102105>