KILLKANA
SOCIALES

CC BY NC SA

Empleo en el sector informal y gestión pública basada en inteligencia de datos

Employment in the informal sector and public management based on data intelligence

Recepción: 22 de junio de 2026 | **Aprobación:** 07 de septiembre de 2026 | **Publicación:** 30 de septiembre de 2026

Diego Mauricio Bonilla Jurado
diego.bonilla@iste.edu.ec
Tecnológico Superior Universitario España

Christian Andres Meléndez Gavilanes
christian.melendez@iste.edu.ec
Tecnológico Superior Universitario España

Ernesto Alfredo Jara Vásquez
ernestoajara@uta.edu.ec
Universidad Técnica de Ambato

DOI: https://doi.org/10.26871/killkana_social.v10i3.1831

Resumen

Esta investigación examina la configuración espacial del empleo en el sector informal en Ecuador, con énfasis en Tungurahua, y desarrolla un protocolo de apoyo a la gestión municipal. Se aplicó un diseño cuantitativo, observacional y espacialmente explícito, con un corte principal en 2025 y una comparación interanual entre 2024 y 2025 para las veinticuatro provincias. El procedimiento integró estadística descriptiva, índice global de Moran, indicadores locales de asociación espacial, correlaciones de Spearman, comparación interanual y dos matrices de vecindad, correspondientes a cinco vecinos más próximos y contigüidad terrestre. En ambas especificaciones, Tungurahua se clasificó como un valor bajo rodeado de valores altos. Su tasa de 52,0 % fue diecinueve puntos porcentuales inferior al promedio de 71,2 % de sus cinco vecinos, lo que muestra un patrón local consistente entre ambas definiciones de vecindad. Mientras que el valor nacional se redujo en 0,9 puntos porcentuales, el indicador de Tungurahua aumentó en 1,5 puntos entre 2024 y 2025. El empleo en el sector informal se asoció inversamente con el empleo adecuado ($\rho = -0{,}873$) y con el desempleo abierto ($\rho = -0{,}581$). Estos resultados muestran que el desempleo, analizado de forma aislada, ofrece una lectura incompleta del mercado laboral. A pesar de que el

índice global de Moran no fue significativo, los patrones locales y la variación interanual se utilizaron para estructurar un protocolo con fuentes, periodicidades, reglas de seguimiento y decisiones municipales verificables. El resultado principal de la aplicación es un sistema preliminar de alerta, reproducible con datos públicos y software libre, que orienta el seguimiento de Tungurahua y define cuándo contrastar las señales provinciales con registros municipales georreferenciados. Los resultados demuestran que, sin equiparar el empleo en el sector informal con el comercio ambulante ni atribuir causalidad, es útil combinar indicadores laborales y estadística espacial para tomar decisiones preventivas.

Palabras clave: administración local; indicadores socioeconómicos; mercado de trabajo; planificación urbana; sector informal.

Abstract

This research examines the spatial configuration of employment in the informal sector in Ecuador, with emphasis on Tungurahua, and develops a protocol to support municipal management. A quantitative, observational and spatially explicit design was applied, with a main cut-off in 2025 and a year-on-year comparison between 2024 and 2025 for the twenty-four provinces. The procedure integrated descriptive statistics, global Moran's I, local indicators of spatial association, Spearman correlations, interannual comparison and two neighborhood matrices, corresponding to five nearest neighbors and land contiguity. In both specifications, Tungurahua was classified as a low value surrounded by high values. Its rate of 52.0 % was nineteen percentage points lower than the average of 71.2 % of its five neighbors, which shows a consistent local pattern between both definitions of neighborhood. While the national value decreased by 0.9 percentage points, the Tungurahua indicator increased by 1.5 points between 2024 and 2025. Employment in the informal sector was inversely associated with adequate employment ($\rho = -0.873$) and with open unemployment ($\rho = -0.581$). These results show that unemployment, analyzed in isolation, offers an incomplete reading of the labor market. Although the overall Moran index was not significant, local patterns and year-on-year variation were used to structure a protocol with verifiable sources, periodicities, monitoring rules, and municipal decisions. The main result of the application is a preliminary alert system, reproducible with public data and open-source software, which guides the monitoring of Tungurahua and defines when to contrast provincial signals with georeferenced municipal records. The results show that, without equating employment in the informal sector with street vending or attributing causality, it is useful to combine labor indicators and spatial statistics to make preventive decisions.

Keywords: informal sector; labor market; local administration; socioeconomic indicators; urban planning.

Introducción

La informalidad urbana constituye uno de los desafíos más persistentes de la gestión pública latinoamericana, y una de sus manifestaciones más visibles es la ocupación de calles, plazas y mercados por actividades económicas no regularizadas. El concepto adquirió profundidad analítica cuando Hart (1973) observó en África Occidental que muchas personas sin empleo formal no permanecían desempleadas, sino que creaban mecanismos propios de subsistencia fuera de los marcos establecidos. Roy (2005) amplió este enfoque hacia el territorio al señalar que la informalidad influye en las formas de ocupación y organización de la ciudad. En su expresión comercial, estas actividades tienden a localizarse en espacios centrales con tránsito peatonal recurrente y condiciones favorables para el intercambio (Bromley & Mackie, 2009). Por ello, el fenómeno no compete a una sola institución, sino que constituye un asunto territorial, laboral y social.

Las respuestas municipales que se repiten más frecuentemente son las operaciones de control y desalojo, cuya eficacia es cuestionable debido a que pueden hacer que la actividad se traslade sin tratar sus condiciones estructurales y perjudicar los medios de subsistencia de la población afectada (Roever & Skinner, 2016). La falta de un diagnóstico territorial, además de la voluntad política, impide la planificación de respuestas y propicia que se actúe solo después de que el conflicto haya surgido. Aunque la relación entre el empleo informal y la economía formal es dependiente del contexto y no necesariamente implica ocupar el espacio público, generalmente se asocia con la incapacidad de esta última para crear puestos de trabajo apropiados. La inteligencia de datos, cuando se aplica a lo urbano, tiene el potencial de transformar estadísticas públicas y registros administrativos en insumos para la toma de decisiones (Batty, 2013; Kitchin, 2014). Sin embargo, la adopción de esta tecnología en ciudades intermedias del sur global enfrenta obstáculos relacionados con la disponibilidad, la capacidad técnica y la calidad de los datos.

En 2025, el 51,5 % de la población ecuatoriana con empleo trabajaba en el sector informal, nueve décimas menos que el 52,4 % registrado el año anterior (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2026). Ambato, capital de Tungurahua, reúne 370 664 habitantes en el cantón y 177 316 en la ciudad, según el censo de 2022 (INEC, 2023). Es una de las urbes intermedias con mayor relevancia económica a nivel nacional y conserva una tradición ferial que aumenta los lugares de intercambio donde el comercio en la calle atrae clientes. La movilidad peatonal, la convivencia entre ciudadanos y la salubridad han sido abordadas por la literatura local en relación con esa presencia (Aguinaga Bósquez & Saltos Ibarra, 2022; Aguinaga Bósquez & Pérez Barral, 2022). La relación con el espacio urbano del centro de Ambato y los efectos socioeconómicos y fiscales del comercio informal en ciudades intermedias ecuatorianas han sido investigados por otros estudios (Castro Martin & Chías Navarro, 2019; Quispe Fernández et al., 2020).

Esa producción presenta un retrato cualitativo y ubicado en el territorio del fenómeno, aunque no incluye en un mismo diseño la dependencia espacial del empleo informal, su conexión con otros indicadores laborales, su variación de un año a otro ni su conversión en reglas municipales de seguimiento. La aportación científica novedosa de esta investigación consiste precisamente en combinar esos cuatro elementos a través de dos definiciones autónomas de vecindad espacial

y datos abiertos oficiales. Este estudio, en contraste con los que se enfocan en describir el comercio ambulante o sus impactos a nivel local, reconoce el entorno laboral provincial donde se ubica Ambato y presenta un método auditable para transformar los resultados en indicadores, límites y decisiones viables. El alcance está intencionadamente limitado: el protocolo dirige la regulación, la reubicación, la inclusión económica y el control, pero no mide de manera directa lo que ocupa el espacio público.

El objetivo general es analizar la estructura espacial del empleo en el sector informal en Ecuador mediante técnicas de estadística espacial, con énfasis en Tungurahua, para desarrollar un protocolo de apoyo a la gestión pública municipal. Además, se analiza si el indicador muestra un gradiente regional o estructuras locales distintas, y se detectan señales laborales y límites para el seguimiento que pueden respaldar decisiones preventivas.

La informalidad urbana y los límites de su medición

Conviene precisar el objeto de estudio porque economía informal, sector informal, empleo informal, informalidad urbana y comercio ambulante no son categorías intercambiables (Chen, 2012; Organización Internacional del Trabajo, 2013). La economía informal incluye actividades y relaciones de producción que funcionan total o parcialmente fuera de los marcos regulatorios; el sector informal se refiere a unidades productivas no formalmente constituidas; el empleo informal se refiere a empleos sin las protecciones sociales y laborales adecuadas, ya sea dentro o fuera de las unidades del sector informal; la informalidad urbana hace referencia a prácticas no reguladas que participan en la utilización y producción de la ciudad; y el comercio ambulante es una forma, ya sea móvil o fija, de comercialización en lugares públicos. Según sus explicaciones, la escasa capacidad del mercado formal para brindar empleo adecuado y las barreras administrativas y económicas que enfrentan los individuos y los pequeños negocios para formalizarse son las causas de esto (De Soto, 1989; Portes & Haller, 2004). En Ecuador, el INEC (2026) comunica la proporción de personas empleadas en el sector informal según las recomendaciones de la Organización Internacional del Trabajo y a partir de las características y el registro de la unidad productiva.

Esta definición evalúa, ante todo, la integración laboral en unidades de la economía informal y no el tipo específico ni la ubicación de la actividad. Puede incluirse tanto un vendedor ambulante como una unidad agrícola familiar sin registro o un taller doméstico. Entonces, el indicador provincial no representa una medida directa de informalidad urbana o del uso del espacio público. Este estudio emplea como un acercamiento el contexto laboral que podría estar vinculado con el comercio en la calle considerando que no se asume una relación de causa-efecto, y su verificación necesita registros georreferenciados de los municipios sobre puestos, permisos y sanciones.

Inteligencia de datos y gestión pública basada en evidencia

La inteligencia de datos aplicada a lo urbano designa el conjunto de prácticas que transforman información administrativa, censal y estadística en insumos para la decisión pública (Kitchin, 2014). Llevada a la informalidad urbana, su promesa consiste en responder con evidencia tres preguntas operativas que la gestión municipal necesita resolver, a saber, dónde se concentra el fenómeno, con qué intensidad lo hace y cómo evoluciona la presión que lo alimenta. La

primera orienta la focalización de operativos, permisos y reubicaciones, la segunda dimensiona los programas de inclusión y la tercera permite anticipar escenarios mediante el seguimiento de los indicadores que preceden al aumento de la ocupación del espacio público (Batty, 2013).

La calidad de las fuentes, la competencia técnica a nivel local y la articulación institucional son factores que determinan el valor del enfoque. Estas condiciones suelen ser inestables en los gobiernos subnacionales del sur global. Por lo tanto, un procedimiento es útil para una ciudad intermedia si es capaz de llevarse a cabo con datos abiertos, instrumentos accesibles sin restricciones y requisitos técnicos que sean compatibles con sus capacidades.

La inteligencia de datos no reemplaza la negociación territorial o la deliberación política entre los participantes implicados, sino que proporciona criterios claros y auditables para fundamentarlas.

Ciudades intermedias y comercio en espacio público

En América Latina, las ciudades intermedias concentran una parte importante del desarrollo urbano y asumen responsabilidades crecientes con recursos técnicos y administrativos limitados. En estas condiciones, los diagnósticos basados en información pública pueden ser útiles por su bajo costo y su posibilidad de actualización. Ambato se ajusta a esta realidad: el cantón funciona como uno de los principales centros económicos de Tungurahua y mantiene una fuerte tradición comercial y ferial. Este dinamismo genera múltiples espacios de intercambio en los que las actividades no regularizadas encuentran oportunidades de venta. En este escenario, el comercio informal constituye una estrategia económica asociada, entre otros factores, con las limitaciones del mercado de trabajo formal (Quispe Fernández et al., 2020).

La actividad comercial en Ambato ha sido estudiada desde distintas perspectivas. Aguinaga Bósquez & Saltos Ibarra (2022) señalan que se concentra donde existe alta circulación, como plazas, mercados y calles del centro urbano. Castro Martin & Chías Navarro (2019) relacionan esa concentración con la tradición ferial de la ciudad y con el uso comercial de su red de plazas y mercados. Aguinaga & Pérez (2022) describen vínculos entre la ocupación irregular, la movilidad, la salubridad y la convivencia. Quispe Fernández et al. (2020) sostienen que el comercio informal en las ciudades intermedias se relaciona con la necesidad de generar ingresos ante la limitada oferta de trabajo formal y puede repercutir en el comercio regular y la recaudación tributaria.

Dicho de otro modo, la informalidad comercial es más evidente en las calles que tienen más gente y alrededor de los mercados. Lo que más se vende son productos de consumo diario y alimentos. Su concentración es capaz de afectar la limpieza del espacio público y el tránsito tanto de peatones como de vehículos, así como de estar vinculada con alteraciones en la percepción que tienen los ciudadanos sobre seguridad.

Dependencia espacial como herramienta de focalización

El análisis de la dependencia espacial permite distinguir formas diferentes de organización territorial. Cuando existe autocorrelación global positiva y significativa, los valores semejantes tienden a agruparse, lo que puede respaldar intervenciones de escala regional. Cuando no se

identifica un patrón global significativo, todavía pueden existir agrupaciones o valores atípicos locales; en ese caso, algunos territorios presentan resultados semejantes a los de su entorno y otros difieren de él.

El índice global I de Moran (Moran, 1950) permite evaluar si, en términos generales, los territorios presentan un patrón de asociación espacial en sus valores. Por su parte, los indicadores locales de asociación espacial formulados por Anselin (1995) permiten examinar cada territorio y compararlo con su vecindad.

La diferenciación tiene consecuencias para el diseño de políticas públicas: un patrón regional importante puede justificar instrumentos que coordinen a los territorios, mientras que las estructuras locales requieren una focalización más precisa. La aplicación de este tipo de análisis a las ciudades andinas intermedias sigue siendo escasa.

Materiales y métodos

Diseño y fuentes de datos

El estudio adopta un diseño cuantitativo, observacional, ecológico y espacialmente explícito, con un corte principal en 2025 y una comparación interanual entre 2024 y 2025. Tungurahua, como entorno territorial de Ambato, es el caso focal, mientras que la unidad de análisis está constituida por las provincias (n = 24). Elegimos la ENEMDU anual y el Censo de Población y Vivienda debido a su naturaleza oficial, su acceso abierto, su alcance en todo el país, su capacidad de comparación y la disponibilidad de variables relevantes. Se seleccionó el periodo 2024-2025 porque se trata de los dos boletines anuales más recientes y comparables que estaban disponibles cuando se realizó el análisis. Se incluyeron las veinticuatro provincias con estimaciones anuales comparables para 2024 y 2025. No se utilizaron desagregaciones cantonales debido a que la fuente no proporciona estimaciones anuales representativas y comparables para todos los cantones. La información del censo se utilizó solamente para caracterizar la magnitud del caso focal. Dado que la fuente no brinda estimaciones anuales representativas para cada cantón, se usa la escala provincial como una aproximación al ambiente laboral urbano; por esta razón, los resultados no se asignan directamente a la ciudad de Ambato. Las fuentes y variables se describen en la Tabla 1.

Tabla 1.

Fuentes de datos, variables y cobertura

Fuente	Documento y disponibilidad	Variables utilizadas	Cobertura
ENEMDU anual 2025	INEC (2026). Boletín Técnico N.º 03-2026-ENEMDU, febrero de 2026. Tablas 1 a 9. Descarga pública en ecuadorencifras.gob.ec	Participación bruta, participación global, desempleo, empleo bruto, empleo adecuado, subempleo, otro empleo no pleno, empleo no remunerado y población con empleo en el sector informal	24 provincias, años 2024 y 2025

Fuente	Documento y disponibilidad	Variables utilizadas	Cobertura
Censo de Población y Vivienda 2022	INEC (2023). Resultados cantonales. Descarga pública en censoecuador.gob.ec	Población total del cantón y de la ciudad de Ambato	Cantón Ambato

Nota. La ENEMDU anual 2025 se construye mediante la acumulación de doce levantamientos mensuales, con una muestra total de 108 192 viviendas. El diseño trimestral de la encuesta contempla cinco ciudades que se autorrepresentan, incluida Ambato. No obstante, el análisis actual utiliza las estimaciones anuales por provincia para garantizar la comparabilidad de las veinticuatro unidades. Elaboración propia.

Construcción de las matrices de pesos espaciales

La medición de la dependencia espacial exige definir qué provincias son vecinas, porque esa decisión condiciona los resultados. Se elaboraron dos matrices separadas. En la primera, se compararon las coordenadas geográficas WGS84 de las capitales provinciales mediante la distancia de gran círculo calculada con la fórmula de Haversine (Robusto, 1957) (Eq.1).

$$d_{ij} = 2R\ arcsin\left[\sqrt{sin^2\left(\frac{\phi_j - \phi_i}{2}\right) + cos\phi_i\ cos\phi_j\ sin^2\left(\frac{\lambda_j - \lambda_i}{2}\right)}\right] \qquad (1)$$

donde ϕ representa la latitud y λ la longitud, expresadas en radianes, mientras que R = 6 371 km. Se eligieron las cinco distancias menores (k = 5) para cada provincia, asignándoles un peso binario de 1 a esos vecinos y de 0 a los otros. El valor de k = 5 se estableció antes del análisis como un compromiso entre la proximidad local y la conectividad en una muestra pequeña. Este número asegura el mismo número de vecinos para las veinticuatro provincias, previene unidades aisladas y reduce la influencia de territorios lejanos. En la segunda matriz se aplicó contigüidad terrestre tipo torre: dos provincias recibieron peso 1 si compartían un segmento de frontera y 0 en caso contrario. Dado que Galápagos no tiene frontera terrestre, solo se conectó con Guayas para evitar una fila sin vecinos, lo cual se considera una limitación. Se normalizaron las dos matrices por filas, de tal manera que la suma de los pesos de cada provincia fuera igual a 1. La comparación de las dos especificaciones actúa como un análisis de sensibilidad en relación con la definición de vecindad.

Estrategia analítica

El análisis se llevó a cabo en cinco fases. La primera analizó la distribución de la población ocupada en el sector informal por provincias en 2025 a través de medidas de dispersión y tendencia central, además de estudiar su distribución según regiones naturales (Insular, Amazonía, Costa y Sierra). Santo Domingo de los Tsáchilas fue asignado a la región costera de acuerdo con el criterio que se empleó en la fuente analizada.

La segunda fase evaluó la autocorrelación espacial global mediante el índice I de Moran (Moran, 1950) y la asociación espacial local mediante los indicadores locales de Moran propuestos por Anselin (1995). Se emplearon dos especificaciones independientes de la matriz de pesos espaciales, correspondientes a cinco vecinos más próximos y contigüidad terrestre.

La inferencia espacial se realizó mediante 9 999 permutaciones. Los indicadores locales se clasificaron en los cuadrantes bajo-bajo, alto-bajo, bajo-alto y alto-alto según el valor provincial y el rezago espacial de su vecindad. La significación local se evaluó con $\alpha = 0{,}05$ sin ajuste por comparaciones múltiples, por lo que estos resultados se interpretaron como exploratorios.

En la tercera fase, se analizó la relación entre el porcentaje de población con empleo en el sector informal y los otros ocho indicadores laborales a nivel provincial utilizando la correlación de rangos de Spearman. La evaluación de asociaciones monotónicas sin suponer la normalidad de las variables se realizó con este coeficiente no paramétrico. Los contrastes fueron bilaterales.

La variación interanual entre 2024 y 2025 fue analizada en la cuarta fase. El cambio en puntos porcentuales se calculó para cada provincia, y luego su relación con el nivel inicial de 2024 se analizó a través de la correlación de rangos de Spearman. Como contraste adicional, las provincias se clasificaron en función de su ubicación en relación con el valor nacional del 52,4 % para 2024. Las que tenían valores iguales o mayores al 52,4 % se consideraron de nivel inicial alto, y las que estaban por debajo de esta cifra, de nivel inicial bajo. La prueba U de Mann–Whitney bilateral fue utilizada para comparar la variación interanual de los dos grupos. Se empleó este análisis para examinar una posible señal de convergencia a corto plazo, sin considerarla como una tendencia temporal debido a que únicamente se dispone de dos observaciones anuales, correspondientes a 2024 y 2025.

En la quinta fase, se comparó el perfil laboral de Tungurahua con el valor nacional y con el promedio de sus provincias vecinas. Se interpretaron todos los resultados como diferencias y asociaciones estadísticas, no como pruebas de relaciones causales.

Todo el procesamiento se llevó a cabo en Python, utilizando *NumPy* (Harris et al., 2020), pandas (McKinney, 2010), *SciPy* (Virtanen et al., 2020), *libpysal* y *esda*, que son parte del ecosistema de PySAL (Rey et al., 2022). Se creó la matriz de vecinos más cercanos a través de las distancias Haversine, utilizando *libpysal.weights.W*. Por otra parte, la matriz de contigüidad terrestre se realizó con *libpysal.weights.Rook.from_dataframe* e incluyó después el enlace Galápagos-Guayas. Las dos matrices se normalizaron por filas con *transform* = "R".

Los indicadores locales se calcularon mediante *esda.Moran_Local(y, w, permutations = 9999, seed = 12345)* y el índice global de Moran mediante *esda.Moran(y, w, permutations = 9999)*. Para la inferencia espacial se utilizaron los pseudo-valores p derivados de las permutaciones *(p_sim)*. Las 9 999 permutaciones se utilizaron exclusivamente para la inferencia espacial. Para las aleatorizaciones condicionales del análisis local se estableció la semilla 12 345. Las correlaciones se calcularon mediante *scipy.stats.spearmanr(..., alternative = "two-sided", nan_policy = "omit")* y la comparación entre los grupos definidos por el nivel inicial mediante *scipy.stats.mannwhitneyu(..., alternative = "two-sided")*. Se adoptó un nivel de significación de $\alpha = 0{,}05$.

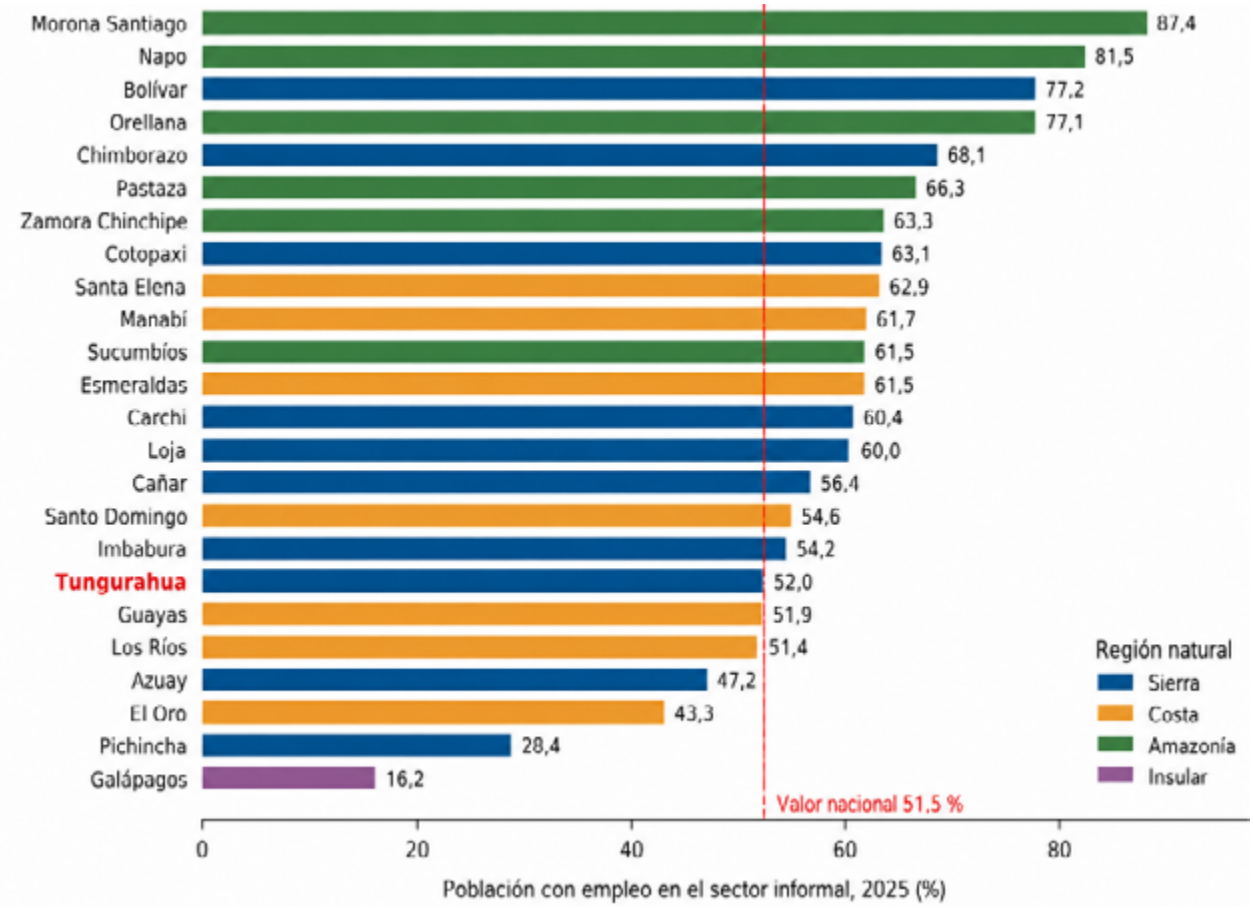
Resultados

Estructura territorial del empleo en el sector informal

El empleo en el sector informal es elevado y presenta una marcada desigualdad territorial. En 2025, el promedio simple entre provincias fue del 58,65 %, con una desviación estándar de 15,52 puntos. Este promedio fluctuó entre el 16,2 % de Galápagos y el 87,4 % de Morona Santiago; la diferencia entre estos dos extremos es superior a los setenta puntos porcentuales. Con un 52,0 %, Tungurahua superó en medio punto al valor nacional (51,5 %), pero no alcanzó el promedio provincial. Al clasificar las provincias de mayor a menor en términos del indicador, ocupó la posición dieciocho entre veinticuatro. La distribución total se muestra en la Figura 1.

Figura 1.

Empleo en el sector informal por provincia, 2025



Nota. Se presenta el porcentaje de población con empleo en el sector informal en las 24 provincias del Ecuador. Elaboración propia a partir de INEC (2026).

Los resultados están organizados según la región natural en la Tabla 2. La comparación de los promedios, la variabilidad y los valores extremos muestra que el empleo en el sector informal no es igual de intenso en todas partes del Ecuador.

Tabla 2.

Empleo en el sector informal por región natural, 2025

Región natural	Provincias	Media (%)	Desviación típica	Mínimo (%)	Máximo (%)
Amazonía	6	72,9	10,7	61,5	87,4
Costa	7	55,3	7,2	43,3	62,9
Insular	1	16,2	n. a.	16,2	16,2
Sierra	10	56,7	13,1	28,4	77,2
Conjunto de provincias	24	58,6	15,5	16,2	87,4

Nota. Elaboración propia a partir de INEC (2026). La región Insular comprende únicamente a Galápagos, por lo que su desviación típica no resulta calculable.

La Amazonía promedia 72,85 %, frente al 56,70 % de la Sierra y el 55,33 % de la Costa, mientras Galápagos se aparta del conjunto con 16,2 %. Esta lectura descriptiva podría sugerir un gradiente decreciente desde el oriente hacia el occidente del país; el análisis espacial del apartado siguiente evalúa esa hipótesis y no encuentra evidencia global significativa que la respalde.

Patrones locales y contraste espacial global

El índice global de Moran es débil y no significativo bajo las dos especificaciones ensayadas, como muestra la Tabla 3. Con la matriz de cinco vecinos más próximos alcanza 0,086 ($p = 0,095$) y con la matriz de contigüidad terrestre, 0,093 ($p = 0,131$). En las dos situaciones, la hipótesis nula de aleatoriedad espacial no se rechaza con $\alpha = 0,05$. Por lo tanto, los datos no brindan pruebas suficientes de una dependencia global del empleo en el sector informal. Aparentemente, la estructura regional que se observa es más fuerte en ciertas provincias amazónicas. Sin embargo, no forma un gradiente nacional que sea estadísticamente significativo.

Tabla 3.

Índice global de Moran del empleo en el sector informal, 2025

Matriz de pesos	I de Moran	Valor esperado	Pseudo-p por permutación
Cinco vecinos más próximos	0,086	−0,043	0,095
Contigüidad terrestre	0,093	−0,043	0,131

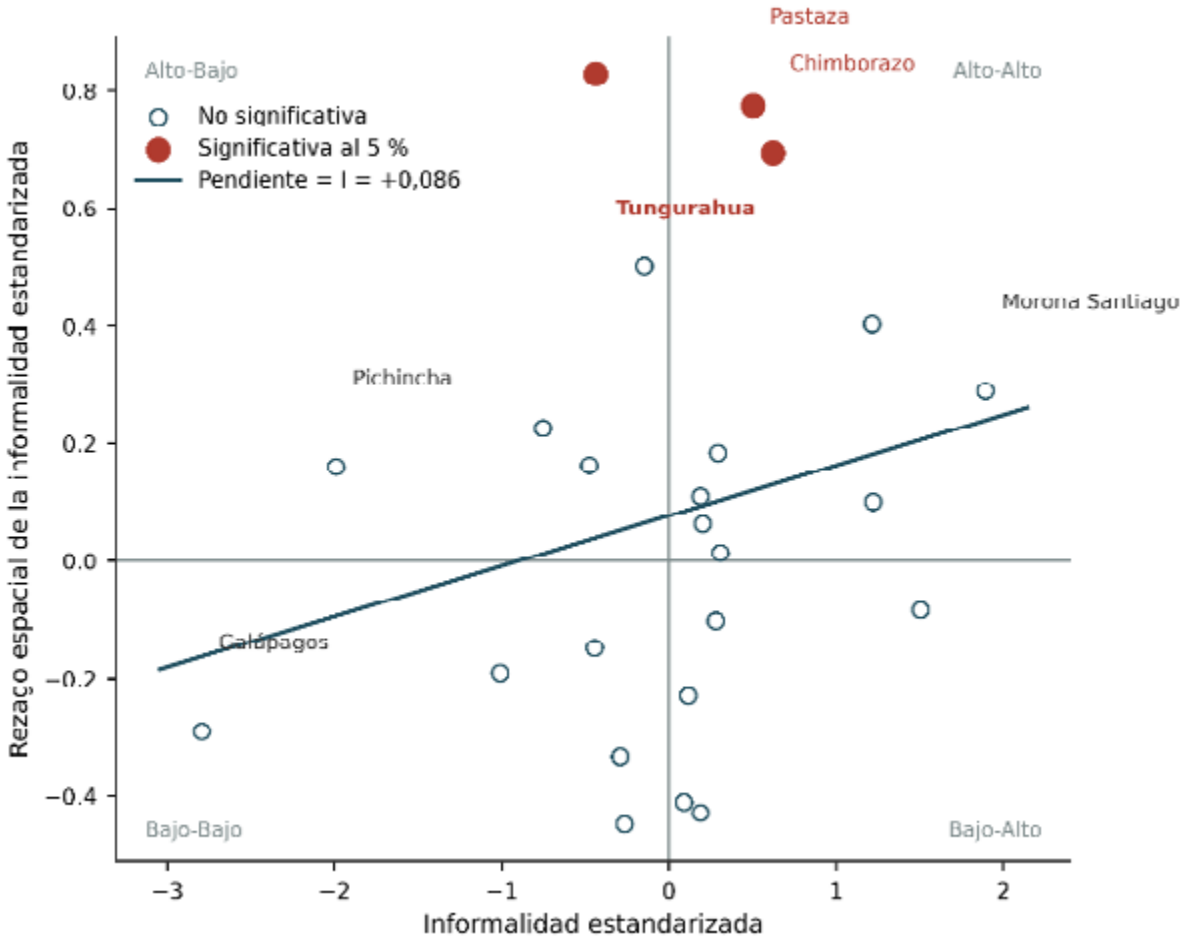
Nota. Elaboración propia. Ambas matrices se estandarizaron por filas. Los pseudo-valores p se obtuvieron mediante 9 999 permutaciones. n = 24.

Los indicadores locales muestran configuraciones que el estadístico global no resume. Con la matriz de cinco vecinos más próximos aparecen tres provincias con significación local exploratoria al 5 %: Chimborazo y Pastaza se clasifican como valores altos rodeados de

valores altos, y Tungurahua como un valor bajo rodeado de valores altos, con un indicador local de −0,348 y p = 0,016. La matriz de contigüidad sitúa nuevamente a Tungurahua en ese cuadrante (p = 0,001) y mantiene a Pastaza como agrupación de valores altos (p = 0,006). La interpretación de estos resultados locales se lleva a cabo con precaución debido al número de contrastes simultáneos y al tamaño de la muestra. Como se muestra en la figura 2, el diagrama de dispersión de Moran los exhibe.

Figura 2.

Dispersión espacial del empleo en el sector informal



Nota. La figura corresponde a la matriz de cinco vecinos más próximos (k = 5). Se compara el nivel de empleo en el sector informal de cada provincia con el promedio registrado en sus territorios vecinos. Los cuadrantes permiten identificar agrupaciones de valores altos o bajos y provincias con comportamientos diferentes a los de su entorno. Elaboración propia a partir de INEC (2026).

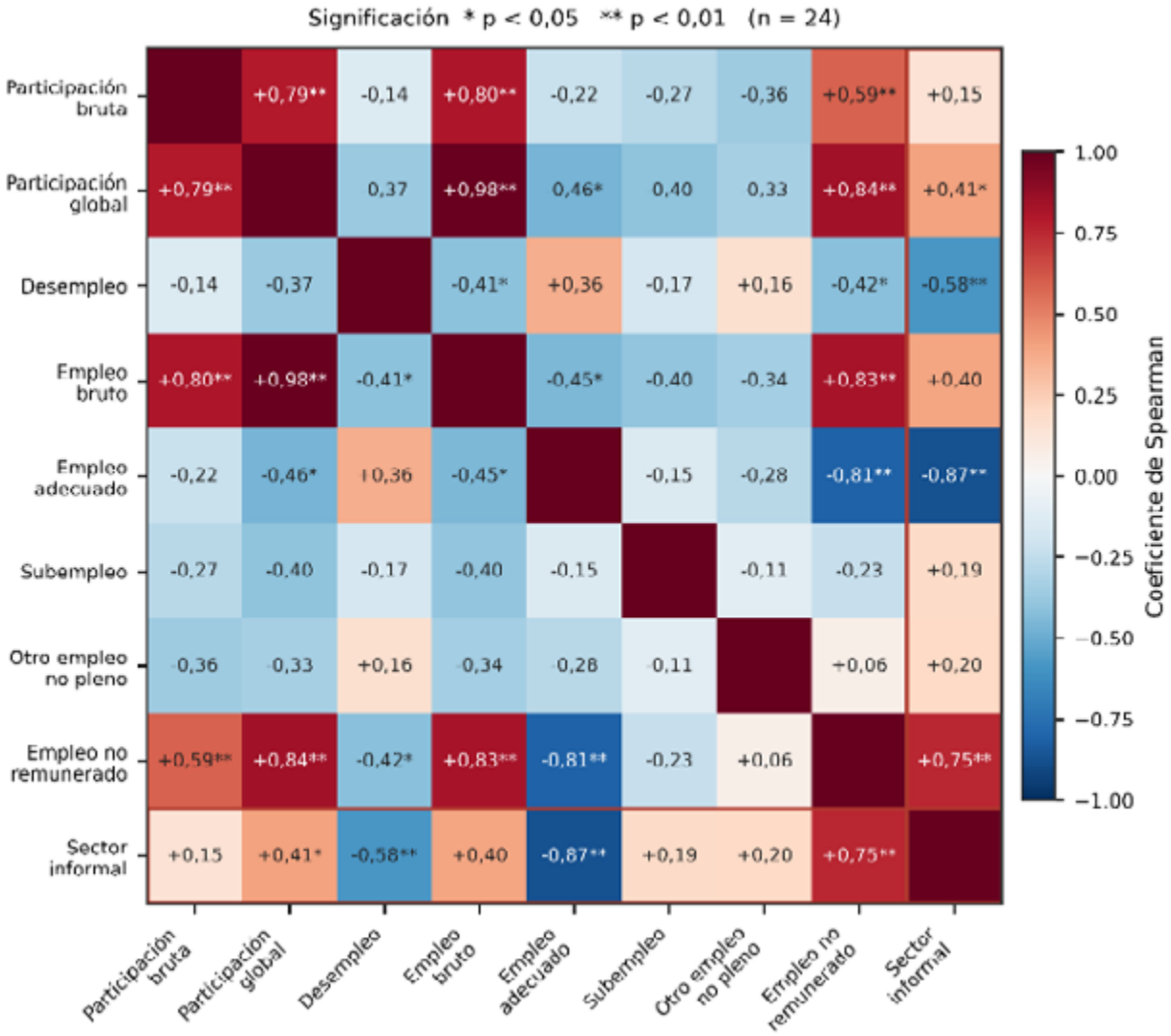
Se puede apreciar la posición relativa de Tungurahua al cotejar su indicador con el entorno inmediato. Los cinco vecinos más próximos de Tungurahua (Cotopaxi, Chimborazo, Bolívar, Pastaza y Napo) registraron un promedio de 71,2 % de población con empleo en el sector informal, diecinueve puntos porcentuales por encima del 52,0 % de Tungurahua. Por lo tanto, la provincia presenta un nivel relativamente bajo de empleo en el sector informal en una región serrana y amazónica con cifras altas; esta afirmación indica una comparación estadística, no una condición absoluta de formalidad territorial.

La arquitectura de asociación entre indicadores laborales

Si la geografía global del empleo en el sector informal resulta difusa, su arquitectura estadística es en cambio nítida y coherente. La Figura 3 presenta la matriz completa de correlaciones de rango entre los nueve indicadores.

Figura 3.

Correlaciones entre indicadores laborales



Nota. Elaboración propia a partir de INEC (2026). n = 24 provincias.

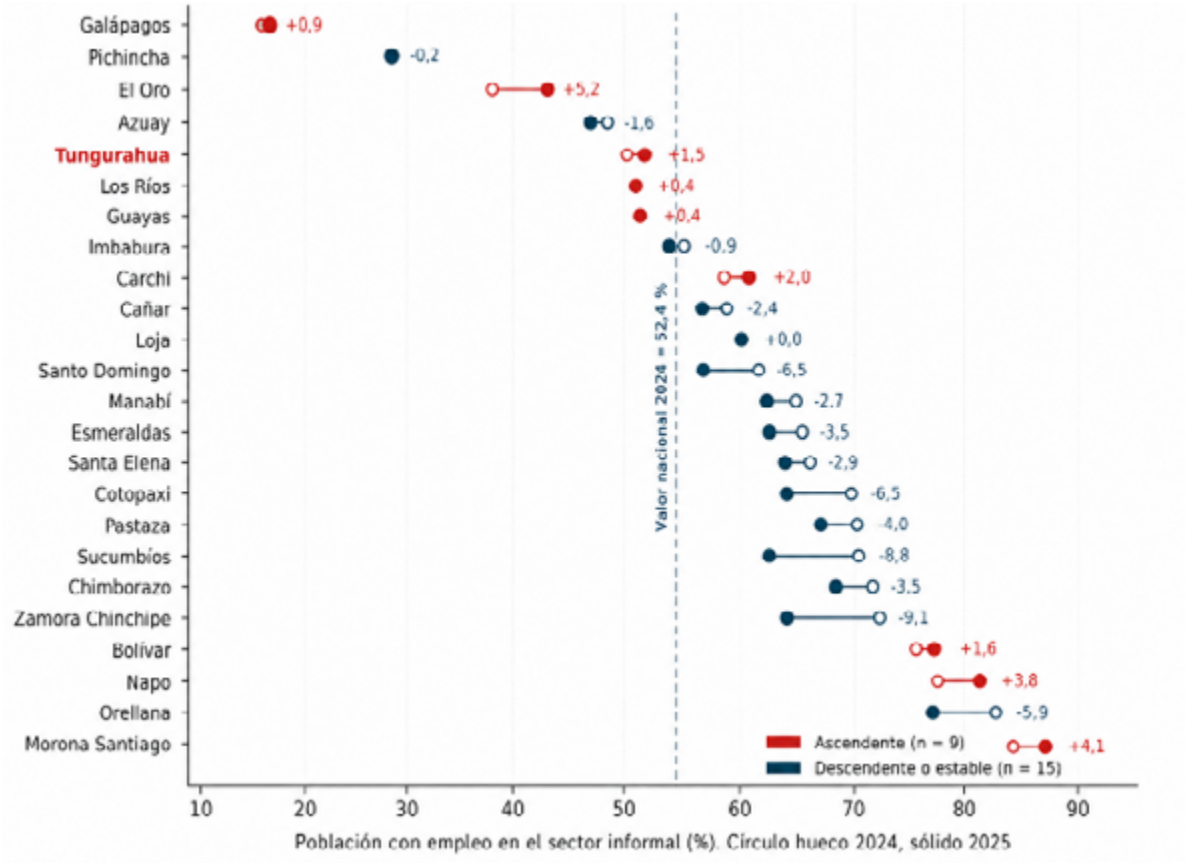
Las asociaciones de mayor magnitud con el empleo en el sector informal se observaron con el empleo adecuado ($\rho = -0{,}873$; $p < 0{,}001$), el empleo no remunerado ($\rho = 0{,}752$; $p < 0{,}001$) y el desempleo abierto ($\rho = -0{,}581$; $p = 0{,}003$). En la muestra provincial, mayores niveles de empleo en el sector informal tendieron a coexistir con menores niveles de empleo adecuado y desempleo abierto, y con mayores niveles de empleo no remunerado. Estas asociaciones se interpretan en términos estadísticos y no causales.

Trayectoria reciente y señal exploratoria de convergencia

A pesar de que el porcentaje nacional se redujo del 52,4 % al 51,5 %, la comparación entre los años 2024 y 2025 revela caminos provinciales diversos. Napo, Morona Santiago, El Oro y Tungurahua reportaron incrementos de 3,8 puntos porcentuales, 4,1 puntos porcentuales, 5,2 puntos porcentuales y 1,5 puntos porcentuales respectivamente. La figura 4 muestra todas las fluctuaciones a nivel provincial.

Figura 4.

Variación provincial del empleo en el sector informal, 2024–2025



Nota. Se compara el porcentaje de población con empleo en el sector informal de cada provincia entre 2024 y 2025. La línea vertical indica el valor nacional de 2024 (52,4 %), utilizado para definir el nivel inicial de la tipología. Elaboración propia a partir de INEC (2026).

La tipología de la Tabla 4 posibilita el análisis de la correlación entre el nivel inicial y su posterior variación. Las provincias que estaban por debajo del valor nacional de 52,4 % en 2024 elevaron su indicador en promedio 0,94 puntos porcentuales, mientras que las que estaban igual o por encima de ese nivel lo disminuyeron en promedio 2,66 puntos. Una diferencia entre los dos grupos fue detectada por la prueba U de Mann–Whitney ($p = 0,042$). La correlación de rangos entre la variación y el nivel inicial fue negativa ($\rho = - 0,316$), pero no significativa ($p = 0,133$). En general, estos hallazgos son compatibles con una señal exploratoria de convergencia a corto plazo. Sin embargo, no se puede determinar una tendencia porque solamente se están comparando dos años.

Tabla 4.

Tipología de provincias según nivel y trayectoria del empleo en el sector informal

Tipo	n	Provincias	Variación media
Alta y ascendente	4	Bolívar, Carchi, Morona Santiago, Napo	2,9
Alta y descendente	12	Cañar, Cotopaxi, Chimborazo, Esmeraldas, Imbabura, Manabí, Pastaza, Zamora Chinchipe, Sucumbíos, Orellana, Santo Domingo, Santa Elena	−4,7
Alta y estable	1	Loja	0,0
Baja y ascendente	5	El Oro, Guayas, Los Ríos, Tungurahua, Galápagos	1,7
Baja y descendente	2	Azuay, Pichincha	−0,9

Nota. Elaboración propia basada en datos del INEC (2026). La trayectoria se determina en función de la fluctuación entre 2024 y 2025, mientras que el nivel se fija con respecto al valor nacional de 2024, que es del 52,4 %.

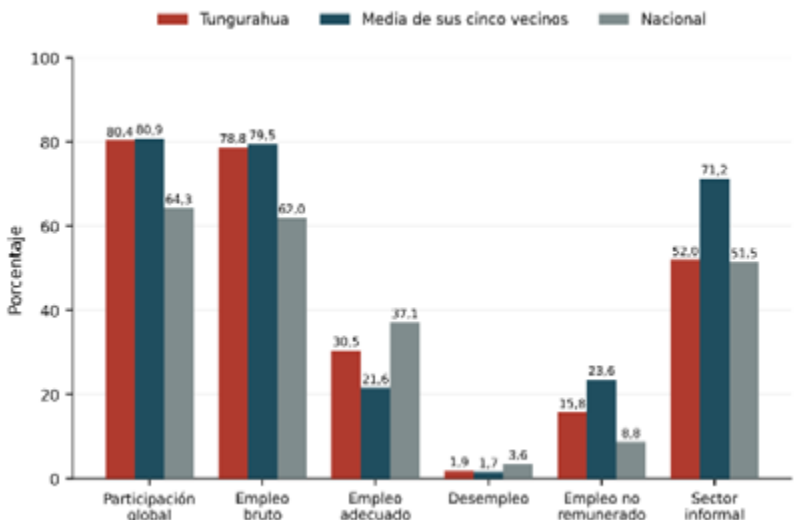
Aunque Tungurahua tiene un nivel de empleo en el sector informal inferior al de sus provincias vecinas, forma parte del conjunto de provincias donde este indicador creció a medida que el valor nacional disminuyó. Este cambio interanual sugiere que su posición comparativa puede estar debilitándose; sin embargo, es insuficiente contar con solo dos observaciones anuales para afirmar una tendencia o extender automáticamente el resultado provincial a su capital.

El perfil de una ciudad intermedia. Tungurahua y Ambato

El contraste del perfil completo con la vecindad y con el agregado nacional aclara qué sostiene esa posición atípica y por qué resulta frágil. La Figura 5 recoge la comparación de seis indicadores.

Figura 5.

Perfil laboral de Tungurahua



Nota. Comparación de los principales indicadores laborales de Tungurahua con el promedio de sus provincias vecinas y el valor nacional.

Tungurahua combina una participación global del 80,4 % que supera con holgura el 64,3 % nacional, una tasa de empleo bruto del 78,8 % frente al 62,0 % del país y un desempleo del 1,9 % que es prácticamente la mitad del 3,6 % nacional, de modo que su población trabaja en proporciones muy superiores a la media. Ese dinamismo convive sin embargo con un empleo adecuado del 30,5 % que queda casi siete puntos por debajo del 37,1 % nacional, lo que dibuja un mercado laboral donde casi todo el mundo trabaja, pero una fracción menor que en el resto del país lo hace en condiciones plenas.

La combinación de participación elevada y calidad del empleo por debajo del promedio configura un contexto compatible con la expansión de actividades de subsistencia, entre ellas algunas formas de comercio en el espacio público. No obstante, los datos no permiten determinar qué porcentaje de la población está ocupada en la venta ambulante ni permiten afirmar que el empleo en el sector informal disminuya el desempleo. La correlación negativa que se ha notado sugiere que el desempleo, cuando se emplea de manera aislada, puede pasar por alto aspectos importantes de la precariedad laboral.

Discusión

El primer aporte radica en demostrar que, según las dos matrices analizadas, no hay evidencia de autocorrelación espacial global en el empleo del sector informal; sin embargo, sí se presentan configuraciones locales exploratorias. Este resultado propicia diagnósticos diferenciados según la región, aunque no implica que la provincia sea siempre la unidad de intervención más apropiada. Barreda Luna et al. (2022) reunieron datos oficiales georreferenciados, accesibilidad y aprendizaje automático para categorizar la venta callejera a nivel intraurbano en Monterrey; su investigación corrobora que el emplazamiento del comercio está condicionado por factores espaciales particulares, como la centralidad y el tránsito de peatones. El trabajo actual es más agregado, aunque complementario: a través de la estadística espacial, determina el contexto laboral a nivel provincial y no la localización de los vendedores. El análisis comparativo acota su aporte y fortalece la exigencia de agregar un catastro municipal antes de decidir acerca de calles específicas.

Esta cautela resulta especialmente pertinente en Ambato, donde Aguinaga-Bósquez y Saltos-Ibarra (2022) documentaron una concentración del comercio no regularizado en la zona céntrica y en sectores comerciales específicos de la ciudad.

La segunda contribución consiste en describir a Tungurahua como un valor bajo que está rodeado de valores altos en las dos matrices. El hecho de que sea diecinueve puntos más bajo en comparación con sus cinco vecinos indica un nivel inferior de empleo en el sector informal, pero no evidencia que la estructura productiva provincial sea la razón ni quiere decir que haya formalidad territorial. Asimismo, el incremento de 1,5 puntos entre 2024 y 2025 recomienda no tener en cuenta esa posición como establecida. A escala intraurbana, Jara Vásquez & Bonilla-Jurado (2026) identificaron en Ambato patrones espaciales diferenciados asociados con la interacción de factores socioeconómicos y territoriales, lo que refuerza la necesidad de no trasladar mecánicamente el resultado provincial a la escala urbana. En términos más generales, Jurado-Zambrano et al. (2023) descubrieron que las tácticas de gobernanza inteligente en Buenos Aires, Medellín y Ciudad de México fusionan la participación ciudadana, un enfoque

sociotécnico y soluciones tecnológicas. Por lo tanto, el protocolo sugerido debe ser considerado como un soporte para la deliberación y el seguimiento, no como una recomendación automática que surja de los datos.

Una estructura laboral en la que una proporción pequeña de empleo adecuado puede coexistir con un desempleo bajo es lo que se describe mediante las asociaciones inversas entre el trabajo en el sector informal, el empleo adecuado y el desempleo abierto. No es posible asegurar que los trabajadores que estarían desempleados de otra manera sean absorbidos por los talleres no registrados o la venta callejera. El perfil de Tungurahua, que muestra un 1,9 % de desempleo y un 30,5 % de empleo adecuado, pone en evidencia la necesidad de analizar ambos indicadores al mismo tiempo. En el contexto ecuatoriano, Bonilla-Jurado et al. (2019) advierten que la informalidad puede coexistir con déficits de protección laboral, seguridad social y remuneración, por lo que la existencia de ocupación no debe equipararse automáticamente con condiciones de trabajo adecuadas. Por otro lado, el análisis de Ramos et al. (2023), que trata sobre la formalización digital del comercio callejero en Recife, alerta que los sistemas de información tienen el potencial de aumentar la capacidad de supervisión e individualización de los comerciantes. Por lo tanto, la inteligencia de datos tiene que incluir protección de datos, participación y transparencia, en lugar de solo reforzar los dispositivos sancionatorios.

La utilidad potencial del protocolo está en tres modificaciones en relación con la práctica común. En primer lugar, el desempleo no debe dejarse de lado, sino que debe analizarse en conjunto con el empleo adecuado y el empleo en el sector informal, ya que ningún indicador individual prevé la ocupación del espacio público. En segundo lugar, la situación relativa de Tungurahua puede ser monitoreada anualmente a través de la distancia con su vecindario y los indicadores locales, sin que un resultado estadístico se convierta en un diagnóstico causal. En tercer lugar, se debe comparar las medidas de regularización con datos sobre la accesibilidad, los costos de formalización, la clientela y las condiciones laborales. Casanova-Villalba et al. (2025), en Santo Domingo, Ecuador, hallaron que las opiniones acerca de la reubicación eran diversas y que su viabilidad estaba condicionada a apoyos adicionales, como financiación, capacitación, accesibilidad y promoción. Esta evidencia reciente concuerda con la necesidad de fusionar el protocolo cuantitativo con el diálogo y la asistencia institucional.

Implicaciones para la gestión y protocolo propuesto

Los apartados anteriores permiten traducir la evidencia en un instrumento operativo de seguimiento. El protocolo detallado se presenta en el Anexo C del material suplementario, donde se especifican los indicadores, las fuentes y periodicidades, las reglas operativas de seguimiento y las decisiones municipales asociadas.

El protocolo se implementa en tres etapas sucesivas. La primera consiste en establecer un seguimiento anual de los cinco indicadores públicos, utilizando un boletín y software libre, con responsables designados, tiempo técnico y controles de calidad. La segunda es de mediana duración y consiste en crear un catastro georreferenciado de permisos y puestos que posibilite bajar desde la escala provincial a la del frente comercial. La tercera conecta las dos capas en un tablero de seguimiento constante, en el que la administración tiene la oportunidad de cotejar sus propios registros con la señal estadística y ajustar las reglas de seguimiento con evidencia local.

El resultado es un sistema preliminar de alerta sobre la magnitud y la dirección de las señales laborales, apoyado en indicadores verificables, reglas de seguimiento explícitas y decisiones posibles. Su utilidad para anticipar la ocupación del espacio público deberá validarse con datos municipales y seguimiento longitudinal.

Limitaciones

La primera restricción se refiere al alcance del indicador oficial: detecta a la población empleada en el sector informal, aunque no hace distinción de la venta ambulante ni otras manifestaciones de informalidad urbana. Por esta razón, los resultados describen un entorno laboral provincial y no evalúan el comercio ambulante de Ambato de manera directa. La escala provincial, además, encierra el peligro de la falacia ecológica y esconde las variaciones a nivel de cantones e intraurbano; los efectos sobre el espacio público son estimaciones que deben ser cotejadas con los datos georreferenciados locales.

El diseño observacional y ecológico no permite establecer relaciones causales, y la comparación interanual se limita a dos observaciones anuales, correspondientes a 2024 y 2025, por lo que no permite identificar tendencias de largo plazo. La potencia estadística se ve disminuida y los resultados son más sensibles a valores extremos debido a que el tamaño de la muestra provincial ($n = 24$) es reducido. Los indicadores locales incluyen numerosos contrastes sin ajuste, por lo que se consideran exploratorios. La elección de cinco vecinos es una decisión analítica y, si bien se contrastó con la contigüidad terrestre, otras especificaciones podrían arrojar resultados diferentes. Al interpretar la matriz, es importante tener en cuenta el enlace Guayas-Galápagos, ya que es convencional. Para concluir, la falta de una amplia serie municipal imposibilita la validación del potencial de los indicadores para prever alteraciones en el comercio callejero.

Conclusiones

El estudio identificó una configuración local consistente para Tungurahua bajo las dos matrices analizadas: la provincia fue clasificada como un valor bajo rodeado de valores altos. Su 52,0 % estuvo diecinueve puntos porcentuales por debajo del promedio de 71,2 % de sus cinco vecinos. Esta diferencia permite dar prioridad al seguimiento comparativo sin confundir un menor nivel relativo de empleo en el sector informal con una condición de formalidad territorial. El índice global de Moran no fue significativo a nivel nacional con $\alpha = 0{,}05$; la evidencia relevante se encuentra en configuraciones locales y no en un gradiente espacial generalizado.

De 2024 a 2025, Tungurahua fue una de las nueve provincias con un crecimiento y tuvo un incremento de 1,5 puntos porcentuales en el indicador. Este cambio de solo un año muestra una variación interanual; sin embargo, no revela una tendencia ni permite suponer los efectos que tendrá en el futuro sobre las áreas centrales de Ambato. Los datos muestran que el empleo en el sector informal está negativamente correlacionado con el empleo adecuado ($\rho = -0{,}873$) y con el desempleo abierto ($\rho = -0{,}581$). Debido al diseño observacional y ecológico y al tamaño de la muestra, estas relaciones no evidencian absorción, amortiguación o sustitución laboral. Sí muestran que el desempleo por sí solo da una visión parcial del mercado de trabajo y que es mejor examinarlo junto con indicadores de calidad del empleo y empleo en el sector informal.

El protocolo sugerido coordina el monitoreo municipal a través de fuentes públicas, frecuencias, reglas de seguimiento y decisiones potenciales. Su tarea es guiar prioridades: cada señal provincial debe ser comparada con registros locales y la participación de comerciantes, residentes y entidades encargadas de movilidad, desarrollo económico e inclusión social. La técnica puede ser replicada con software libre y datos abiertos. Su funcionamiento necesita tiempo técnico, documentación y controles de calidad.

La agenda futura incluye ampliar el procedimiento a nivel cantonal cuando la estadística oficial lo posibilite, añadir una serie anual más amplia para diferenciar entre coyuntura y tendencia, y vincular los indicadores con registros locales de puestos, permisos, sanciones y ubicación. Esta integración facilitaría la validación de las reglas de seguimiento, el análisis de la capacidad predictiva del protocolo y el cambio de un diagnóstico provincial a un monitoreo urbano constante.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Agradecimiento

Los autores expresan su especial agradecimiento a los promotores del Instituto Superior Tecnológico Universitario España (ISTE), Ing. Héctor Meléndez e Ing. Épsilon Meléndez, por su visión estratégica, liderazgo y permanente respaldo al fortalecimiento de la Unidad de Producción de Bienes y Prestación de Servicios. Su compromiso institucional ha contribuido al desarrollo del presente proyecto de investigación y desarrollo I+D que se vinculó con Cámara de Comercio de Ambato y la sociedad ambateña, un profundo agradecimiento a su Director Ejecutivo el Tcnlog. Danilo Salazar, todo esto orientado a consolidar las capacidades académicas y técnicas requeridas para la oferta de programas de posgrado tecnológico.

Referencias

Aguinaga Bósquez, R. J., & Pérez Barral, O. (2022). Problemas de convivencia ciudadana a partir del comercio informal en espacios públicos. *Revista Uniandes Episteme*, 9(3), 410–426. Recuperado de https://revista.uniandes.edu.ec/ojs/index.php/EPISTEME/article/view/2393

Aguinaga-Bósquez, R. J., & Saltos-Ibarra, M. P. (2022). El comercio informal en los espacios públicos en Ambato-Ecuador. Killkana Sociales, 6(2), 25–34. https://doi.org/10.26871/killkanasocial.v6i2.930

Anselin, L. (1995). Local Indicators of Spatial Association (LISA). *Geographical Analysis, 27*(2), 93–115. https://doi.org/10.1111/J.1538-4632.1995.TB00338.X

Barreda Luna, A. A., Kuri, G. H., Rodríguez-Reséndiz, J., Zamora Antuñano, M. A., Altamirano Corro, J. A., & Paredes-Garcia, W. J. (2022). Public space accessibility and machine learning tools for street vending spatial categorization. *Journal of Maps, 18*(1), 43–52. https://doi.org/10.1080/17445647.2022.2035836

Batty, M. (2013). *The new science of cities*. Cambridge, MA: MIT Press. https://doi.org/10.7551/mitpress/9399.001.0001

Bonilla-Jurado, D., Noboa-Larrea, G. E., Hallo Montesdeoca, D. F., & Delgado Salcedo, N. D. R. (2019). El derecho al empleo informal y sus implicaciones socio-económicas en la economía ecuatoriana. Pro Sciences, 3(27), 38–49. https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol3iss27.2019pp38-49

Bromley, R. D. F., & Mackie, P. K. (2009). Displacement and the new spaces for informal trade in the Latin American city centre. *Urban Studies, 46*(7), 1485–1506. https://doi.org/10.1177/0042098009104577

Casanova-Villalba, C. I., Herrera-Sánchez, M. J., Santander-Salmon, E. S., & Paredes-Álvarez, P. L. (2025). Impacto de la reubicación en la productividad de los comerciantes informales en Santo Domingo. *Gestio et Productio. Revista Electrónica de Ciencias Gerenciales, 7*(13), 219–242. https://doi.org/10.35381/gep.v7i13.338

Castro Martin, V., & Chías Navarro, P. (2019). Comercio informal y el espacio urbano en el centro de Ambato. Eídos, (14), 33–43. https://doi.org/10.29019/eidos.v14i1.605

Chen, M. A. (2012). *La economía informal: Definiciones, teorías y políticas* (Documento de Trabajo de WIEGO No. 1). WIEGO. https://www.wiego.org/es/biblioteca-investigaciones-publicaciones/economia-informal-definiciones-teorias-politicas/

De Soto, H. (1989). *The other path: The invisible revolution in the Third World*. Nueva York, NY: Harper & Row.

Harris, C. R., Millman, K. J., van der Walt, S. J., Gommers, R., Virtanen, P., Cournapeau, D., . . . Oliphant, T. E. (2020). Array programming with NumPy. *Nature, 585*(7825), 357–362. https://doi.org/10.1038/s41586-020-2649-2

Hart, K. (1973). Informal Income Opportunities and Urban Employment in Ghana. *The Journal of Modern African Studies, 11*(1), 61–89. https://doi.org/10.1017/S0022278X00008089

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2023). *Censo de Población y Vivienda 2022: Resultados de la provincia de Tungurahua*. INEC.

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2026). *Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo. Principales resultados del mercado laboral, anual 2025* (Boletín Técnico N.º 03-2026-ENEMDU). INEC.

Jara Vásquez, E. A., & Bonilla-Jurado, D. M. (2026). Informalidad urbana en Ambato: Inteligencia de datos para la toma de decisiones y la gestión pública. Revista Pertinencia Académica, 10(3), 21–51. https://doi.org/10.5281/zenodo.22087349

Jurado-Zambrano, D. A., Velez-Ocampo, J., & López-Zapata, E. (2023). Smart governance strategies and their relationships with SDGs in three Latin American cities. *Management Research, 21*(1), 7–33. https://doi.org/10.1108/MRJIAM-01-2022-1270

Kitchin, R. (2014). The real-time city? Big data and smart urbanism. *GeoJournal, 79*(1), 1–14. https://doi.org/10.1007/s10708-013-9516-8

McKinney, W. (2010). Data structures for statistical computing in Python. In S. van der Walt & J. Millman (Eds.), *Proceedings of the 9th Python in Science Conference* (pp. 56–61). https://doi.org/10.25080/Majora-92bf1922-00a

Moran, P. (1950). Notes on continuous stochastic phenomena. *Biometrika, 37*(1–2), 17–23. https://doi.org/10.1093/BIOMET/37.1-2.17

Organización Internacional del Trabajo. (2013). *La medición de la informalidad: Manual estadístico sobre el sector informal y el empleo informal*. Ginebra, Suiza: Autor. https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/%40dgreports/%40dcomm/%40publ/documents/publication/wcms_222986.pdf

Portes, A., & Haller, W. (2004). *La economía informal*. (Serie Políticas Sociales No. 100). Santiago de Chile: CEPAL.

Quispe Fernández, G. M., Ayaviri Nina, D., Villa Villa, M. V., & Velarde Flores, R. (2020). Comercio informal en ciudades intermedias del Ecuador: Efectos socioeconómicos y tributarios/ Informal trade in intermediate cities of Ecuador: Socioeconomic and tax effects. *Revista de Ciencias Sociales*, 26(3), 207–230. https://doi.org/10.31876/rcs.v26i3.33243

Ramos, R. R., Hayes, N., & Tarafdar, M. (2023). E-formality and data justice: The individualization of street trade in Recife, Brazil. *Information Technology for Development, 29*(2–3), 184–204. https://doi.org/10.1080/02681102.2022.2141673

Rey, S. J., Anselin, L., Amaral, P., Arribas-Bel, D., Cortes, R. X., Gaboardi, J. D., . . . Wolf, L. J. (2022). The PySAL ecosystem: Philosophy and implementation. *Geographical Analysis, 54*(3), 467–487. https://doi.org/10.1111/gean.12276

Robusto, C. C. (1957). The cosine-haversine formula. The American Mathematical Monthly, 64(1), 38–40. https://doi.org/10.2307/2309088

Roever, S., & Skinner, C. (2016). Street vendors and cities. *Environment and Urbanization, 28*(2), 359–374. https://doi.org/10.1177/0956247816653898

Roy, A. (2005). Urban Informality: Toward an Epistemology of Planning. *Journal of the American Planning Association, 71*(2), 147–158. https://doi.org/10.1080/01944360508976689

Virtanen, P., Gommers, R., Oliphant, T. E., Haberland, M., Reddy, T., Cournapeau, D., . . . SciPy 1.0 Contributors. (2020). SciPy 1.0: Fundamental algorithms for scientific computing in Python. *Nature Methods, 17*(3), 261–272. https://doi.org/10.1038/s41592-019-0686-2