

Enviado: 21/12/2025

Aceptado: 06/01/2025

Publicado: 31/01/2026

<https://doi.org/10.65937/ciudadglocal.2026.21.2.1>

Determinantes socioeconómicos y vulnerabilidad en trabajadores de la industria ladrillera

Socioeconomic determinants and vulnerability among workers in the brickmaking industry

Flor Jael Virgen Espinoza

Estudiante de la licenciatura de Medicina en el Centro Universitario de Tlajomulco (CUTLAJO) por la Universidad de Guadalajara (UdeG), México. Correo electrónico:

flor.virgen6382@alumnos.udg.mx ORCID id: <https://orcid.org/0009-0002-1481-3259>

María Pilar Toussaint Padilla

Licenciada en Medicina por la Universidad Autónoma de Guadalajara (UAG). Correo electrónico: maria.toussaint@edu.uag.mx ORCID id: <https://orcid.org/0009-0004-3750-0153>

Roberto Ulises Estrada Meza

Profesor del Centro Universitario de Tonalá (CUT), Universidad de Guadalajara y Consejero Asesor Permanente del Colegio de Profesionistas de la Movilidad Urbana del Estado de Jalisco (COMUJ). Integrante del Cuerpo Académico UDG-CA-1225 Estudios de Sostenibilidad y Grupos Vulnerables. Correo electrónico:

roberto.estrada@academicos.udg.mx ORCID id: <https://orcid.org/0009-0002-1481-3259>

Marco Antonio Berger García

Profesor y Jefe del Departamento de Sistemas, Datos y Sociedad del Centro Universitario de Tlajomulco de Zúñiga (CUTLAJO), Universidad de Guadalajara. Integrante del Cuerpo Académico UDG-CA-1225 Estudios de Sostenibilidad y Grupos Vulnerables. Correo electrónico:

marco.berger@cutlajomulco.udg.mx ORCID id: <https://orcid.org/0009-0001-6118-8698>

Alan Omar Solano Vázquez

Estudiante de la licenciatura de Medicina en el Centro Universitario de Tlajomulco (CUTLAJO) por la Universidad de Guadalajara (UdeG), México. Correo electrónico:



Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial SinDerivadas4.0 Internacional.

alan.solano8167@alumnos.udg.mx ORCID id:
<https://orcid.org/0009-0002-8815-6087>

Emilio López Estrada

Estudiante de la licenciatura en Medicina,
Universidad Autónoma de Guadalajara (UAG),
México. Correo electrónico:

emilio.estrada@edu.uag.mx ORCID id:
<https://orcid.org/0009-0009-8686-4064>

Resumen

Tlajomulco de Zúñiga es uno de los municipios del Área Metropolitana de Guadalajara con mayor número de ladrilleras. El ladrillo artesanal se produce a partir de materias orgánicas, principalmente arcilla, que posterior a su manipulación y secado al sol es introducida en hornos artesanales alimentados principalmente con leña. La salud pulmonar de los empleados se ve afectada por la exposición continua a gases, humo y polvo generados por la combustión. Asimismo, en esta población, que se distingue por tener ingresos inestables que dependen de la producción, los determinantes socioeconómicos constituyen un elemento importante. El artículo examina las circunstancias económicas y sociales de los ladrilleros de Tlajomulco de Zúñiga, tomando en cuenta el tiempo trabajado y su relación con la presencia de síntomas respiratorios y cambios en la función pulmonar. Para determinar la escolaridad, las condiciones de trabajo, el acceso a servicios y a la vivienda, se realizaron encuestas estructuradas a 43 empleados. Se utilizó como referencia el Índice de Rezago Social (IRS) y los criterios del CONEVAL (2020) para calcular un IRS. Además, se emplearon pruebas no paramétricas y estadística

descriptiva para asociar síntomas respiratorios reportados con las espirometrías. La regresión logística mostró que la posibilidad de informar síntomas respiratorios se incrementa en un 4.8% por cada año extra trabajado. Este resultado demuestra que el tiempo trabajado debe considerarse como un factor de riesgo para la percepción subjetiva de la enfermedad; por otro lado, el rezago social debe ser contemplado como un determinante social que extiende la exposición al riesgo.

Palabras clave: Ladrilleras, Síntomas respiratorios, Espirometría, Tiempo laborado, Rezago social.

Abstract

Tlajomulco de Zúñiga is one of the municipalities in the Guadalajara Metropolitan Area with the highest number of brick kilns. Artisanal brick is produced from organic materials, mainly clay, which, after being molded and sun-dried, is placed in artisanal kilns fueled primarily by firewood. Workers' pulmonary health is affected by continuous exposure to gases, smoke, and dust generated by combustion. Likewise, in this population—characterized by unstable incomes that depend on production—socioeconomic determinants constitute an important element. This article examines the economic and social circumstances of brick workers in Tlajomulco de Zúñiga, considering length of employment and its relationship with the presence of respiratory symptoms and changes in lung function. To determine educational level, working conditions, and access to

services and housing, structured surveys were administered to 43 workers. The Social Lag Index (SLI) and the CONEVAL (2020) criteria were used as references to calculate an SLI. In addition, nonparametric tests and descriptive statistics were employed to associate reported respiratory symptoms with spirometry results. Logistic regression showed that the likelihood of reporting respiratory symptoms increases by 4.8% for each additional year worked. This finding demonstrates that length of employment should be considered a risk factor for the subjective perception of disease; meanwhile, social lag should be regarded as a social determinant that prolongs exposure to risk.

Keywords: *Brick kilns, Respiratory symptoms, Spirometry, Length of employment, Social deprivation.*

Introducción

A lo largo de los años, las afectaciones en la calidad de vida de las personas a consecuencia de la contaminación atmosférica ha sido un tema que ha trascendido más allá de la salud pública y de las afectaciones ambientales, logrando tener a su vez un impacto socioeconómico. La contaminación atmosférica se puede entender como aquellas partículas o sustancias químicas que quedan suspendidas en el aire provenientes de actividades humanas como las plantas de fabricación o derivadas de fuentes naturales como volcanes o incendios forestales. (Gurmeet, 2020).

Dentro de la contaminación atmosférica existen diferentes contaminantes de acuerdo a la fuente (Ballester, 2005):

- **Primarios:** corresponden a aquellos que provienen desde la fuente de emisión, en el que predomina el dióxido de carbono (CO₂) o dióxido de Nitrógeno (NO₂).
- **Secundarios:** son consecuencias de las diferentes reacciones químicas y físicas que ocurren posterior a salir de la fuente de emisión y estar en contacto con la atmósfera como las partículas en suspensión (PM) o compuestos volátiles (COV).

La urbanización es de las principales fuentes de contaminación atmosférica. De acuerdo a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2018), se pueden distinguir cuatro fuentes de dicha contaminación: 1) fijas o puntuales (fábricas o industrias); 2) móviles (medio de transporte); 3) fuentes de área (agricultura, imprenta, etcétera) y 4) naturales (volcanes o erosión del suelo).

En México, existen diferentes sectores económicos que contribuyen a la emisión de diferentes partículas contaminantes, uno de ellos es la industria ladrillera.

El ladrillo es uno de los materiales más imprescindibles y comúnmente usados en las construcciones, esto se debe a que la arcilla (que es su principal base) posee propiedades bioquímicas que le permite ser más moldeable (Ortiz, 2015). Este material ha sufrido diferentes cambios en cuanto a su fabricación desde sus orígenes, pasando del adobe, el cual fue

modificado por su tendencia a sufrir daños por el agua, al desarrollo de técnicas de cocción que proveían una estabilidad conveniente para la construcción (Bianucci, 2009).

El arquitecto Avelardo Bianucci (2009) ofrece una explicación de la elaboración a partir de la materia prima del ladrillo artesanal. Bianucci menciona que el inicio de proceso es la extracción de la arcilla a través de excavaciones, posteriormente se realiza un amasado en pisaderos de barro con agua y un agregado de materia orgánica (como estiércol, aserrín, entre otros), después se deja secar y se lleva a la zona de moldeo como se muestra en la figura 1; una vez moldeado, es necesario que el adobe atraviese por un periodo de secado al sol en un periodo de uno o dos días (**Fotografía 1**).



Fotografía 1.

Fotografía tomada en una de las ladrilleras que participaron en este trabajo de investigación. Se observa la

elaboración artesanal de ladrillo en el proceso de moldeado y secado al sol.

Fuente: Foto propia a partir del trabajo en campo.

Una vez que se ha terminado el periodo de secado, es indispensable ingresar el material a los hornos hechos de adobes apilados en forma de pirámide, dejando en el interior un espacio para las boquillas las cuales son expuestas al fuego para la cocción del ladrillo (**Fotografía 2**). De acuerdo a lo comentado por los patrones y trabajadores de ladrilleras en Tlajomulco de Zúñiga, los hornos usan como método de combustión más común la leña y suelen estar encendidos alrededor de 3 días, tiempo en el que se garantiza una correcta cocción del material.



Fotografía 2.

Fotografía tomada en una de las ladrilleras que participaron en este trabajo de investigación. Se observa un horno artesanal utilizado para la fabricación tradicional de ladrillo.

Fuente: Foto propia a partir del trabajo en campo.

**Figura 1.**

Proceso de fabricación de ladrillo artesanal.

Fuente: Elaboración propia con base en Bianucci (2009).

Entendiendo el proceso de fabricación de ladrillos artesanales se pueden visualizar aquellos factores de riesgo para la salud que derivan de este oficio, entre los cuales destacan la afectación a la función pulmonar, derivado de la exposición laboral a materia particulada (PM), compuestos orgánicos volátiles (VOC) y humedad relativa.

Ante la inhalación de PM a nivel pulmonar, en respuesta al estrés

oxidativo se genera una respuesta inflamatoria que deriva en una alteración de las células pulmonares produciendo cambios incluso a nivel epigenético, derivando en el desarrollo de síntomas respiratorios como tos o disnea, o generando la exacerbación de enfermedades pulmonares previas como Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) o asma (Hamanaka & Mutlu, 2025). Por lo tanto, la exposición laboral constante es un factor clave que debe ser analizado en este sector. El tiempo de exposición y el lugar de residencia puede influenciar el encontrar una exposición ambiental más certera. Tal como lo mencionan Huang y Batterman (2020) en su análisis de estudios epidemiológicos, el tiempo de residencia puede ser usado como indicador de exposición ambiental, dicho estimación es más certera mientras el tiempo de residencia sea fijo y prolongado, logrando que se elimine cualquier sesgo. Así mismo, Hoek et al. (2024) por medio de revisiones de estudios de estudios epidemiológicos justifican el usar el tiempo de residencia como un factor para una estimación más certera de la exposición a contaminación con el hecho del desconocimiento de los patrones de movilidad de aquellos que no cuentan con una vivienda fija en el sitio de estudio de interés.

Sin embargo, ante cualquier aspecto que afecte la calidad de vida de la población, deben ser considerados los determinantes sociales de la salud. De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021) los determinantes sociales de la salud son aquellas circunstancias en las que una persona

nace, se desarrolla y muere que afectan su calidad de vida; entre dichas características se encuentra el contexto socioeconómico y político que engloba las clases sociales y la distribución de poderes y recursos.

La salud tiene un impacto directo en la economía y viceversa, por un lado, cuando existe población con algún problema de salud esto puede dificultar la fuerza de los trabajadores, constituyendo así en un rezago en la producción (George et al, 2017) ; por otro lado, si no existe un correcto ingreso económico, la atención médica puede ser limitada puesto que existen diversos servicios médicos (sobre todo en segundo o tercer nivel de atención médica) que son costosos o que no son tan accesibles para la población general, condicionando la salud y calidad de vida de la población.

México es un país que reconoce la salud como un derecho universal, sin embargo, el sistema de salud actual se encuentra en una segmentación (separación por posición laboral) que condiciona el acceso equitativo a los servicios de salud, dónde aquellos trabajadores que tienen el beneficio de contar con seguro social por parte de sus empleadores, son aquellos que disponen de mayores recursos para su atención médica (Meneses, 2025). Dicha segregación, termina por dejar desamparados a aquellos que no cuentan con el beneficio del seguro social, tal es el caso de la industria ladrillera.

De acuerdo a los datos recabados por Data México (2025) a través de la

Secretaría de Economía, los trabajadores en la elaboración de productos de cemento, cal, yeso, azulejo, piedra y ladrilleros, en conjunto durante el primer trimestre de 2025 alcanzaron un 87.4% en informalidad laboral. Dentro de los datos recabados también se aprecia que la mayor concentración de trabajadores con trabajo informal corresponden a aquellos que se encuentran en un rango de 45-54 años de edad, alcanzado hasta un 85.6% del total de trabajadores en estas edades. La informalidad laboral es aún más trascendental cuando priva de aquellos servicios que por ley deberían ser otorgados a los trabajadores, como lo es el seguro social.

En México se ha buscado dar visibilidad a las carencias a las que se expone el sector ladrillero. De acuerdo con evidencia empírica documentada en materiales audiovisuales recientes (Leija Parra; 2025a, 2025b min. 48) ofrece una perspectiva de la realidad en una ladrillera de San Luis Potosí, evidenciando por medio de narrativas de los mismos trabajadores carencias laborales y en salud influenciadas por el mercado y la demanda inestable de ladrillo, producto del aumento o disminución según la temporalidad. Al ser un trabajo que se paga según la producción, si está disminuye, el pago a los empleados disminuye, por lo que los ladrilleros se ven en la necesidad o de esperar a las temporadas de alta demanda sin trabajo o buscar otro trabajo mientras la demanda sube, motivo por el cuál se vuelve complicado establecer contratos formales. Parra también hace mención de la vulnerabilidad de este oficio, puesto que no se cuenta con equipo de

protección para su realización y al considerarse “artesanal” su elaboración es con el uso de sus manos y pies (de acuerdo a la etapa de elaboración), dejándolos expuestos a lesiones con alta probabilidad de contaminación que deriven en alguna infección.

La informalidad, la falta de equipo de protección personal y la falta de acceso a servicios de salud pública, colocan a este sector en un margen de riesgo, dejándolos relativamente desprotegidos ante algún daño en su salud, catalogado como vulnerabilidad social (Juárez y Velasco, 2017). La vulnerabilidad social se determina por el grado de satisfacción, cobertura y calidad de las necesidades básicas absolutas, abarcando el acceso a salud, alimentación, educación, ingreso y vivienda.

La producción de ladrillo artesanal es un trabajo que no cuenta con un salario fijo, puesto que se paga a los trabajadores según la cantidad de ladrillos que produzcan (a destajo).

En una investigación realizada en productoras de ladrillo artesanal de Oaxaca (Ramos et al, 2019) se analizó el contexto de pobreza de los trabajadores por medio de una revisión bibliográfica y trabajo de campo. Ramos y sus colaboradores correlacionaron los factores asociados a la pobreza y su actividad económica tomando como referencia los antecedentes en la literatura, para realizar un trabajo de campo a través de cuestionarios socioeconómicos, logrando identificar a los trabajadores con bajos ingresos que a la par tienen familias numerosas

(mayores de 4 personas), perjudicando diferentes estratos de la vida como la alimentación o el acceso a servicios básicos.

De acuerdo a Consejo Nacional de Evaluación de la Política del Desarrollo Social (CONEVAL, 2020) el Rezago Social es una medida que evalúa el acceso a derechos sociales como la educación, acceso a servicios de salud, calidad de vivienda y acceso a servicios básicos, siendo evaluado en distintos niveles territoriales. Es importante distinguir entre los conceptos de rezago social y pobreza. Una persona se encuentra en pobreza cuando tiene al menos una carencia social y no cuenta con las posibilidades ni los medios para cubrir dicha necesidad (CONEVAL, 2020), mientras que el rezago social se centra en la carencia de acceso a los derechos sociales (CONEVAL, 2020).

La irregularidad en cuanto a los pagos dependientes de la afluencia de trabajo en la industria ladrillera puede ser perjudicial en diferentes etapas del año para los trabajadores, ya sea en temporadas de lluvia donde la producción tiene que parar porque necesita existir un periodo de secado al sol, o durante la temporada invernal donde los gases de efecto invernadero suelen aumentar. Ante las irregularidades de este oficio es importante considerar a la par de la afectación en la salud pulmonar, el rezago social de los trabajadores.

Objetivo

El objetivo general fue caracterizar las condiciones socioeconómicas y la vulnerabilidad social de trabajadores de la industria ladrillera artesanal de Tlajomulco de Zúñiga y analizar su relación con síntomas respiratorios y función pulmonar; como objetivos específicos se buscó documentar las principales condiciones del entorno y del proceso productivo asociadas a exposición a polvos y humos; describir escolaridad, vivienda, acceso a servicios y condiciones laborales; estimar el nivel de vulnerabilidad social mediante un índice basado en criterios del CONEVAL y evaluar la función pulmonar mediante espirometría e identificar patrones ventilatorios.

Metodología

Se realizó un estudio de tipo observacional, transversal y descriptivo en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, seleccionado como sitio de estudio por ser el principal polo de producción de ladrillo artesanal dentro del Área Metropolitana de Guadalajara (AMG). Con una población de 727,750 habitantes (INEGI, 2020), Tlajomulco ha experimentado una transición demográfica acelerada que ha forzado la convergencia de zonas residenciales de alta densidad con enclaves de industria informal, particularmente en las localidades de San Agustín, Santa Cruz de las Flores y San Juan Evangelista. La pertinencia de Tlajomulco de Zúñiga como epicentro de esta investigación, por encima de otros municipios del Área

Metropolitana de Guadalajara, se sustenta en una convergencia de factores geográficos, ambientales y estructurales.

En primer lugar, la configuración topográfica del municipio como zona de cuenca facilita el estancamiento de masas de aire, lo que, sumado a la alta frecuencia de inversiones térmicas, exacerba la retención de material particulado (PM2.5 y PM10)) y compuestos orgánicos volátiles derivados de la combustión de biomasa. En segundo lugar, el municipio concentra la mayor densidad de fuentes fijas de tipo artesanal en la región, operando bajo un modelo de informalidad laboral que aprovecha la disponibilidad local de arcilla y perpetúa ciclos de exposición crónica.

Finalmente, el marcado contraste entre el acelerado crecimiento inmobiliario y el rezago social de las comunidades ladrilleras en nodos como San Agustín y Santa Cruz de las Flores consolida un entorno de vulnerabilidad socioeconómica; en este contexto, la falta de acceso a servicios de salud y la inestabilidad de ingresos actúan como determinantes sociales que potencian el impacto de la exposición laboral acumulada sobre la función pulmonar de los trabajadores. Orientado a caracterizar las condiciones socioeconómicas de trabajadores de la industria ladrillera artesanal y su relación con síntomas respiratorios y función pulmonar. Se aplicaron encuestas a trabajadores para evaluar escolaridad, vivienda, acceso a servicios básicos como electricidad, agua, salud y condiciones laborales para lograr establecer el grado de vulnerabilidad

social. De manera complementaria, se consideró un componente ambiental mediante medición directa de PM y VOC, utilizando sensores portátiles. Se relacionaron estas variables y los años laborando en la industria ladrillera con los resultados de espirometrías realizadas con equipo validado, así como síntomas respiratorios reportados. A partir de los datos obtenidos con las espirometrías, se registraron FVC, FEV1 y FEV1/FVC para su posterior correlación con las variables previamente mencionadas.

La recolección de datos se realizó a través de encuestas físicas en las ladrilleras artesanales localizadas en Tlajomulco de Zúñiga y sus alrededores, en un periodo de campo comprendido entre junio y julio del 2025. Pese a que la producción de ladrillo suele tener un cese por temporadas ya sea de baja demanda o de lluvias o temporada invernal, logramos hacer las entrevistas sin que alguno de estos factores estuviera presente en las semanas destinadas al trabajo de campo.

La población objetivo fueron trabajadores activos en ladrilleras artesanales. Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, invitando la participación de trabajadores disponibles durante las visitas de campo; el tamaño final de muestra fue de 43 trabajadores, reduciéndose a 38 debido a que no todas las espirometrías fueron de la calidad adecuada para ser consideradas como válidas. El tamaño de la muestra se justifica por un enfoque de factibilidad en una población de difícil acceso, donde el reclutamiento depende del trabajador durante la jornada, la

autorización a puntos de trabajo y la logística de aplicar instrumentos en campo, asimismo, el objetivo del estudio fue descriptivo, con el fin de describir tendencias y estimar magnitudes iniciales.

Se incluyeron participantes que fueran trabajadores activos en una ladrillera artesanal del municipio, con una residencia mínima de 2 años en la zona y que aceptaron participar de manera voluntaria mediante consentimiento informado. Etiqueo de inclusión de la residencia mínima de 2 años se basa en estudios ambientales y epidemiológicos, que han sustentado que el tiempo de residencia fija genera resultados más certeros en cuanto a la exposición real a los contaminantes que se desean evaluar.

Se excluyeron personas con condiciones que impidieron realizar maniobras espirométricas aceptables o con contraindicaciones clínicas para la prueba, considerándose éstas como: problemas cardíacos recientes, infecciones respiratorias activas, neumotórax reciente, hemoptisis, aneurismas (García-Río et al., 2013), así como aquellos que presentaran una exacerbación respiratoria al momento de evaluación, finalmente se excluyó a personas que se negaron a completar la encuesta o pruebas especificadas.

Se aplicó una encuesta para obtener variables socioeconómicas, condiciones de vivienda, acceso a servicios, seguridad social y condiciones laborales, entre otras. Para estimar el nivel de vulnerabilidad social de cada trabajador, se creó un IRS utilizando variables clave de rezago social

obtenidas de la CONEVAL (CONEVAL, 2020). Cada variable fue codificada de forma binaria asignando un punto a cada condición que representa una desventaja social. Los puntajes individuales se sumaron para obtener una puntuación total de vulnerabilidad y posteriormente se clasificó en tres niveles: Baja vulnerabilidad (0-5), Media vulnerabilidad (6-9) y Alta vulnerabilidad (10-14).

Para interpretar los resultados de las espirometrías se utilizó el sistema GLI (Global Lung Function Initiative), considerando el Z-score se obtuvo el patrón de cada espirometría como obstructivo, restrictivo, mixto o normal (Francis, 2020).

Para el procesamiento y análisis estadístico de los datos se utilizó el software IBM SPSS Statistics y el lenguaje de programación Python, mediante bibliotecas especializadas como: pandas, scipy.stats y matplotlib. Se utilizó estadística descriptiva para caracterizar las condiciones generales socioeconómicas y clínicas, utilizando frecuencias absolutas, porcentajes y medidas de tendencia central según el tipo de variable. Se aplicaron pruebas de relación no paramétrica entre nivel de vulnerabilidad social, años laborados y presencia de alteraciones pulmonares ya sea clínicas o reveladas a través de la espirometría. Para el análisis inferencial bivariado se aplicaron las pruebas Chi-Cuadrada y Test U de Mann-Whitney debido a que las variables principales no presentaron distribución normal. La asociación significativa se cuantificó mediante Regresión logística para obtener la Razón de Momios (OR) y el IC.

El nivel de significancia fue de < 0.05 . Los datos utilizados en este estudio están disponibles públicamente en Zenodo: <https://doi.org/10.5281/zenodo.18396666>.

Resultados

Se encuestó y evaluó a 38 trabajadores de la industria ladrillera en Tlajomulco de Zúñiga. La edad promedio fue de 43 años de edad (DE: 16.75). En relación a las medidas antropométricas el IMC promedio fue de 25.87 (DE: 4.40), y la media con respecto a la saturación de oxígeno fue de 90. El 100% eran hombres, y la mayoría contaba con un nivel educativo básico, siendo primaria (N=16) el nivel escolar más alto alcanzado. En cuanto al acceso a servicios de salud, 80% de los trabajadores no contaba con seguridad social, por lo que refieren que, cuando enferman, acuden a consulta médica privada o a la cruz verde.

De los 38 trabajadores encuestados, el 4.6% se encuentran con una tasa de rezago social alta, el 42% nivel medio y el 53.4% nivel bajo. Se logró observar que los trabajadores en condiciones de mayor vulnerabilidad social reportaron baja escolaridad y menor acceso a servicios de salud. Respecto a la exposición laboral, la mediana de años trabajados en la industria ladrillera fue de 22 años (RIQ: 28.5), observándose que aquellos con nivel de rezago social alto, presentaron una mediana de años de exposición significativamente mayor (31 años), en contraste con el grupo bajo (10 años).

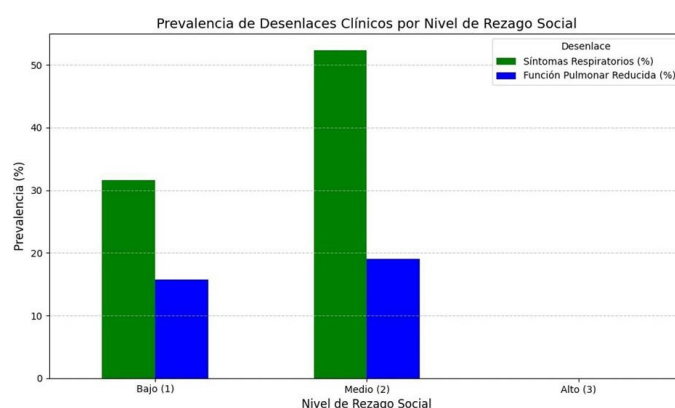
Del total de la muestra, solo dos participantes (5.3%) reportaron

exposición a humo de leña en el hogar, mientras que el 94.7% no presentó este antecedente, observándose una baja variabilidad de esta característica dentro de la población estudiada (DE:0.22).

No se logró establecer una relación clara sobre la etapa del proceso de elaboración del ladrillero en la cual participan, y el daño pulmonar, debido a que la mayoría (51%), participan en todas las etapas de elaboración del ladrillo. Se observó una alta prevalencia de síntomas respiratorios (44.7%), así como disfunción pulmonar (18.6%), sin embargo, como se observa en la **Gráfica 1**, no se encontró asociación significativa entre el nivel de IRS y los desenlaces clínicos ($p=0.172$), ni entre la función pulmonar y las variables de exposición ($p=0.371$). Sobre la salud de los trabajadores, se encontró que únicamente el 8.8% de los trabajadores refieren presentar alguna enfermedad respiratoria, y con respecto a los síntomas respiratorios el más comúnmente reportado fue tos (33%), seguido de disnea (11.11%) y, por último sibilancias (4%). La espirometría reveló que el 57% (N=4) de los pacientes con daño en la espirometría, presentaron patrón obstructivo leve, el 28% (N=2) patrón obstructivo moderado, y el 2.22% (N=1) patrón obstructivo severo. Aunado a esto, el 22.22% de los trabajadores refieren alguna patología diagnosticada de base, a pesar de no ser de origen respiratorio, y el 13% (N=6) mencionan que toman algún medicamento para tratar su enfermedad.

El hallazgo estadísticamente significativo se encontró en la exposición acumulada del trabajador ($p=0.039$). La regresión logística reveló que por cada

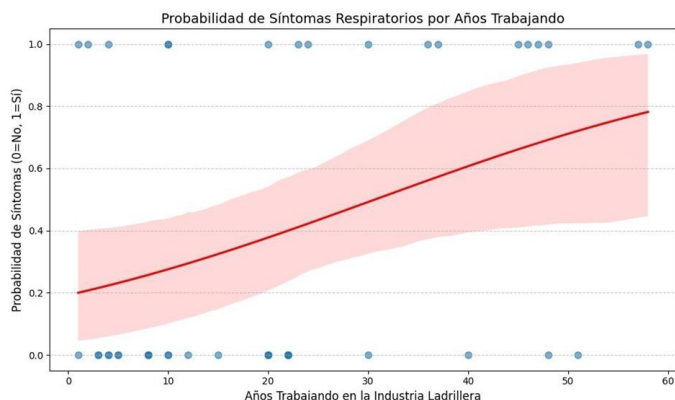
año adicional laborado, la probabilidad de reportar síntomas respiratorios aumenta en 4.8% (OR=1.048; IC=95%[1.006,1.091]) como se observa en la **Gráfica 2**. Sin embargo, cuando se les realizó la pregunta de manera directa sobre la percepción del daño pulmonar causado por el humo al cual se exponen durante su trabajo, el 49% respondió que no perciben daño pulmonar ocasionado por el humo de su trabajo.



Gráfica 1.

El gráfico compara el porcentaje de trabajadores con Síntomas y Alteración Pulmonar en los tres niveles de vulnerabilidad social. En el nivel de IRS alto no se observan trabajadores con síntomas respiratorios ni alteraciones espirométricas. Por lo que el análisis bivariado no encontró una asociación estadísticamente significativa con el nivel de vulnerabilidad social.

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 2.

La línea curva representa la probabilidad estimada de reportar síntomas respiratorios, ajustada por la exposición acumulada (Años Trabajando). La curva ascendente demuestra una asociación estadísticamente significativa, revelando que el riesgo de padecer síntomas aumenta en 4.8%, por cada año adicional en la industria ladrillera.

Fuente: Elaboración propia.

Discusión

La prevalencia de síntomas respiratorios en la población ladrillera posiciona a este sector como un grupo de estudio para la salud pública, cuya exposición crónica a humo de biomasa representa una amenaza para su salud respiratoria. Aunque el rezago social no mostró una relación directa con las alteraciones en la función pulmonar de los trabajadores, sí se observó una asociación estadísticamente significativa entre la exposición acumulada en trabajadores con mayor antigüedad y la morbilidad: evidenciando que, por cada año adicional trabajado, la probabilidad de reportar síntomas respiratorios aumenta en 4.8%.

Este hallazgo coincide con la literatura, que reporta que la inhalación prolongada de material particulado (PM2.5 y PM10) y compuestos orgánicos volátiles, producto de la quema de biomasa, puede inducir inflamación crónica en las vías respiratorias y, con el tiempo, contribuir al desarrollo de enfermedades como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). Es importante considerar que las enfermedades respiratorias por exposición a biomasa pueden tardar años en manifestarse clínicamente, así como lograr observar alteraciones en la espirometría (Galvis-Vizcaíno et al., 2021). Esto podría explicar la baja proporción de patrones espirométricos alterados en nuestra muestra a pesar de la alta prevalencia de síntomas. Asimismo, la espirometría tiene limitaciones como prueba diagnóstica en etapas iniciales de la enfermedad. (García-Río et al., 2013). Por lo tanto, debería considerarse realizar estudios longitudinales.

Finalmente, el resultado evidencia que la dosis de exposición (tiempo laborado) debe ser considerado como factor de riesgo en la percepción subjetiva de la enfermedad, mientras que el rezago social debe considerarse como un determinante social clave que prolonga la exposición de riesgo, limita el acceso a servicios de salud y dificulta el abandono de fuentes energéticas contaminantes.

Disponibilidad de los datos

Los datos recolectados y la base de datos codificada utilizada para los análisis se encuentran disponibles en acceso abierto en Zenodo:

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18396666>

También se encuentra disponible el cuestionario original y la versión codificada utilizada para el análisis estadístico. Esta publicación busca fomentar la transparencia y facilitar futuras investigaciones relacionadas con determinantes sociales y salud ocupacional.

Conclusiones

Los determinantes socioeconómicos en la población ladrillera son críticos. Si bien no se encontró una relación significativa con la Función Pulmonar, la exposición acumulada (años trabajados) es un factor de riesgo probado y significativo en el desarrollo de la sintomatología respiratoria. El tamaño de la muestra (N=43) que se redujo aún más debido a los factores antes mencionados (N=38), es una limitación clave que dificulta la detección de asociaciones entre la vulnerabilidad social y los desenlaces clínicos. Se requiere una necesidad urgente de intervención y vigilancia ocupacional, así como la realización de estudios longitudinales con mayor poder estadístico que incorporen factores protectores externos (como la actividad física y la nutrición) para comprender completamente la compleja dinámica de la salud en esta población vulnerable.

Desde la salud pública y la salud laboral este artículo cobra relevancia al integrar la importancia de enfoques multidisciplinarios que, combinados con la exposición ambiental, las condiciones ambientales y los determinantes

socioeconómicos promuevan estrategias de vigilancia epidemiológica, programas de detección y terapia temprana ante enfermedades respiratorias, así como el diseño de estrategias de educación en salud ocupacional para los empleados de las ladrilleras. Se necesitan investigaciones futuras con diseño longitudinal que permiten analizar de forma más profunda la vulnerabilidad social, la exposición acumulada y la salud respiratoria de los trabajadores de la industria de ladrillera.

Agradecimientos

Extendemos nuestro agradecimiento al Ayuntamiento de Tlajomulco de Zúñiga, que fue parte importante para poder establecer una relación directa con los patrones y trabajadores en las ladrilleras. Asimismo, agradecemos el gran trabajo de la Doctora e Investigadora Laura Karina Salas Salazar por sus conocimientos y crucial apoyo en la gestión del equipo y aplicación de las espirometrías; también agradecemos al Doctor Neumólogo Gustavo Adolfo Rosales Chávez por su capacitación y asesoramiento para la aplicación de espirometrías.

Por último, este trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo y conocimiento de la Doctora María Azucena Arellano Avelar y la Doctora Paloma Gallegos Tejeda a quienes les debemos parte de la gestión con el Ayuntamiento y su disposición en el traslado hacia las diferentes ladrilleras.

Referencias

Ballester, F. (2005). Contaminación atmosférica, cambio climático y salud. *Revista Española de Salud Pública*, 79(2), 159–175.

Berumen-Rodríguez A.A., Pérez-Vázquez F.J., Díaz-Barriga F., Márquez-Mireles L.E., Flores-Ramírez R. (2021). Revisión del impacto del sector ladrillero sobre el ambiente y la salud humana en México. *Salud Pública de México*, 63(1), 100–108.

Bianucci, M. A. (2009). El ladrillo: Orígenes y desarrollo (Cátedra Introducción a la Tecnología, Área de la Tecnología y la Producción). Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional del Nordeste.

Consuelo V.Á., Del Pilar E.P.M., & Eugenia P.M.M. (2013). Determinantes sociales de la salud y el trabajo informal. *Revista Costarricense de Salud Pública*.

Francis, R. (2020). GLI Lung Function Calculator. *Ersnet.org*. <https://gli-calculator.ersnet.org/>

Galvis-Vizcaíno, S. A., Rosana, L.-B. I., Katherine, Pombo-Navas, María Yolanda, Rada- Carrillo, M. B., Vera-Brand, J., Rebolledo-Cobos, R. C., Galvis-Vizcaíno, S. A., Rosana García-Río, F., Calle, M., Burgos, F., Pere Casan, Campo, F. del, Galdiz, J. B., Giner, J., Nicolás González-Mangado, Ortega, F., & Maestu, L. P. (2013). Espirometría. *Archivos de Bronconeumología*, 49(9), 388–401. <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2013.04.001>

George Quintero, R. S., Laborf Ruiz, R., Noa Legrá, G., & Noa Legrá, M. (2017). Una mirada a la economía de la salud. *Revista Información Científica*, 96(5), 978–986.

Gobierno de México, Secretaría de Economía. (2025). Trabajadores en la elaboración de productos de cemento, cal, yeso, azulejo, piedra y ladrilleros [Perfil ocupacional]. *DataMéxico*. <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/occupation/trabajadores-en-la-elaboracion-de-productos-de-cemento-cal-yeso-azulejo-piedra-y-ladrilleros?percentageSelector=totalOption>

González, N. (2019). Síntomas respiratorios en trabajadores de ladrilleras de Tunja Boyacá, Colombia – Medicina Interna de México. *Medicinainterna.org.mx*. <https://medicinainterna.org.mx/article/sintomas-respiratorios-en-trabajadores-de-ladrilleras-de-tunja-boyaca-colombia/>

H. Ayuntamiento de Tlajomulco de Zúñiga. (2024). Plan Municipal de Desarrollo y Gobernanza 2021-2024. <https://tlajomulco.gob.mx/>

Hamanaka, R. B., & Mutlu, G. M. (2025). Particulate matter air pollution: effects on the respiratory system. *Journal of Clinical Investigation*, 135(17), e194312. <https://doi.org/10.1172/JCI194312>

Hoek, G., Brunekreef, B., Goldbohm, S., Fischer, P., & van den Brandt, P. A. (2002). Association between mortality and indicators of traffic-related air pollution in the Netherlands: A cohort study. *BMJ*, 324(7341), 1–5. <https://doi.org/10.1136/bmj.324.7341.1>

Huang, Y., & Batterman, S. (2000). Residence location as a measure of environmental exposure: A review of air pollution epidemiology studies. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, 10, 66–85.

Índice Rezago Social 2020. (2020). Coneval.org.mx.

https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Indice_Rezago_Social_2020.aspx

Instituto de Información Estadística y Geográfica del Estado de Jalisco (IIEG). (2021). Tlajomulco de Zúñiga: Diagnóstico municipal. <https://iieg.gob.mx/hs/wp-content/uploads/2021/06/TlajomulcodeZ%C3%BA%C3%B1iga.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). Censo de Población y Vivienda 2020: Principales resultados por localidad (ITER). <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>

Juárez Gutiérrez, M. del C., & Velasco Hernández, G. (2016). Vulnerabilidad social y salud. En J. O. Moncada Maya & Á. López López (Coords.), *Geografía de México: Una reflexión espacial contemporánea* (cap. 35).

L.-B. I., Katherine, Pombo-Navas, María Yolanda, Rada-Carrillo, M. B., Vera-Brand, J., & Rebolledo-Cobos, R. C. (2021). Material particulado y trastornos de los sistemas cardiovascular y respiratorio en trabajadores de diferentes áreas: una revisión narrativa. *Revista de La Asociación*

Española de Especialistas En Medicina Del Trabajo, 30(3), 362.

Leija Parra, R. A. (2025a, enero 13). El arte hecho ladrillo: Precariedad laboral, desigualdad y subsistencia en las Terceras San Luis Potosí (Temporada 5, Episodio 2) [Podcast]. En EMIC y ETIC: Diálogos desde la antropología social. Spotify. <https://open.spotify.com/episode/3yCyG0NFvQyco3ASoMPjCt>

Leija Parra, R. (2025b, 11 abril). 1er Seminario sobre Precariedad laboral, desigualdad y subsistencia. “Precariedad laboral persistente en trabajadores ladrilleros del Bajío [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/live/JvEyw52i0Hk?si=2kWMxam3SOEqhR6J&t=2882>

Meneses-Navarro, S. (2025). México frente a la universalidad en salud: desigualdad, segmentación y reformas contradictorias. *Gaceta Sanitaria*. Advance online publication.

<https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2025.102533>

Ortiz Sanchez, M. E. (2015). Ladrillos en Sistemas Constructivos: Caracterización y Alteraciones. Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Ramos Soto, A. L., Sepúlveda-Aguirre, J., & Garcés Giraldo, L. F. (2019). Pequeñas y medianas empresas productoras de ladrillo artesanal en Oaxaca, México: Contexto de pobreza. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 25(2), 40–50. Universidad del Zulia.

Rubio Campos, J. (2010). Precariedad laboral en México. Una propuesta de

medición integral. Revista Enfoques: Ciencia Política y Administración Pública, 7(13), 77-87.

Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SEMADET). (2023). Informe anual de la calidad del aire del Área Metropolitana de Guadalajara. Gobierno del Estado de Jalisco. <https://aire.jalisco.gob.mx/>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2018). Fuentes de contaminación atmosférica. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/fuentes-de-contaminacion-atmosferica>

Singh Sarla, G. (2020). Air pollution: Health effects / Contaminación del aire: efectos sobre la salud. Revista Medicina Legal de Costa Rica, 37(1), 33-38.

World Health Organization. (2021). Social determinants of health (EB148.R2). 148th session of the Executive Board. World Health Organization.