






Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) para la industria mexicana del mármol

Evaluation of Management Systems Incorporating Sustainability Indicators (MESMIS) for the Mexican Marble Industry

-  Teodoro Alarcón Ruiz ^a
-  María Evelinda Santiago-Jiménez ^a
-  Eduardo Fernández Echeverría ^b
-  Luis Enrique García Santamaría ^c
-  Yesica Mayett Moreno ^d

^a Instituto Tecnológico de Puebla, México

^b Tecnológico Nacional de México Zacapoaxtla, Puebla, México

^c Instituto Tecnológico Superior de Misantla, México

^d Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, México

Cómo citar: Alarcón Ruiz, T., Santiago Jiménez, M. E., Fernández Echeverría, E., García Santamaría, L. E., & Mayett Moreno, Y. Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) para la industria mexicana del mármol. *Revista Kawsaypacha: Sociedad Y Medio Ambiente*, (17), A-012. <https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202601.A012>



Resumen: La industria del mármol en México enfrenta desafíos asociados a condiciones laborales adversas, baja eficiencia productiva y deterioro ambiental. Este estudio tuvo como objetivo evaluar el nivel de sustentabilidad sociolaboral, económica y ambiental en tres empresas marmoleras ubicadas en Tepexi de Rodríguez, Puebla. Se aplicó un enfoque cualitativo, exploratorio y descriptivo, basado en quince variables de la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), agrupados en tres dimensiones. La información se recolectó mediante 123 encuestas aplicadas a 112 trabajadores y 11 empresarios durante 2022, complementadas con mediciones directas. Los resultados revelan un promedio de 2.75 en una escala de cinco niveles, clasificando a la industria como escasamente sustentable. Se identificaron oportunidades significativas

entre percepción empresarial y condiciones reales de los trabajadores, así como deficiencias técnicas y ambientales estructurales. El estudio aporta una metodología replicable para evaluar industrias extractivas no metálicas en economías emergentes y propone una articulación entre empresas, gobierno y academia para diseñar estrategias de mejora e implementar políticas públicas orientadas a la sustentabilidad territorial.

Palabras clave: Deterioro ambiental. Riesgo laboral. Contaminación de agua. Economías emergentes. Productividad. Puebla, México.

Abstract: The marble industry in Mexico had faced problems in the extraction and transformation of the stone, affecting its workers and the environment. Based on 15 variables of the Evaluation of Management Systems Incorporating Sustainability Indicators (MESMIS), this qualitative, exploratory and descriptive research recognized factors, limitations and opportunities of the processes along labor, economic, and environmental indicators. In 2022 a survey applied to 123 (11 owners, 112 workers) of three marble companies from the Mixteca region of Mexico, showed that this industry is ranked as «barely sustainable», and suggests the need of an integration between labor-productive activities, technological development and the socio-environment measures.

Keywords: Environmental Deterioration. Labor Equity. Labor Risks. Water Pollution. Developing Countries. Productivity. Puebla, Mexico.

1. Introducción

Las industrias extractivas desempeñan un papel significativo en el crecimiento económico de los países en desarrollo, al generar empleo, contribuir al producto interno bruto y fomentar la inversión en infraestructura. No obstante, estas actividades también se asocian frecuentemente con impactos negativos sobre los ecosistemas, condiciones laborales precarias y estructuras de producción poco eficientes (Bebbington et al., 2018; Bridge, 2008). Este dilema ha generado una creciente demanda por modelos de evaluación que integran no sólo indicadores económicos, sino también variables sociales y ambientales, especialmente en contextos con alta concentración de industrias basadas en recursos naturales.

En este escenario, la industria del mármol, perteneciente al sector minero no metálico, representa un caso paradigmático. Sus procesos de extracción, corte, transformación y comercialización de roca dimensional (Alarcón-Ruíz et al., 2024; Sandoval & Moncayo, 2016) son intensivos en trabajo físico, uso de agua, consumo energético y generación de residuos sólidos (Mordor Intelligence, 2024; Santos et al., 2012). A pesar de que el mercado global del mármol se estima que crecerá de 20.8 mil millones USD en 2024 a 26.0 mil millones USD en 2029, con una tasa anual compuesta del 4.6%, diversos estudios han

documentado que este crecimiento no necesariamente se traduce en mejoras en la sustentabilidad laboral o ambiental (Bai et al., 2019; Salem, 2021).

Estudios realizados en Turquía, Palestina, India y Pakistán reportan altos niveles de exposición a polvo, ruido y carga física, asociados con enfermedades respiratorias, auditivas y musculoesqueléticas, entre los trabajadores del sector marmolero, así como condiciones de informalidad laboral, uso de maquinaria obsoleta y deficiente aplicación de normas de seguridad (Ayber & Ulutas, 2017; Noreen et al., 2019; Veerkumar & Jaiswal, 2022). En el plano ambiental, se han identificado impactos sobre suelo y cuerpos de agua por disposición inadecuada de residuos, como lodos y pedacería (Cobo-Ceacero et al., 2019; Pappu et al., 2020). La producción mundial de mármol (incluyendo granito, marmolina y travertino) ascendió a 2855 toneladas en 2022 (Secretaría de Economía, 2022). Dentro de los principales diez productores de mármol a nivel mundial encontramos a China, India, Turquía, Irán, Italia, Brasil, España, Egipto y Estados Unidos de América (Kumar et al., 2023).

En México, las rocas dimensionales (dentro de las cuales se encuentra el mármol) ocupan el tercer sitio en participación (13.5%) en las exportaciones mexicanas de minerales no metálicos, después del cemento y los abrasivos naturales. El mayor volumen en kilogramos exportados de mármol, travertinos y alabastro, en bruto o desbastados, se dirigió hacia Estados Unidos, República Dominicana, Costa Rica y Belice. En contraparte, la mayor cantidad de kilogramos importados de mármol, travertinos y/o alabastro durante 2022 se obtuvo principalmente de Italia, España y China (Secretaría de Economía, 2022).

Los principales centros mineros mexicanos se ubican en los estados de Durango, Coahuila Chihuahua, Zacatecas y San Luis Potosí. El estado de Puebla destaca como quinto productor de rocas dimensionales (después de Durango, Jalisco, Hidalgo y Querétaro), con 46 453 toneladas, es decir, casi el 10% de las 468 501 generadas en todo el país. De igual manera, el estado de Puebla ocupa el quinto lugar en cuanto a valor de la producción por entidad federativa (3.1 millones USD, considerando 1 USD = 20.0 MXN) (Secretaría de Economía, 2022; Zambrano, 2024).

El análisis de la sustentabilidad en industrias extractivas en América Latina ha adquirido relevancia en los últimos años, aunque existen limitaciones en la evaluación integrada de dimensiones laborales y ambientales (Alarcón-Ruiz et al., 2022; Khaliq et al., 2016). En el aspecto laboral, para la extracción de minerales no metálicos se emplean a 34 192 personas (2022), de las cuales en el estado de Puebla laboran 1280 (3.7%). Particularmente, el municipio de Tepexi de Rodríguez (Puebla) alberga una cadena productiva regional con más de 15 empresas formales que operan con prácticas empíricas, maquinaria con antigüedad superior a los 15 años y escasa regulación en términos ambientales y laborales (García-Galicia et al., 2017; Miranda-Trejo et al., 2015). Esta situación convierte a Tepexi en un laboratorio natural para examinar los desafíos

estructurales de sustentabilidad en industrias extractivas no metálicas desde un enfoque multidimensional.

A partir de este contexto, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo se manifiestan los desafíos de sustentabilidad laboral y ambiental en el sector marmolero mexicano y qué elementos deben ser considerados para su evaluación integral en regiones con alta concentración de industrias basadas en recursos naturales? Para responderla, el presente estudio tuvo como objetivo general evaluar el nivel de sustentabilidad en tres empresas marmoleras ubicadas en Tepexi de Rodríguez, Puebla (México), aplicando el marco Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) (Masera et al., 1999). Este enfoque permite valorar atributos como estabilidad, resiliencia, equidad y adaptabilidad, integrando información técnica, percepciones de los trabajadores y mediciones ambientales; todos estos, integrados dentro los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas (NU, s/f). Para efectos del presente estudio se utilizará el término sustentabilidad emanado del mencionado marco MESMIS, considerándolo equivalente con el de «sostenibilidad» de las Naciones Unidas.

A diferencia de estudios previos que analizan de manera fragmentada los impactos ecológicos o la eficiencia productiva, esta investigación propone un análisis integral de la sustentabilidad del sector marmolero. El aporte principal radica en combinar indicadores laborales y ecológicos dentro de un mismo marco de evaluación, y generar evidencia para orientar la toma de decisiones empresariales, diseñar estrategias de mejora organizacional y fundamentar políticas públicas en contextos extractivos de economías emergentes.

2. Metodología

2.1 Región de estudio

El estudio se realizó en 2022, en el municipio de Tepexi de Rodríguez, ubicado en la región mixteca del estado de Puebla, México, entre los paralelos 18°20'24" y 18°37'42" latitud norte, y los meridianos 97°46'00" y 98°03'18" longitud oeste. Este municipio colinda con ocho municipios y se considera la segunda región más importante de México en explotación y transformación de mármol, albergando al menos a quince empresas formales dedicadas al corte, procesamiento y comercialización de mármol, así como talleres de menor escala que trabajan piedra laja y ónix, abasteciendo mercados locales y regionales (Gobierno de México, 2019; Gobierno Municipal de Tepexi de Rodríguez, 2021; Secretaría de Economía, 2022). Esta concentración convierte a Tepexi en un caso representativo para el análisis de sustentabilidad laboral, económica y ambiental en industrias extractivas no metálicas.

2.2 Diseño metodológico

Se adoptó un enfoque cualitativo con alcance exploratorio-descriptivo y diseño no experimental (Hernández & Mendoza, 2018). Para seleccionar a los sujetos de estudio se utilizó un muestreo no probabilístico tipo «bola de nieve por conveniencia», dada la ausencia de padrones laborales completos. El tamaño de la muestra fue de 123 participantes: 112 trabajadores operativos y 11 empresarios.

El estudio se estructuró con base en el marco MESMIS (Matera et al., 1999), el cual permite evaluar la sustentabilidad de sistemas productivos a través de seis etapas iterativas: equidad (distribución justa de derechos, deberes, responsabilidades entre género); estabilidad (confiabilidad relacionada con la conservación de los recursos y perseverancia en la producción); productividad (eficiencia de los sistemas para producir bienes o servicios); adaptabilidad (capacidad de los sistemas para transformar su funcionamiento ante posibles cambios); resiliencia (capacidad de respuesta para proteger y salvaguardar la productividad ante perturbaciones); autogestión (capacidad para disminuir la dependencia de materia prima, insumos y mano de obra externa, así como toma de decisiones en la comunidad). Los resultados se agruparon en tres dimensiones: económica, sociolaboral y ambiental (Tabla 1).

2.3 Instrumento de medición

Se aplicó un cuestionario estructurado, validado por juicio de expertos y prueba piloto, con preguntas construidas a partir de literatura especializada (Astier et al., 2008; Miranda-Trejo et al., 2015; Mulk et al., 2017). El instrumento incluyó quince indicadores agrupados en las dimensiones sociolaboral, económica y ambiental. La medición de los indicadores 3, 5, 8, 9, 11 y 12 se realizó de la siguiente manera (ver Tabla 1):

Para los indicadores 3 (comunicación interdepartamental y externa), 5 (nivel de control y organización) y 8 (desarrollo profesional), se utilizó Medición Directa mediante reuniones de trabajo con expertos y estudios de condiciones físicas; así como encuestas a sujetos de estudio, tomando como referencia Astier et al. (2008), Miranda-Trejo et al. (2015) y Mulk et al. (2017); también fue validado mediante revisión por expertos del sector.

Adicionalmente, el indicador 9 (niveles de ruido) se midió utilizando un sonómetro calibrado conforme a los lineamientos establecidos por la Norma NOM-011-STPS-2008 de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) 2002, registrando niveles de presión sonora equivalentes (dB(A)) durante la jornada laboral. Complementariamente, se consideraron criterios ergonómicos asociados a carga física, según el método Load Evaluation and Stress Testing (LEST) reportado en Sánchez & Reyes (2016).

En cuanto al indicador 11 (nivel de ingreso económico), se obtuvo a partir de registros salariales de la empresa y se clasificó tomando como referencia los niveles de ingreso del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2022).

Respecto al indicador 12 (porcentaje de aprovechamiento del mármol en su transformación (total de rocas por turno), se determinó mediante observación estructurada y registro sistemático del volumen de bloques procesados por turno. El porcentaje de rendimiento se calculó siguiendo los principios generales de balance de materiales, establecidos en ingeniería de procesos minerales, donde la recuperación se expresa como la relación entre la cantidad de producto útil obtenido y la cantidad total de alimentación al proceso (Wills & Finch, 2016).

En relación a los indicadores 13, 14 y 15, estos se midieron con una escala de percepción de 1 a 5, entre pobladores y trabajadores de las industrias marmoleras estudiadas.

Tabla 1. Indicadores para evaluar la sustentabilidad de la industria del mármol en Tepexi Puebla

Dimensión	Indicadores	¿Cómo se midió?
Sociolaboral	(1) Igualdad laboral y no discriminación.	E
	(2) Grado de estudios.	E
	(3) Comunicación interdepartamental y externa ^(a)	MD
	(4) Costumbres y tradiciones.	E
	(5) Nivel de control y organización ^(a)	MD, E
	(6) Carga física en el trabajo ^(ab)	E
	(7) Nivel de calidad de vida	E
	(8) Desarrollo profesional ^(a)	MD, E
	(9) Niveles de Ruido ^(a, c)	MD
Económica	(10) Nivel tecnológico ^(a)	E
	(11) Nivel de Ingreso Económico ^(a, d) .	MD
	(12) % Aprovechamiento del mármol en su transformación (total de rocas por turno) ^(a)	MD
Ambiental	(13) Percepción protección ambiental	E
	(14) Acceso al agua	E
	(15) Percepción de remediación ambiental	E

MD: Medición Directa mediante reuniones de trabajo con expertos y estudios de condiciones físicas;
E: Encuesta a sujetos de estudio.
^a Medición directa. ^b Puntos de cargas físicas catalogado por el Método Load Evaluation and Stress Testing. ^c Niveles de ruido catalogado por la Norma NOM-011-STPS-2008. ^d Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2022).

Fuente: Adaptado de Astier et al. (2008), Miranda-Trejo et al. (2015) y Mulk et al. (2017).

Las respuestas fueron codificadas en una escala tipo Likert de cinco puntos (1= muy bajo a 5= muy alto). La confiabilidad del cuestionario fue verificada mediante el coeficiente alfa de Cronbach ($\alpha = 0.713$), considerado aceptable para estudios sociales (George & Mallery,

2024). Los resultados se interpretaron con base en la escala de sustentabilidad propuesta por Albarracín-Zaidiza et al. (2019) (Tabla 2).

Tabla 2. Escala de interpretación de niveles de sustentabilidad

Escala	Valoración de la industria del mármol*	Definición
5.0	Estable	Sustentable
4.0 - 4.9	Pertinente	Moderadamente sustentable
3.0 - 3.9	Sensible	Medianamente sustentable
2.0 - 2.9	Débil	Escasamente sustentable
0.1 - 1.9	Peligro	No sustentable

Fuente: Albarracín-Zaidiza et al. (2019).

2.4 Análisis estadístico

Los datos fueron procesados con el software SPSS® v21. Se calcularon medidas de tendencia central y dispersión. Adicionalmente, se aplicó un análisis factorial exploratorio con el propósito de identificar agrupamientos entre los indicadores de sustentabilidad. Esta técnica es apropiada cuando se busca reducir la complejidad de sistemas con múltiples variables relacionadas, como ocurre en evaluaciones que integran dimensiones sociales, económicas y ambientales (Hair, 2010; Malhotra, 2008). Antes de aplicar el análisis factorial, es necesario verificar si los datos cumplen con los supuestos requeridos. La medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) permite evaluar si existe suficiente varianza compartida entre las variables, mientras que la prueba de esfericidad de Bartlett confirma si las correlaciones entre indicadores son estadísticamente significativas (Malhotra, 2008). La aplicación de ambas pruebas asegura que el análisis factorial sea válido y que los factores extraídos representen patrones reales en la percepción de los trabajadores sobre la sustentabilidad en el sector marmolero de Tepexi de Rodríguez.

Se utilizaron mediciones directas para indicadores técnicos como ruido (NOM-011-STPS-2008), carga física (LEST) y eficiencia productiva.

2.5 Atributos y puntos críticos del sistema

En la última fase, para complementar la evaluación, se integraron los atributos, puntos críticos e indicadores del enfoque MESMIS con las condiciones reales del sistema marmolero mexicano, facilitando la evaluación de la sustentabilidad e interpretar los resultados.

3. Resultados y discusión

Este apartado presenta los resultados de la evaluación de la sustentabilidad laboral, económica y ambiental de las empresas y colaboradores participantes de la industria del mármol en Tepexi de Rodríguez, a partir del análisis de 15 indicadores agrupados en 3 dimensiones. La interpretación se realizó con base en la escala de sustentabilidad descrita en la Tabla 2. A continuación, se contrastan estos resultados con estudios previos y marcos teóricos relevantes.

3.1 Nivel de sustentabilidad general

Los resultados generales muestran que el promedio de sustentabilidad en las tres dimensiones evaluadas fue de 2.75/5, lo que posiciona la industria del mármol en Tepexi de Rodríguez como escasamente sustentable (Tabla 3), según la escala propuesta por Albarracín-Zaidiza et al. (2019). La dimensión económica obtuvo el valor más bajo (2.52/5), seguida de la dimensión sociolaboral (2.93/5), mientras que la dimensión ambiental presentó un desempeño ligeramente mejor (2.82/5), aunque sin superar el umbral de sustentabilidad aceptable.

Tabla 3. Valores promedio de los indicadores de sustentabilidad para los participantes de la industria del mármol en Tepexi de Rodríguez

Dimensión	Indicador	Valor obtenido	Valor promedio
Sociolaboral	Igualdad laboral y no discriminación.	3.48	2.93
	Grado de estudios.	3.71	
	Comunicación interdepartamental y externa ^a	3.40	
	Costumbres y tradiciones.	3.02	
	Nivel de control y organización ^a	3.00	
	Carga física en el trabajo ^{a,b}	3.00	
	Nivel de calidad de vida.	2.98	
	Desarrollo profesional ^a	2.80	
Económica	Niveles de Ruido ^{a,c}	1.00	2.52
	Nivel tecnológico ^a	3.00	
	Nivel de Ingreso Económico/ remuneración ^{a,d}	2.56	
Ambiental	Porcentaje de aprovechamiento del mármol en su transformación (total de rocas por turno) ^a	2.00	2.82
	Remediación ambiental	3.07	
	Acceso al agua	2.75	
	Aplican normas y leyes de protección ambiental	2.64	
Total			2.75

^aMedición directa. ^bPuntos de cargas físicas catalogado por el Método Load Evaluation and Stress Testing. ^cNiveles de ruido catalogado por la Norma NOM-011-STPS-2008. ^d CONEVAL (2022).

Fuente: elaboración propia basada en la presente investigación.

3.2 Análisis por dimensión

3.2.1 Dimensión sociolaboral

Los resultados muestran diferencias claras entre la percepción de empresarios y trabajadores. En la Tabla 4 se presentan los valores promedio de seis indicadores evaluados por tipo de participante y el promedio general.

Tabla 4. Indicadores de la dimensión sociolaboral en los participantes de la industria del mármol en Tepexi de Rodríguez

Indicador	Empresarios ($\mu \pm \sigma$) (n=11)	Colaboradores (n=112)	General (n=123)
Igualdad laboral y no discriminación	3.36 \pm 1.4	3.49 \pm 1.04	3.48
Costumbres y tradiciones	3.09 \pm 1.04	3.01 \pm 0.85	3.02
Nivel de calidad de vida	3.55 \pm 1.21	2.92 \pm 0.69	2.98
Capacitación	3.00 \pm 1.00	3.32 \pm 0.93	3.29
Remuneración	5.00 \pm 0.00	2.32 \pm 1.05	2.56
Colaboración con el gobierno	3.45 \pm 0.82	3.00 \pm 0.09	3.04

Fuente: elaboración propia basada en la presente investigación.

Los datos revelan una importante brecha salarial percibida: los empresarios lo calificaron con 5.00 (sustentable), mientras que los trabajadores lo evaluaron con 2.32 (escasamente sustentable). Esta diferencia refleja una percepción desigual de las condiciones económicas y confirma una brecha salarial estructural. Así mismo, se observan diferencias en la percepción de calidad de vida: los empresarios calificaron este indicador con 3.55 (medianamente sustentable), mientras que los trabajadores lo valoraron con 2.92 (débilmente sustentable). Esto indica que los empleadores tienden a sobrevalorar las condiciones de vida de su personal.

Respecto a la percepción sobre la capacitación: los trabajadores la calificaron con 3.32, mientras que los empresarios la ubicaron en 3.00. Esta diferencia puede deberse al aprendizaje en el puesto y a la experiencia de los trabajadores. En cuanto a la igualdad laboral y no discriminación, ambos grupos presentaron valoraciones similares (3.36 y 3.49), lo que indica una percepción compartida sobre el acceso al empleo, aunque no sobre la equidad en el entorno laboral.

La colaboración con el Gobierno fue valorada más alto por los empresarios (3.45), en comparación con los trabajadores (3.00), lo que sugiere una relación más cercana desde la dirección y una percepción de distancia desde el nivel operativo. Estas opiniones reflejan diferencias estructurales que pueden limitar la aplicación de acciones para mejorar la sustentabilidad laboral en la industria del mármol.

3.2.2 Dimensión económica

La dimensión económica presentó el desempeño más bajo (2.52) entre las tres evaluadas (sociolaboral, económica y ambiental). Por su parte, los resultados de los tres indicadores de la dimensión económica se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Indicadores de la dimensión económica en manifestados por los participantes de la industria del mármol en Tepexi de Rodríguez

Indicador	Valor obtenido
Nivel tecnológico ^a	3.00
Nivel de Ingreso Económico/ remuneración ^{a,b}	2.56
Porcentaje de aprovechamiento del mármol en su transformación (total de rocas por turno) ^a	2.00

^a Medición directa, ^b CONEVAL (2022).

Fuente: elaboración propia basada en la presente investigación.

El nivel tecnológico fue calificado con 3.00, lo que lo ubica en el rango de medianamente sustentable. No obstante, las empresas evaluadas operan con maquinaria de entre 15 y 18 años de antigüedad, lo que limita la mejora operativa y mantiene procesos con baja eficiencia.

Respecto al ingreso económico, el valor obtenido (2.56), clasificado como escasamente sustentable, es inferior al umbral de suficiencia establecido por CONEVAL (2022). Esta insuficiencia expone a los trabajadores a condiciones de vulnerabilidad económica, lo cual compromete no solo la estabilidad del sistema, sino también la capacidad de retención de fuerza laboral calificada. Los trabajadores reportaron ingresos mensuales entre 291.26 USD y 436.90 USD, por debajo del umbral de 558.2 USD establecido por el CONEVAL (2022) para cubrir una canasta básica. Los empresarios asignaron un valor de 5.00 a este indicador, mientras que los trabajadores lo ubicaron en 2.52, lo que evidencia una diferencia entre ambos grupos y confirma una brecha salarial.

El aprovechamiento del mármol fue el indicador con menor puntuación (2.00) que mostró la menor eficiencia, también clasificado como escasamente sustentable, reflejando un alto nivel de desperdicio. Solo entre el 25% y el 33% del material extraído se transforma en producto final; el resto se pierde por fracturas, impurezas o baja resistencia, coincidiendo con García-Galicia et al. (2017), quienes reportaron que hasta el 67% del material extraído es descartado por fracturas o impurezas. El nivel tecnológico (3.00) refleja la antigüedad de la maquinaria (15-18 años), lo cual concuerda con lo planteado por Sandoval y Moncayo (2016) sobre el rezago tecnológico como factor estructural que limita la productividad en el sector.

En conjunto, los tres indicadores reflejan que la dimensión económica presenta limitaciones técnicas y salariales que afectan la sustentabilidad. Las causas principales

son maquinaria obsoleta, ingresos insuficientes y baja eficiencia en el uso del material. Estas condiciones requieren inversión tecnológica, revisión salarial y mejora en los procesos de transformación.

3.2.3 Dimensión ecológica

La dimensión ambiental en general obtuvo una calificación de 2.82. Conforme a los datos presentados en la Tabla 6, muestra una percepción ligeramente favorable en el indicador de remediación ambiental (3.07), lo cual lo ubica en el rango de «sensible» o medianamente sustentable, según la escala de interpretación. Sin embargo, esta valoración no corresponde con acciones observables en campo, lo que sugiere que existe una percepción positiva sin evidencia empírica que la sustente.

La remediación ambiental fue evaluada en 3.07; sin embargo, no se observaron prácticas activas de restauración durante el trabajo de campo. Este contraste entre percepción y práctica ha sido reportado por Cobo-Ceacero et al. (2019), quienes advierten sobre el fenómeno del «cumplimiento discursivo» en industrias extractivas. Además, el consumo intensivo de agua (2.75) y el incumplimiento de normas ambientales (2.64) reafirman lo señalado por Alarcón-Ruiz et al. (2022), quienes destacan que, en contextos rurales, la supervisión ambiental es limitada y las externalidades no son corregidas.

Tabla 6. Indicadores de la dimensión sociolaboral de los participantes en el sector marmolero de la región de estudio

Indicador	Empresarios (n=11)	Colaboradores (n=112)	General (n=123)
Remediación ambiental	2.91±0.94	3.09±1.02	3.07
Acceso al agua	2.82±0.87	2.74±0.91	2.75
Aplican normas y leyes de protección ambiental	2.73±1.00	2.63±1.09	2.64

Fuente: elaboración propia basada en la presente investigación.

Estos indicadores de acceso al agua (2.75) y aplicación de normas ambientales (2.64) se sitúan en el rango de «débil» o escasamente sustentable, evidenciando limitaciones estructurales en el uso y gestión del recurso hídrico y bajo cumplimiento de normativas ambientales. Esta situación se presenta de forma similar tanto para empresarios como trabajadores, lo cual refuerza el diagnóstico de sustentabilidad limitada en esta dimensión.

En conjunto, los tres indicadores revelan que el desempeño ambiental de la industria marmolera es insuficiente, ya que no alcanza el umbral de 3.9 necesario para ser considerado medianamente sustentable. Esta condición implica riesgos crecientes de deterioro ecológico, especialmente ante la presión hídrica y la falta de mecanismos regulatorios efectivos. Se requiere, por tanto, una intervención orientada a fortalecer el cumplimiento normativo y adoptar prácticas de remediación ambiental verificables, más allá de la percepción de los actores involucrados.

3.3 Análisis factorial

Para identificar agrupamientos de variables, se realizó un análisis factorial sobre los datos de los 112 trabajadores. La medida de adecuación muestral KMO, que fue de 0.709, y la prueba de esfericidad de Bartlett ($\chi^2 = 106.031$, $gl = 36$, $p < 0.001$) confirmaron que la matriz de correlación era apropiada para el análisis factorial. La Tabla 7 presenta los factores extraídos con valores propios superiores a 1.0. Los tres primeros factores explicaron en conjunto el 53.41% de la varianza total del modelo, lo cual es aceptable para estudios en contextos sociales. El primer factor se asocia con el indicador de remuneración (26.19%), el segundo con nivel de calidad de vida (15.37%) y el tercero con igualdad laboral y no discriminación (11.84%).

Tabla 7. Análisis factorial sobre los riesgos laborales, sociales y ambientales en los colaboradores participantes del sector del mármol

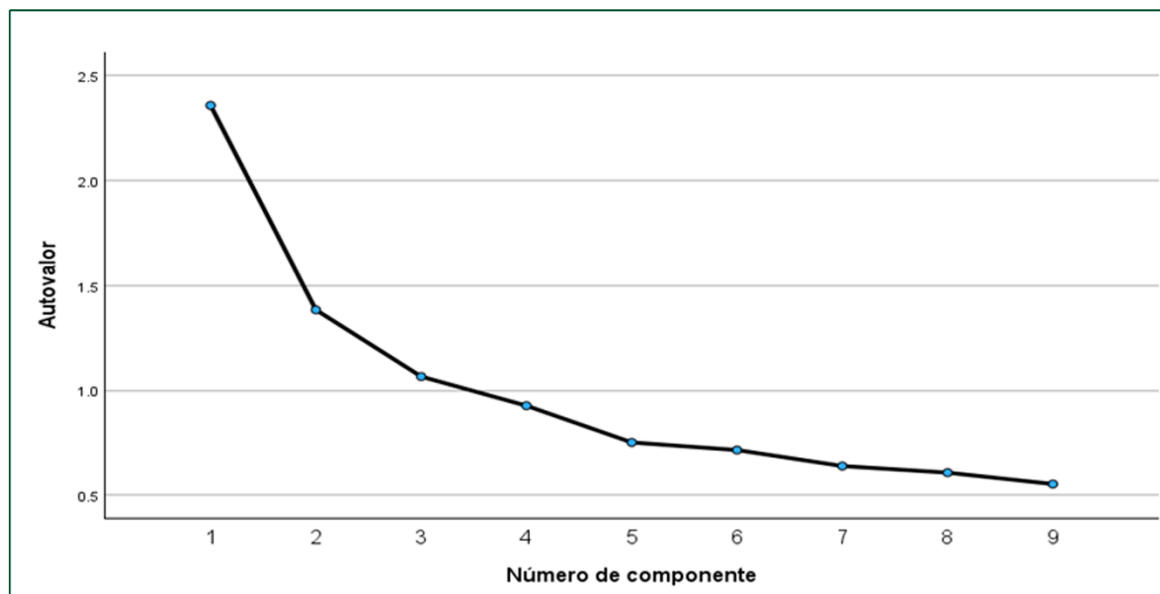
Factores/variables	Empleados (n= 112)			SCRT		
	VP	%VR	%AC	TL	%VR	%AC
(1) Remuneración	2.35	26.19	26.19	1.72	19.16	19.16
(2) Nivel de calidad de vida	1.38	15.37	41.57	1.59	17.67	36.83
(3) Igualdad laboral y no discriminación	1.06	11.84	53.41	1.49	16.57	53.41
(4) Costumbres y tradiciones	0.92	10.29	63.70			
(5) Capacitación	0.75	8.34	72.05			
(6) Colaboración con el Gobierno	0.71	7.94	80.0			
(7) Falta de agua	0.63	7.10	87.10			
(8) Remediación ecológica	0.60	6.75	93.85			
(9) Aplican normas y leyes	0.55	6.14	100.0			

* VP: Valor Propio. %VR: Porcentaje de Varianza. %AC: Porcentaje Acumulado. SCRT: Sumas de cargas al cuadrado de la rotación. TL: Total

Fuente: elaboración propia basada en la presente investigación.

Los indicadores restantes explican el 46.59% de la varianza acumulada y corresponden a factores con valores propios menores a 1.0, los cuales fueron considerados en la rotación, pero no en la retención como factores principales. El gráfico de sedimentación (Figura 1) muestra una pendiente pronunciada entre los tres primeros componentes, con una disminución progresiva en los factores restantes, lo que justificó su exclusión.

Figura 1. Gráfico de sedimentación de factores asociados acorde a los colaboradores participantes del sector del mármol



Fuente: elaboración propia en base a los resultados

La rotación Varimax con normalización Kaiser agrupó los indicadores en tres componentes temáticos, lo que permitió mejorar la interpretación de los componentes al minimizar la multicolinealidad entre variables (Tabla 8).

Tabla 8. Cargas factoriales rotadas (Varimax), asociadas a los colaboradores participantes de la industria del mármol en México

Componente	Colaboradores (n= 112)		
	Factor 1	Factor 2	Factor 3
(3) Igualdad laboral y no discriminación	0.720		
(8) Remediación ecológica	0.710		
(7) Falta de agua	0.604		
(5) Capacitación	0.508		
(1) Remuneración		0.731	
(2) Nivel de calidad de vida		0.603	
(9) Aplican normas y leyes		0.657	
(4) Costumbres y tradiciones			0.667
(6) Colaboración con el Gobierno			0.707

Factor 1. No discriminación y medio ambiente. Factor 2. Beneficios laborales y legales. Factor 3. Gobernabilidad y sociedad

Fuente: elaboración propia basada en la presente investigación.

El modelo agrupa las variables en tres factores principales:

- Factor 1: No discriminación y medioambiente. Incluye igualdad laboral, remediación ecológica, acceso al agua y capacitación. Refleja que los trabajadores vinculan condiciones de trabajo justas con acciones ambientales y desarrollo de habilidades.
- Factor 2: Beneficios laborales y legales. Agrupa remuneración, calidad de vida y aplicación de normas. Indica que los trabajadores relacionan su bienestar con ingresos suficientes y cumplimiento de derechos establecidos.
- Factor 3: Gobernabilidad y sociedad. Comprende tradiciones culturales y colaboración con el Gobierno. Muestra que los trabajadores consideran necesario el papel institucional para proteger el entorno social y productivo.

Estos resultados sugieren que los trabajadores comprenden la sustentabilidad como una construcción integral, donde las condiciones laborales, la gestión ambiental y la intervención institucional están interrelacionadas. Esta estructura concuerda con el enfoque de evaluación sistémica propuesto por Masera et al. (1999), donde atributos como equidad, adaptabilidad y resiliencia deben considerarse de forma conjunta.

Este análisis también confirma que los trabajadores interpretan los riesgos de forma articulada. La sustentabilidad del sector no se reduce a aspectos técnicos, sino que incluye relaciones laborales, cumplimiento legal y participación institucional. Estos hallazgos coinciden con Malhotra (2008), quien afirma que, en entornos productivos con múltiples actores y recursos, los factores deben analizarse de manera conjunta para obtener resultados útiles para la toma de decisiones.

En este sentido, el estudio aporta evidencia que permite priorizar acciones en tres ámbitos complementarios: condiciones físicas del trabajo, cumplimiento normativo y fortalecimiento de la gobernanza.

Se recomienda, a nivel empresarial, invertir en tecnología y profesionalización del personal; a nivel gubernamental, fortalecer la fiscalización y promover incentivos para la formalización; y desde la academia, generar evidencia que fundamente políticas públicas territoriales. Esto se ha hecho evidente desde que en 2023 el Gobierno de México lanzó la Estrategia Nacional de Suelo para la Agricultura Sostenible (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2022), que busca el manejo sustentable; restauración; información y monitoreo; educación concientización y participación; conocimientos, investigación, innovación, desarrollo y transferencia tecnológica; cooperación y coordinación; así como armonización y actualización normativa de los suelos, entre otros. Esto implica integrar sistémicamente los saberes ancestrales, tradicionales y locales con las innovaciones tecnológicas y científicas, bajo el acompañamiento del Gobierno, de la sociedad y la academia. Como eje transversal se plantea la necesidad de implementar la gobernanza del

suelo (instituciones formales e informales de diferentes niveles involucradas en la gestión sustentable del suelo, las normativas de política pública, económicas y sociales).

4. Conclusiones

Se alcanzó el objetivo planteado de evaluar el nivel de sustentabilidad sociolaboral, económica y ambiental en tres empresas marmoleras en Tepexi de Rodríguez, Puebla, encontrando que estas empresas son escasamente sustentables. En la dimensión sociolaboral, existe una importante brecha salarial, diferencias en la percepción entre empleadores y colaboradores respecto a calidad de vida, equidad laboral y colaboración con el Gobierno. La dimensión económica presenta limitaciones técnicas que afectan la sustentabilidad, atribuibles a maquinaria obsoleta, ingresos insuficientes y baja eficiencia en el uso del material. Los indicadores del desempeño ambiental mostraron procesos de transformación con riesgos de deterioro ecológico, especialmente presión hídrica y falta de mecanismos regulatorios. Las implicaciones en el aspecto sociolaboral destacan la necesidad de un salario justo. En el tema económico se requiere inversión tecnológica y mejora en los procesos de transformación. En el ámbito medioambiental es urgente una intervención para fortalecer el cumplimiento normativo y adoptar prácticas de remediación ambiental verificables. Los trabajadores interpretan estos desafíos de forma articulada y sistémica demostrando que su evaluación debe ser integral y no se reduce a aspectos técnicos, sino que incluye relaciones laborales, tecnológicas y cumplimiento legal con el medioambiente. Futuras investigaciones podrían ampliar el tamaño de la muestra a otros municipios productores de mármol, incorporar más actores de la cadena productiva y explorar estrategias de economía circular.

Referencias

- Alarcón-Ruiz, T.; García-Santamaría, L. E.; Fernández-Echeverría, E.; Ruvalcaba-Sánchez, M. L. G. & Fernández-Lambert, G. (2024). Productive dynamics of the marble industry in the Mixteca Region in Mexico. *Nova Scientia*, 16(32). <https://doi.org/10.21640/ns.v16i32.3461>
- Alarcón-Ruiz, T.; Santiago-Jiménez, M. E.; Ruvalcaba-Sánchez, L. G.; Sánchez-Galván, F.; García-Santamaría, L. E. & Fernández-Lambert, G. (2022). A Triple-Helix Intervention Approach to Direct the Marble Industry towards Sustainable Business in Mexico. *Sustainability*, 14(9), 5576. <https://doi.org/10.3390/su14095576>
- Albarracín-Zaidiza, J. E.; Fonseca-Carreño, N. E. & López-Vargas, L. H. (2019). Las prácticas agroecológicas como contribución a la sustentabilidad de los agroecosistemas. Caso provincia del Sumapaz. *Ciencia y Agricultura*, 16(2), pp. 39-55. <https://doi.org/10.19053/01228420.v16.n2.2019.9139>
- Astier Calderón, M.; Masera Cerutti, O. & Galván Miyoshi, Y. (2008). *Evaluación de la sustentabilidad: un enfoque dinámico y multidimensional*. Mundiprensa/Universidad Nacional Autónoma de México/Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada/Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable. https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/9788461256419.pdf
- Ayber, S. & Haktanirlar Ulutas, B. (2017). Assessing Sustainable Manufacturing Related Problems for Marble Facilities: An Application. *Procedia Manufacturing*, 8, pp. 129-135. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.02.015>
- Bai, S.; Qingsong, H.; Cheng, L. J.; Wang, Q. Y. & Elwert, T. (2019). Improve sustainability of stone mining region in developing countries based on cleaner production evaluation: Methodology and a case study in

- Laizhou region of China. *Journal of Cleaner Production*, 207, pp. 929-950. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.026>
- Bebbington, A. J.; Humphreys Bebbington, D.; Sauls, L. A.; Rogan, J.; Agrawal, S.; Gamboa, C. ... & Verdum, R. (2018). Resource extraction and infrastructure threaten forest cover and community rights. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(52), pp. 13164-13173. <https://doi.org/10.1073/pnas.1812505115>
- Bridge, G. (2008). Global production networks and the extractive sector: governing resource-based development. *Journal of economic geography*, 8(3), pp. 389-419. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbn009>
- Cobo-Ceacero, C. J.; Cotes-Palomino, M. T.; Martínez-García, C.; Moreno-Maroto, J. M. & Uceda-Rodríguez, M. (2019). Use of marble sludge waste in the manufacture of eco-friendly materials: applying the principles of the Circular Economy. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(35), pp. 35399-35410. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05098-x>
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) (2022). *Canastas alimentarias y no alimentarias, observadas y normativas*. <https://www.coneval.org.mx/SalaPrensa/Documents/Lineas-de-bienestar.pdf>
- García-Galicia, J. A.; Morales-Olán, G.; Hilarión Cadena-Tecayehuatl, M. & Moreno-Zarate, P. (2017). Experimental and Theoretical Modelling of Waste Produced By the Marble Industry of Tepexi De Rodríguez. *European Journal of Sustainable Development*, 6(3), pp. 405-412. <https://doi.org/10.14207/ejsd.2017.v6n3p405>
- George, D., & Mallery, P. (2024). *IBM SPSS statistics 29 step by step: A simple guide and reference*. Routledge.
- Gobierno de México (2019). *Tepexi de Rodríguez 2019*. <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/tepexi-de-rodriguez>.
- Gobierno Municipal de Tepexi de Rodríguez (2021). *Plan Municipal de Desarrollo 2021 - 2024*. https://planeader.puebla.gob.mx/pdf/Municipales2021/Tepexi%20de%20Rodr%C3%ADguez_PMD_2021-2024.pdf.
- Hair, J. F. (2010). *Investigación de mercados*. McGraw Hill México.
- Hernández Sampieri, R. & Mendoza, C.P. (2018). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill Education México.
- Khaliq, S. U.; Shahzada, K.; Alam, B.; Bilal, F.; Zeb, M. & Akbar, F. (2016). Marble powder's effect on permeability and mechanical properties of concrete. *International Journal of Civil and Environmental Engineering*, 10(4), pp. 537-542. https://www.researchgate.net/publication/302024752_Marble_Powder's_Effect_on_Permeability_and_Mechanical_Properties_of_Concrete
- Kumar, A. & Reddy, P. (2023). Transforming granite and marble waste into nano-calcium silicates: an eco-friendly synthesis and comprehensive characterization. *Environment, Development and Sustainability*, 26, pp. 30875-30899. https://ideas.repec.org/a/spr/endesu/v26y2024i12d10.1007_s10668-023-04051-w.html
- Malhotra, N. K. (2008). *Investigación de Mercados*. Pearson Prentice Hall.
- Masera, O.; Astier, M. & López- Ridaura, R. (1999). *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco MESMIS*. México: Mundiprensa - Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada- Instituto de Ecología.
- Miranda-Trejo, M.; Ocampo-Fletes, I.; Escobedo-Castillo, J. F. & Hernández-Rodríguez, M. L. (2015). La distribución del agua potable en Tepexi de Rodríguez, Puebla. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*, 12(3), pp. 261-277. <https://doi.org/10.22231/asyd.v12i3.211>
- Mordor Intelligence (2024). *Tamaño del mercado de mármol y análisis de participación tendencias de crecimiento y pronósticos (2024-2029)*. <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/marble-market>
- Mulk, S.; Korai, A. L.; Azizullah Azizullah, L. S. & Khan Khattak, M. N. (2017). Marble industry effluents cause an increased bioaccumulation of heavy metals in Mahaseer (Tor putitora) in Barandu River, district Buner, Pakistan. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(29), pp. 23039-23056. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9921-5>

Noreen, U.; Ahmed, Z.; Khalid, A.; Di Serafino, A.; Habiba, U.; Ali, F. & Hussain, M. (2019). Water pollution and occupational health hazards caused by the marble industries in district Mardan, Pakistan. *Environmental Technology & Innovation*, 16, 100470. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2019.100470>

Naciones Unidas (s/f). Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

Pappu, A.; Chaturvedi, R. & Tyagi, P. (2020). Sustainable approach towards utilizing Makrana marble waste for making water resistant green composite materials. *SN Applied Sciences*, 2(3), p. 347. <https://doi.org/10.1007/s42452-020-2133-5>

Salem, H. S. (2021). Evaluation of the Stone and Marble Industry in Palestine: environmental, geological, health, socioeconomic, cultural, and legal perspectives, in view of sustainable development. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, pp. 28058-28080. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-12526-4>

Sánchez, M. G. O. & Reyes, D. I. (2016). El Método LEST, su aplicación y evaluación en las prácticas ergonómicas. *European Scientific Journal*, 12(35), p. 34. <https://doi.org/10.19044/esj.2016.v12n35p34>

Sandoval Chávez, R. & Moncayo- Luján, M. R. (2016). Diagnóstico de la industria del mármol en la Comarca Lagunera. *Revista Iberoamericana de Contaduría, Economía y Administración*, 5(9), pp. 1-21. <https://www.ricea.org.mx/index.php/ricea/article/view/52/199>

Santos, A.; Villegas, N. & Betancourt, J. (2012). Residuo de mármol como insumo en la construcción civil: diagnóstico de la Comarca Lagunera. *Revista de la construcción*, 11(2), pp. 17-26. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-915X2012000200003>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2022). Estrategia Nacional de Suelo para la Agricultura Sostenible. Acceso: 28 de agosto de 2025. <https://bit.ly/41b10Iw>

Secretaría de Economía (2022). *Estudio de la Cadena Productiva del Mármol. Documento de análisis*. Dirección General de Desarrollo Minero. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/692295/Cadena_Productiva_M_rmol_2021.pdf

Secretaría del Trabajo y Previsión Social (2022). *NORMA Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido*. Gobierno de México. <https://asinom.stps.gob.mx/upload/noms/Nom-011.pdf>

Veerakumar, V. & Jaiswal, N. (2022). Musculoskeletal Pain Experienced by the Marble Cutting Workers in Marble Industries at Kishangarh District, Rajasthan. *Ergonomics for Design and Innovation. HWWE 2021. Lecture Notes in Networks and Systems Springer, Cham*, (391), pp. 909-919. https://doi.org/10.1007/978-3-030-94277-9_78

Wills, B. A. & Finch, J. A. (2016). *Wills' Mineral Processing Technology: An Introduction to the Practical Aspects of Ore Treatment and Mineral Recovery* (8th ed.). Butterworth-Heinemann/Elsevier.

Zambrano, J. (15 de diciembre de 2024). Puebla es el mayor productor de mármol en el país. *El Sol de Puebla*. <https://oem.com.mx/elsoldepuebla/finanzas/puebla-es-el-mayor-productor-de-marmol-en-el-pais-20351056>

Agradecimientos

A las empresas Intemármol S.A de C.V., Mármoles RocaDura S.A. de C.V. y Mármoles Tres Hermanos S.A. de C.V. por su interés en esta investigación. De manera especial al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología de México (CONAHCYT).

Declaración de uso de herramientas de IA

El presente artículo fue escrito íntegramente por los autores, sin la ayuda de herramientas de IA. Se utilizó Elsevier Scopus para ampliar la búsqueda de fuentes bibliográficas. Luego de utilizar las herramientas mencionadas, los autores han revisado y verificado la validez de los datos presentados y asumen plena responsabilidad de los contenidos publicados.

Declaración de posibles conflictos de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

Rol de cada autor en la investigación según la clasificación (CRediT)

- **Teodoro Alarcón-Ruiz:** Conceptualización; investigación y metodología; curación y análisis formal de los datos; redacción del borrador original.
- **María Evelinda Santiago-Jiménez:** Conceptualización; investigación y metodología; curación y análisis formal de los datos; redacción del borrador original.
- **Eduardo Fernández Echeverría:** Investigación; supervisión; redacción del borrador original.
- **Luis Enrique García Santamaría:** Conceptualización; investigación; curación y análisis formal de los datos; redacción, revisión y edición.
- **Yesica Mayett-Moreno:** Validación; visualización; redacción, revisión y edición.

Teodoro Alarcón-Ruiz

Doctor en Ciencias de la Ingeniería por el Tecnológico Nacional de México, Campus Misantla. Es profesor investigador adscrito al Departamento de Posgrado e Investigación en el TecNM - Instituto Tecnológico de Puebla. Sus líneas de investigación se centran en optimización de procesos de cadenas agroindustriales, así como el desarrollo sustentable alternativo y estrategias de micro y pequeña empresa.

Correo: teodoro.alarcon@puebla.tecnm.mx

María Evangelina Santiago-Jiménez

Doctora en Ciencias en Planificación de Empresas y Desarrollo Regional por el Instituto Tecnológico de Oaxaca-México. Profesora investigadora adscrita al departamento de Posgrado e Investigación en el Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Puebla-México. Sus líneas de investigación se centran en tecnologías alternativas adecuadas social y ecológicamente, así como desarrollo sustentable alternativo y estrategias de combate a la pobreza.

Correo: evelinda.santiago@puebla.tecnm.mx

Eduardo Fernández Echeverría

Doctor en Ciencias de la Ingeniería por el Tecnológico Nacional de México, Campus Misantla. Es profesor investigador adscrito a Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México Zacapoaxtla, Puebla-México. Su labor se enfoca en cadenas agroindustriales, optimización de procesos y tratamiento de aguas residuales, dirigiendo proyectos a nivel licenciatura y maestría para fortalecer micro y pequeñas empresas a través de intervenciones en cadenas de suministro y circuitos cortos.

Correo: eduardo.fe@zacapoaxtla.tecnm.mx

Luis Enrique García Santamaría

Doctor en Ciencias de la Ingeniería y Doctor en Administración y Desarrollo Empresarial por el Colegio de Estudios Avanzados de Iberoamérica. Profesor investigador en el Departamento de Posgrado e Investigación del Tecnológico Nacional de México/ ITS Misantla. Su trabajo se centra en la mejora sostenible de micro y pequeñas empresas, la optimización de la producción agrícola y el fortalecimiento de cadenas de suministro y cadenas cortas en economías emergentes.

Correo: legarcias@itsm.edu.mx

Yesica Mayett-Moreno

Doctora en Ciencias por el Colegio de Postgraduados. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel II, así como profesora investigadora en la Universidad UPAEP Puebla y en el Tecnológico de Misantla. Sus líneas de investigación se enfocan en desarrollo económico y regional, procesos organizacionales, empresas pequeñas medianas y familiares; agronegocios y seguridad alimentaria.

Correo: yesica.mayett@upaep.mx

Revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente.

N° 17 enero – junio 2026. E-ISSN: 2709 – 3689

Cómo citar: Alarcón Ruiz, T., Santiago Jiménez, M. E., Fernández Echeverría, E., García Santamaría, L. E., & Mayett Moreno, Y. Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) para la industria mexicana del mármol. *Revista Kawsaypacha: Sociedad Y Medio Ambiente*, (17), A-012. <https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202601.A012>

