

## Factores que influyen en la calidad del calzado escolar fabricado por empresas de El Salvador

### Factors influencing the quality of school footwear manufactured by companies in El Salvador

Jasmín Rocío Retana de Alemán<sup>1</sup>

Edwin Stewart Sintigo Vásquez<sup>2</sup>

Docentes investigadores, Facultad de Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Católica de El Salvador, El Salvador

Fecha de recepción: 29/01/2024

Fecha de aceptación: 19/02/2024

#### Resumen

El calzado fabricado en El Salvador es importante para la economía del país, siendo uno de los principales sectores dedicados a la exportación (Oficina Económica y Comercial de España en El Salvador, 2019, p. 16). Este constituye una industria que abarca una gran variedad de materiales y productos, desde el calzado común para hombres, mujeres y niños, hasta el calzado más especializado para la práctica de otras actividades.

En la presente investigación se evaluaron los factores que influyen en la calidad del calzado escolar, como la maquinaria, mano de obra, medición, medio ambiente y método de producción, haciendo especial énfasis en los materiales. La metodología utilizada fue experimental; como primer paso, se seleccionaron materiales (cuero, suela y pegamento) disponibles en el mercado local para la elaboración de calzado escolar para niña. Luego se establecieron diferentes combinaciones con estos materiales. Posteriormente, empresas de El Salvador fabricaron calzado escolar para niña con las combinaciones de materiales y a estos productos terminados se les aplicaron métodos de ensayo.

De estos análisis estandarizados se obtuvieron valores que pudieron ser comparados entre los diferentes resultados. Se visitaron los talleres de fabricación y se realizaron entrevistas a los productores para desarrollar un estudio de los demás factores que intervienen en la calidad del calzado escolar para niña. Esta recopilación de información y el análisis de los resultados de las pruebas físicas permitieron establecer la combinación de materiales con el mejor resultado obtenido en los ensayos de laboratorio, determinando con ello un posible cumplimiento de estándares de calidad nacionales e internacionales.

**Palabras clave:** Materiales y productos, proceso de fabricación, ensayo de materiales, control de calidad, escolar.

#### Abstract

Footwear manufactured in El Salvador plays a crucial role in the country's economy, being one of the main sectors dedicated to exportation (Economic and Commercial Office of Spain in El Salvador, 2019, p. 16). This industry encompasses a wide variety of materials and products, ranging from everyday footwear for men, women, and children to more specialized shoes for various activities.

This research evaluated the factors influencing the quality of school footwear, focusing on machinery, labor, measurements, the environment, and production methods, with particular emphasis on materials. The methodology employed was experimental. First, materials (leather, soles, and glue) available in the local market for producing girls' school shoes were selected. Different combinations of these materials were then established. Subsequently, companies in El Salvador manufactured girls' school footwear using these material combinations, which were subjected to standardized testing methods.

The analysis yielded values that could be compared across different results. Manufacturing workshops were visited, and interviews were conducted with producers to explore other factors affecting the quality of girls' school footwear. This information gathering and analysis of the physical test results allowed for the identification of the material combination that yielded the best results in laboratory tests, indicating potential compliance with national and international quality standards.

**Keywords:** Materials and products, manufacturing process, material testing, quality control, school footwear.

1 Ingeniera Industrial, email: rocio.retana@catolica.edu.sv, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3699-9982>

2 Ingeniero Industrial, email: edwin.sintigo@catolica.edu.sv, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3200-9578>

## 1. Introducción

El calzado es un producto muy diverso que utiliza una amplia gama de materiales y requiere diferentes procesos de producción. Esto hace que las pruebas y el control de calidad del calzado sean una parte exigente y especializada para determinar si se encuentra dentro de los límites establecidos de calidad (Góchez, Retana y Grande, 2019).

Desde el punto de vista de los clientes, las empresas y/u organizaciones existen para proveer un producto material o inmaterial, un bien o un servicio, ya que ellos necesitan productos con características que satisfagan sus necesidades y expectativas. Estos productos son el resultado de los procesos, que son un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en salidas (Gutiérrez, 2013).

Cuando se trata de satisfacer al cliente, el enfoque por procesos se erige como uno de los pilares fundamentales de la administración de la calidad. Por esta razón, es necesario estudiar la variabilidad, la cual se define como el cambio en el proceso debido a las características, especificaciones y atributos de un ciclo o tiempo determinado, provocado por causas comunes (permanentes en el proceso y difíciles de eliminar) o causas especiales (pocas y esporádicas, pero de efecto importante y más fáciles de eliminar). Estas variaciones se reflejan en la capacidad del proceso y en el resultado final (Aldana de Vega, 2011).

Existen seis factores, conocidos como las 6 M (materiales, mano de obra, mediciones, medio ambiente, máquinas y métodos de producción), que determinan de manera integral todo proceso y cada uno aporta a la variabilidad y calidad de la salida de este. Por lo tanto, cualquier cambio significativo en su desempeño, ya sea accidental u ocasionado, puede atribuirse a una o más de estas 6 M (Gutiérrez, 2013).

Si bien todos los factores son importantes, un análisis particular de cada uno puede revelar mejoras que se pueden implementar. En la siguiente investigación, se analizan algunos materiales disponibles en el mercado para su uso en la fabricación de calzado escolar. Los zapatos escolares de alta calidad se elaboran con materiales duraderos, como cuero genuino o sintético, que cumplen con los estándares deseados, resisten el desgaste diario y ofrecen resistencia al agua y transpirabilidad. Además, cuentan con suelas robustas y flexibles que proporcionan un buen agarre y absorben los impactos al caminar o correr. Sin embargo, además de los materiales, otros factores de producción también influyen en el resultado final, y su correcta gestión conjunta determinará la eficacia del proceso.

En este sentido, se requiere dar respuesta a preguntas como las siguientes: ¿Cómo saber si los materiales son de calidad? ¿El desempeño de los materiales al ser utilizados en el calzado es bueno? Estos cuestionamientos se pueden contestar al realizar ensayos físicos y medir el cumplimiento de estándares de calidad, nacionales o internacionales. Al someter al calzado escolar a diferentes ensayos físicos de laboratorio, como resistencia al desgarro, solidez de color al frote, resistencia a la flexión, entre otros, se obtienen resultados que pueden ser comparados con parámetros mínimos y máximos dentro de los estándares de calidad.

Entonces, si varios productores fabrican calzado escolar, considerando exclusivamente materiales homogéneos y manteniendo variables los demás factores de producción, se obtendrán distintos valores que evidenciarán el desempeño del material. Esto permitirá al productor conocer el grado de cumplimiento de los estándares necesarios para competir en diversos mercados, tanto nacionales como internacionales.

## 2. Metodología

El desarrollo de la investigación realiza un recorrido breve sobre las características que

presenta cada factor en la fabricación del calzado escolar para niña producido por empresas de El Salvador, haciendo especial énfasis en los materiales, específicamente en la calidad del pegado de la suela al corte fabricado con cuero. El estudio de los 5 factores: maquinaria, mano de obra, medio ambiente, método y medición, se realizó de forma cualitativa mediante visitas a empresas, utilizando como herramientas para la recopilación de información entrevistas a personal operativo y administrativo, observación de procesos y revisión de documentación. Posteriormente, se realizó un breve análisis de cada uno de los factores.

A diferencia de los 5 factores mencionados, el factor "materiales" se estudió bajo un enfoque experimental, en el cual se analizaron el desempeño de los materiales específicamente en la resistencia al pegado entre el cuero y la suela, teniendo en cuenta que el calzado se ha ido adaptando a las diferentes formas y tendencias de cada época (Martín, 2016). Luego, se identificaron y seleccionaron materiales disponibles en el mercado local. Con estos materiales (cuero, suela y pegamento) se realizaron combinaciones con 3 tipos de cuero, 2 tipos de suela y 2 tipos de pegamento, obteniendo 4 muestras de cada una de las 12 combinaciones diferentes.

Se evaluaron 48 pares de calzado escolar para niñas, fabricados por 2 empresas diferentes, cada una con su propio método, mano de obra, medición, medio ambiente y maquinaria, excepto los materiales (cuero, suela y pegamento) utilizados, como se mencionó anteriormente. Una vez establecidas las combinaciones de los materiales identificados, se procedió a visitar empresas del sector calzado de El Salvador, quienes fabricaron 2 pares de calzado escolar para niña de cada una de las 12 combinaciones obtenidas. Los pares de zapatos se fabricaron para ser sometidos al ensayo físico de "Resistencia a la unión corte-suela".

Adicionalmente, se realizaron pruebas físicas a la materia prima, específicamente al cuero. Estas pruebas son:

**Resistencia a la flexión en cuero:** se sujeta una probeta de forma rectangular en la máquina de flexión, ésta realiza movimiento de tal forma que se evalúe la resistencia a las grietas o a la rotura en los pliegues de flexión (NTS 61.11.01:18, p.107).

- a. **Resistencia al desgarro en cuero:** se separan las mordazas para producir el desgarro del material, hasta que éste se ha propagado hasta un borde de la probeta. Se registran la fuerza inicial necesaria para producir el desgarro, la fuerza media para continuar el desgarro, la fuerza máxima necesaria para continuar el desgarro y el tipo de desgarro (NTS 61.11.01:18, p. 114).
- b. **Solidez de color al frote (método húmedo y seco):** se frota una cara del cuero a ensayar con piezas de fieltro de lana de referencia, bajo una presión determinada, durante un número especificado de movimientos de vaivén (ciclos). El fieltro de lana puede estar seco o húmedo (NTS 61.11.01:18, p. 144).

El propósito de realizar dichas pruebas físicas fue determinar el valor de los parámetros y observar cuál de éstos tenía los mejores resultados. Las pruebas se realizaron bajo el estándar internacionales, con los siguientes parámetros de calidad a cumplir:

- Resistencia a la flexión en cuero  $\geq 50,000$  ciclos sin daño apreciable.
- Resistencia al desgarro en cuero  $\geq 100$  Newton
- Solidez de color al frote en cuero (método húmedo y seco)  $\geq 3$  en la escala de grises (NTS 61.11.01:18, p. 16, 17).

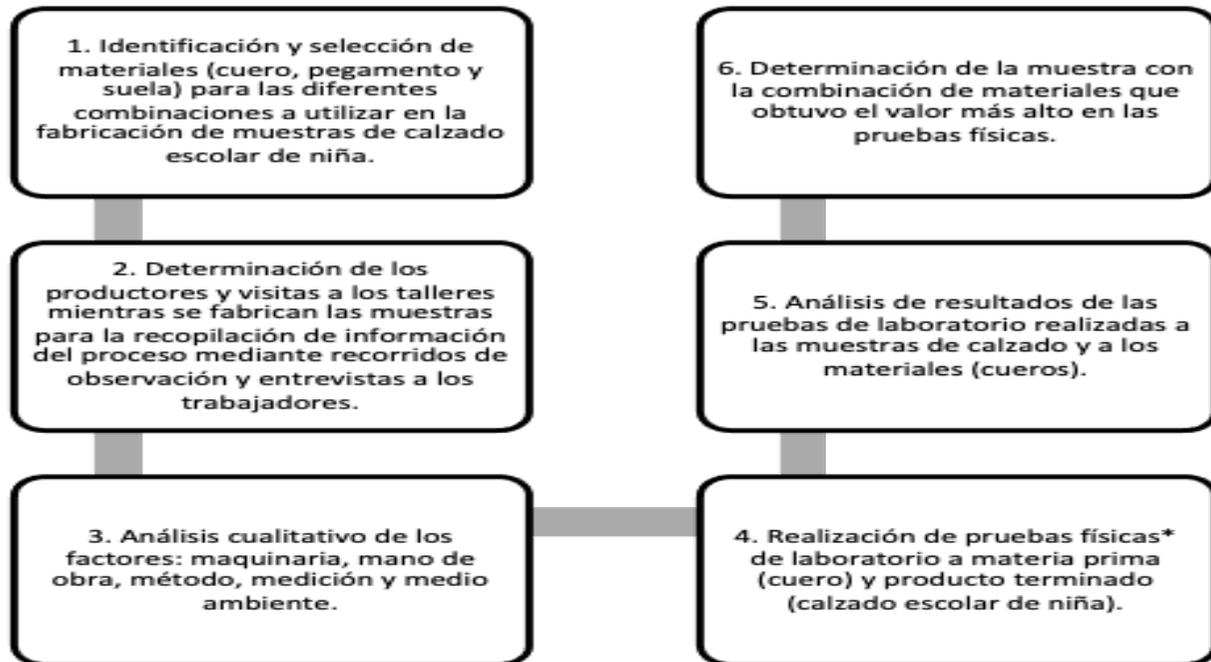
Así como también se requirió la recopilación de información de las empresas fabricantes mediante entrevistas, listas de observación y encuestas al personal para conocer el procedimiento de fabricación de sus productos, la maquinaria, los métodos que aplican, el medio ambiente, la mano de obra y la medición.

Estos ensayos físicos sirven para evaluar si los insumos utilizados como elementos de entrada en la fabricación del calzado escolar cumplen con los parámetros de calidad determinados

por normas nacionales e internacionales, con el fin de obtener los resultados esperados del proceso de fabricación.

### Figura 1

*Pasos desarrollados en la investigación*



*Nota.* El esquema representa el orden de las actividades durante el desarrollo de la investigación. Las pruebas físicas realizadas son: resistencia a la unión corte-suela (calzado terminado), resistencia a la flexión (cuero), solidez de color al frote (cuero) y resistencia al desgarro (cuero).

### 3. Resultados

Para conocer los factores que intervienen en la fabricación de los pares de zapatos con las diferentes combinaciones, se recopiló información para tener una idea de las variables que cada productor incorpora en sus procesos. En las visitas a los productores de calzado, se realizó un recorrido por los talleres de producción y se recopiló información mediante un instrumento que listaba preguntas referentes a cada una de las 6 M. Esto permitió

realizar preguntas a los propietarios, jefes y operarios, además de anotar las observaciones identificadas (Gutiérrez, 2019, p. 147).

Se observó todo el proceso de producción de calzado escolar para niña con los materiales seleccionados, especialmente la actividad de pegado de la suela con el corte de cuero, ya que este sería el objeto de estudio para el factor “materiales” en la investigación.

La información que se obtuvo de los 5 factores de producción en las visitas realizadas a los productores de calzado se presenta en la Tabla 1.

**Tabla 1**  
Aspectos relevantes de los factores de producción

Número	Factor de producción	Aspectos positivos	Aspectos negativos
1	Mano de Obra	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los operarios que se encuentran en las actividades de pegado de suela con el cuero tienen experiencia laboral de entre 2 y 15 años.</li> <li>- Los operarios reciben capacitación de inducción a las actividades y a la empresa.</li> <li>- Se ha entrenado personal para un mantenimiento básico de la máquina de coser.</li> <li>- Al contratar personal se considera importante las competencias requeridas para la tarea.</li> <li>- En algunas ocasiones se incentiva de forma monetaria a los trabajadores si llegan a la meta de producción.</li> <li>- Se fomenta el respeto y valores morales por parte de los propietarios de la empresa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No se cuenta con un plan de capacitación permanente. En su mayoría es personal que no tiene ninguna capacitación técnica formal, sino que es empírico.</li> <li>- Se realizan pocas actividades para incentivar a los trabajadores.</li> <li>- Falta de procesos de comunicación efectivos pues se tienen pequeños conflictos por falta de información.</li> </ul>
2	Maquinaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tienen plan de mantenimiento para la maquinaria y herramienta.</li> <li>- Aunque alguna maquinaria es antigua, el personal tiene experiencia operándola y eso la hace eficiente.</li> <li>- Todas las máquinas se encuentran dentro de su vida útil, las obsoletas son descartadas y no se utilizan.</li> <li>- Los procesos están siendo ejecutados con el uso de diferentes tipos de maquinaria, entre las cuales tenemos: montadora, devastadora, máquinas de coser, horno, pegadora de suela, transportadora.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En el uso de maquinaria, la capacidad de la máquina depende de la destreza y experiencia de quien la opera.</li> <li>- En algunos casos no se cuentan con las herramientas idóneas para el proceso.</li> </ul>
3	Método	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Existen pasos ordenados para elaborar el producto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No hay registro de los procedimientos o datos de las actividades que realizan.</li> <li>- No hay registro de errores en procesos o productos defectuosos para su mejora.</li> </ul>
4	Medición		<ul style="list-style-type: none"> <li>- No poseen métodos de medición de la calidad en sus productos y procesos.</li> </ul>
5	Medio Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En los talleres se ha tenido en cuenta que el personal esté en buenas condiciones de trabajo, aunque hace falta la aplicación de conocimiento técnico para lograr mejoras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No se han realizado mediciones de temperatura, ventilación, iluminación o ruido, para determinar los riesgos a los que podrían estar expuestos los trabajadores.</li> </ul>

*Notas.* Información obtenida en las visitas realizadas a los productores de calzado que fabricaron los pares de zapatos con las combinaciones de materiales seleccionados. Se detallan aspectos positivos y negativos encontrados, referente a los 5 factores de producción que se dominan en los talleres de los productores de calzado. Los aspectos que resaltar son similares en ambos productores.

Partiendo de estos aspectos que aportan variabilidad al proceso de fabricación del calzado escolar para niña, se elaboraron los pares de zapatos para obtener productos fabricados con igualdad de condiciones respecto a los materiales (Cantú, 2011, p. 146).

En la información anterior se han encontrado aspectos positivos que los productores dominan para obtener la calidad de sus productos y mejorar los procesos. Sin embargo, esos aspectos no son suficientes para reducir al máximo la variabilidad de los resultados en los productos finales.

La Tabla 1 presenta los aspectos relevantes de cada factor de producción. Es importante reconocer la necesidad de que todos los factores se encuentren en óptimas condiciones para que se genere calidad en el producto. La constante mejora de los factores empleados podría verse opacada por la falta de capacitación permanente del personal, un plan de incentivos y procedimientos de comunicación eficaces. Esto dificulta el desarrollo bajo procesos estandarizados, que deben estar constantemente actualizados, estableciendo metas para lograr objetivos claros y medibles.

También afecta el hecho de que los productores no tengan sus procesos escritos o registrados,

lo que impide evidenciar obstáculos en el método de trabajo, como cuellos de botella, reprocesos, desigualdad en las cargas de trabajo, desconocimiento de los tiempos de producción, entre otros aspectos. En consecuencia, se dificulta realizar estudios sobre la productividad y eficiencia de la empresa y establecer controles de calidad tanto para el proceso como para el producto final.

Con la información sobre los factores que intervienen en la calidad de los productos, la investigación profundizó en los materiales utilizados para la fabricación de calzado escolar para niña, así como en la realización de pruebas bajo estándares nacionales e internacionales para mejorar el control de calidad. Se elaboraron prototipos de calzado con diferentes combinaciones de materiales, se ejecutaron pruebas de laboratorio a las muestras de calzado terminado y al cuero, para obtener los valores máximos que se podrían alcanzar con las muestras obtenidas, habiendo utilizado los mismos materiales.

Al realizar el despegue, se evaluó el aspecto físico después del despegue. Cada aspecto observado tiene un código, y con base en este se determina el parámetro de calidad que aplica para cumplir con el estándar nacional, según se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2**

*Códigos para evaluar aspecto físico después del despegue y los parámetros aplicables*

Código	Descripción	Parámetro de resistencia
A	Adhesión defectuosa	$\geq 6 \text{ N/mm}^3$
C	Cohesión defectuosa	$\geq 6 \text{ N/mm}$
N	Coalescencia defectuosa	$\geq 6 \text{ N/mm}$
S	Exfoliación del material (cuero o suela)	$\geq 4 \text{ N/mm}$
M	Desgarro o rotura del material (cuero o suela)	$\geq 4 \text{ N/mm}$

*Notas.* Los códigos A, C y N son separaciones de la película de adhesivo, ya sea en alguno de los materiales (cuero o suela), o separación sin despegue o fallo en las dos películas de adhesivo. // Los códigos S y M se refieren al fallo por exfoliación o desgarro respectivamente en uno de los materiales (cuero y suela). *Fuente.* Organismo Salvadoreño de Normalización. (2019). *Calzado. Calzado escolar. Especificaciones técnicas y métodos de ensayo* (NTS 61.111.01:18)

Por otro lado, la resistencia se mide en función del desempeño que tienen cada uno de los factores de producción que intervienen en la fabricación del calzado, pero si se delimita a profundizar en los materiales, se aclara que en el despegue entran en juego tres materiales: el cuero, la suela y el pegamento.

### Figura 2

*Prueba de resistencia a la unión corte-suela*



*Nota.* Ítem de ensayo en la máquina universal mostrando la disposición para la prueba de resistencia a la unión corte-suela.

Por otro lado, la resistencia se mide en función del desempeño de cada uno de los factores de producción que intervienen en la fabricación del calzado. Sin embargo, al profundizar en los materiales, se aclara que, en el despegue, entran en juego tres materiales: el cuero, la suela y el pegamento (véase Figura 2).

### Tabla 3

*Descripción y características de los materiales: cuero, suela y pegamento*

Material	Descripción y uso
Cuero 1	Piel curtida para hacerla impercedera*. Se utiliza para corte que forman la cara externa del calzado, que se fijan al conjunto de la suela y cubren la superficie dorsal superior del pie.
Cuero 2	
<b>Cuero 3</b>	
<b>Suela 1</b>	Parte más exterior que proporciona al zapato la tracción y la protección necesaria frente a las superficies del suelo con la que estará en contacto**.
Suela 2	
<b>Pegamento 1</b>	Pegamento de contacto de viscosidad alta, formulado a base de policloropreno y resina sintética disuelta en mezcla de solventes aromáticos y alifáticos.
Pegamento 2	Adhesivo especialmente formulado para suelas de PVC poliuretano, hule natural y sintético, cuero, microporosos con materiales sintéticos, cueros grasos vinilos, nylon y muchos otros de difícil pegado. Es resistente a la humedad, al calor y posee una alta impermeabilidad.
Reticulante	Reticulante del adhesivo a base de resina y poliuretano.

*Nota.* \* UNE-EN ISO 20345:2022, p. 10 // \*\* UNE-EN ISO 20345:2022, p. 11. // El pegamento es un tipo de adhesivo para piel y materiales para calzado, que producen uniones resistentes y duraderas con piel y materiales para calzado (NTS 61.111.01:18 p. 6).

Los resultados que se obtuvieron en la realización de las pruebas físicas a los tres tipos de cuero bajo el estándar nacional referente a la prueba “Resistencia a la unión corte-suela”, se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 4**

*Resultados obtenidos de las pruebas físicas realizadas a los tres tipos de cuero*

Material	Resultados de pruebas de laboratorio
<b>Cuero 1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistencia a la flexión en cuero (N° de ciclos sin daños apreciables): 50,000 ciclos</li> <li>- Resistencia al desgarro en cuero: 67 Newton</li> <li>- Solidez de color al frote (húmedo): 5</li> <li>- Solidez de color al frote (seco): 5</li> </ul>
<b>Cuero 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistencia a la flexión en cuero (N° de ciclos sin daños apreciables): 50,000 ciclos</li> <li>- Resistencia al desgarro en cuero: 99 Newton</li> <li>- Solidez de color al frote (húmedo): 4/5</li> <li>- Solidez de color al frote (seco): 5</li> </ul>
<b>Cuero 3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistencia a la flexión en cuero (N° de ciclos sin daños apreciables): 50,000 ciclos.</li> <li>- Resistencia al desgarro en cuero: 85 Newton.</li> <li>- Solidez de color al frote (húmedo): 4/5</li> <li>- Solidez de color al frote (seco): 5</li> </ul>

*Nota.* Los tres tipos de cuero en la prueba de resistencia al desgarro obtuvieron resultados por debajo del parámetro requerido, aunque también se obtuvieron resultados por encima del estándar en las otras 3 pruebas realizadas.

Como se expresa en la tabla anterior, los tres tipos de cuero presentan desempeños similares. Se espera que el comportamiento al realizar el despegue del cuero con la suela sea igualmente similar si se considera únicamente el factor de producción “materiales”. Sin embargo, dado que existen otros 5 factores que aportan variabilidad al proceso, es de esperar obtener diferentes resultados y comportamientos debido a las diferencias que presenta cada productor.

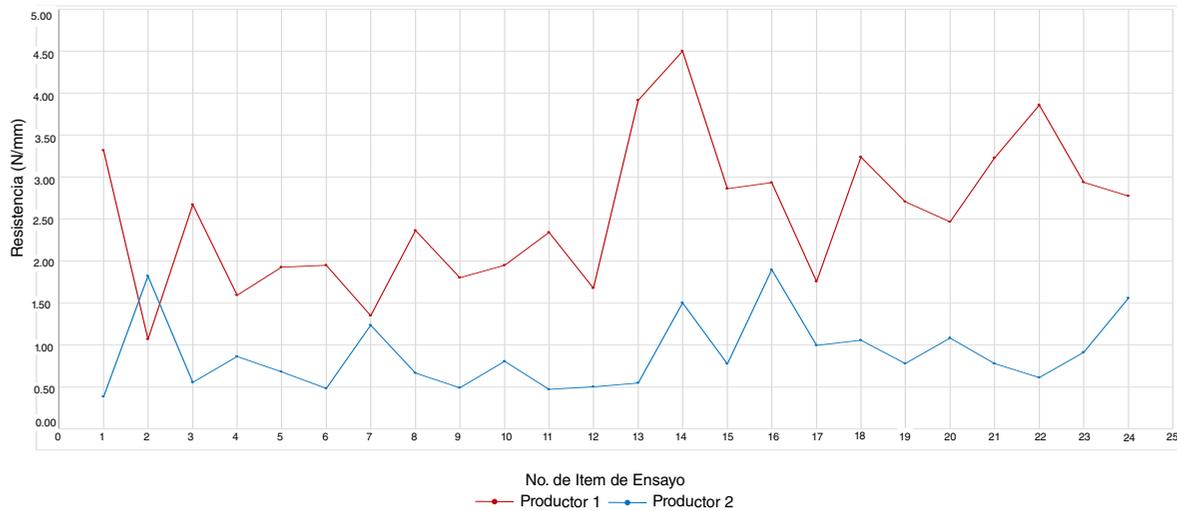
Habiendo identificado y caracterizado los tres materiales (cuero, suela y pegamento), se procedió a solicitar la fabricación de dos

pares de zapatos para cada una de las 12 combinaciones establecidas. Los pares de zapatos fueron elaborados por dos productores de la zona occidental del país, totalizando 48 pares de zapatos (24 pares por productor). Los ítems de ensayo se acondicionaron antes y durante la ejecución de la prueba en un ambiente controlado (temperatura y humedad relativa). La prueba se realizó en una máquina universal (dinamómetro).

Los 48 ítems de ensayo fabricados se sometieron a la prueba de resistencia a la unión corte-suela, obteniendo los siguientes resultados:

**Figura 3**

Gráfico comparativo de resultados de la prueba de resistencia a la unión corte – suela



*Notas.* Todos los resultados obtenidos de los ítems de ensayo fabricados por el Productor 1 se evaluaron con parámetro  $\geq 4$  N/mm por tener código de aspecto físico S y M, después del despegue. // Los resultados de los ítems número 11, 12, 13, 14, 15, 18 y 22 del Productor 2, se evalúan con parámetro  $\geq 6$  N/mm por tener código de aspecto físico N, después del despegue.

En el gráfico se observa que los resultados obtenidos por el Productor 1 están por encima de los del Productor 2. Esto sugiere que, al discriminar los materiales (siendo los mismos para ambos productores), es posible que el Productor 1 utilice mejor sus recursos para cumplir con la eficacia de los procesos y alcanzar el parámetro de calidad respecto a la resistencia

de la unión corte-suela. Posteriormente, se realizó un análisis comparativo para identificar la mejor propuesta de combinación de materiales para la elaboración de calzado escolar para niña. Los resultados de las pruebas de resistencia a la unión corte-suela con los ítems de ensayo elaborados con las combinaciones establecidas son:

**Tabla 5**

Resultados obtenidos en la prueba de resistencia a la unión corte-suela

Número	Combinaciones de materiales	Cantidad de pares de zapatos	Mínimo (N/mm)	Máximo (N/mm)
1	Cuero 1 - Suela 1 - Pegamento 1	4	0.9	3.3
2	Cuero 1 - Suela 2 - Pegamento 2	4	0.9	2.9
3	Cuero 1 - Suela 2 - Pegamento 1	4	0.8	3.9
4	Cuero 1 - Suela 1 - Pegamento 2	4	0.7	1.6
5	Cuero 2 - Suela 2 - Pegamento 2	4	0.5	2.7
6	Cuero 2 - Suela 2 - Pegamento 1	4	0.6	3.2
7	Cuero 2 - Suela 1 - Pegamento 2	4	1.5	2.7
8	Cuero 2 - Suela 1 - Pegamento 1	4	1.7	2.3
9	Cuero 3 - Suela 1 - Pegamento 1	4	0.5	4.5
10	Cuero 3 - Suela 2 - Pegamento 2	4	0.8	2.4
11	Cuero 3 - Suela 1 - Pegamento 2	4	0.6	3.0
12	Cuero 3 - Suela 2 - Pegamento 1	4	0.5	2.0

*Nota.* Resultados obtenidos (valor mínimo y máximo) en la prueba de resistencia a la unión corte – suela en calzado escolar de niña fabricado en la zona occidental de El Salvador. // A todos los pares de zapatos elaborados se les agregó un químico llamado “reticulante” para mejorar el desempeño del pegado. Este químico se agrega al pegamento sin una dosis específica, depende de la experiencia de quien prepara el pegamento.

Se puede observar que los resultados de la prueba de resistencia a la unión corte-suela varían para las 12 combinaciones de materiales, lo que indica que los demás factores de producción (maquinaria, mano de obra, método, medición y medio ambiente) sí afectan el desempeño del material.

Al analizar la Tabla 4, se observa que los valores de los parámetros de calidad son muy

similares, lo que sugiere que, aunque el material cumple con los estándares internacionales, existen aspectos negativos que impiden la optimización de los demás factores. Esto afecta el resultado de la resistencia del despegue entre el cuero y la suela. A continuación, se muestra una comparación entre los resultados máximos alcanzados por cada productor.

**Tabla 6**

*Valor máximo obtenido por productor en la prueba de resistencia a la unión corte – suela en el calzado escolar para niña*

Fabricante	Valor máximo obtenido	Código de aspecto físico después del despegue	Combinación con el valor máximo obtenido
Productor 1	4.5	M y S	Cuero 3 – suela 1 – pegamento 1
Productor 2	1.9	S	Cuero 2 – suela 1 – pegamento 1

De los resultados obtenidos en este estudio, se puede establecer que la mejor combinación para cumplir con el parámetro de calidad es: Cuero 3, Suela 1 y Pegamento 1. Esto se basa en el hecho de que se discriminó únicamente el material utilizado, ya que era el mismo para ambos productores. Existen muchos más estudios que deben realizarse para la mejora de los procesos y productos, y es indispensable estar comprometido con la calidad para lograr estos objetivos.

#### 4. Discusión

La evaluación de cada uno de los factores de producción se convierte en un proceso crucial. La variabilidad de estos factores, en relación con los métodos empleados y los recursos disponibles, plantea la necesidad y la complejidad de realizar un estudio detallado para encontrar la manera adecuada de interrelacionarlos y alcanzar los resultados esperados. Se destaca la importancia de una sólida voluntad empresarial y dedicación para mejorar continuamente todos los aspectos de la

producción. Estas mejoras no solo impactarán en la eficacia de los procesos, sino que también se reflejarán en el cumplimiento de los rigurosos estándares de calidad establecidos.

Al elaborar calzado escolar, es esencial comprender que el proceso está conformado por varias etapas o subprocesos. Mientras que las entradas o insumos incluyen sustancias, materiales, productos o equipos, las variables de salida, es decir, las características de calidad son las que reflejan los resultados obtenidos en un proceso. A través de los valores de estas variables se evalúa la eficacia del proceso.

Los resultados de la prueba de resistencia a la unión corte-suela indican una clara diferencia entre los productos fabricados por los dos productores. Los resultados muestran consistentemente que los ítems fabricados por el Productor 1 (valor máximo obtenido: 4.5 N/mm) superan en resistencia a la unión corte-suela a los del Productor 2 (valor máximo obtenido: 1.9 N/mm). Esto sugiere que, aunque los materiales utilizados son los mismos para

ambos, el Productor 1 puede estar gestionando de manera más efectiva sus recursos y procesos para cumplir con los estándares de calidad requeridos.

Al analizar el comportamiento del material en el proceso de ambos productores, se destaca que los tres tipos de cuero presentan desempeños similares. En términos de resistencia a la unión corte-suela, el tipo de cuero utilizado no parece ser un factor determinante. Sin embargo, se reconoce que existen otros factores, al menos cinco, que pueden influir en el proceso de producción y, por ende, en los resultados obtenidos.

Es importante mencionar que, para mejorar la calidad de un producto, como el calzado, se debe investigar más a fondo cada factor. Los resultados de la prueba de resistencia a la unión corte-suela varían significativamente para las 12 combinaciones de materiales. Esto indica que otros factores de producción, como la maquinaria, la mano de obra, el método, la medición y el medio ambiente, tienen un impacto en el desempeño del material.

Las empresas u organizaciones que proveen un producto material o inmaterial, un bien o un servicio, deben cumplir con las características que satisfagan a sus clientes. La satisfacción del cliente es la percepción del grado en que sus necesidades y expectativas han sido cumplidas. Los productos y servicios que satisfacen estas necesidades son el resultado de un proceso, un conjunto de actividades relacionadas e interactivas que transforman variables de entrada en variables de salida. Las variables de entrada del proceso definen las características de los insumos, las operaciones y el control del proceso, mientras que las variables de salida son las características de calidad que reflejan los resultados obtenidos. (Gutiérrez, de la Vara, 2013, p. 4)

A través de los valores de las variables se puede evaluar la eficiencia y eficacia del proceso y del producto. Es por esto que es necesario considerar la participación de los factores de producción desde la concepción del producto o

servicio, ya que son los elementos que definen de manera sistemática todo el proceso y cada uno influye en el valor de las variables de salida. Un análisis profundo puede garantizar que desde el ingreso de las variables de entrada se está cumpliendo con la calidad esperada, siguiendo alguna normativa si es posible.

En el caso del calzado escolar para niña, se espera que el calzado brinde seguridad y comodidad durante el uso, protegiendo a los niños del ambiente y de las actividades que realicen mientras lo usan. En esta investigación, se analizaron los factores de producción, y al aislar el factor "materiales" como variable de entrada, se observó que, aunque el material esté dentro de un estándar de calidad, los demás factores de producción afectan los resultados de las variables de salida. En la elaboración del calzado escolar para niña, ¿cuál es el factor de producción que más afecta los resultados (variables de salida)?

Finalmente, basándose en los resultados del estudio, se establece que la mejor combinación de materiales para cumplir con los parámetros de calidad requeridos es Cuero 3, Suela 1 y Pegamento 1. No obstante, se reconoce que se necesitan más estudios para mejorar los procesos y productos, y se enfatiza la importancia de mantener un compromiso constante con la calidad en todas las etapas de la producción. Los productores de calzado escolar tienen una gran labor: fabricar calzado de calidad para niños y jóvenes, y deben medir los resultados para compararlos con parámetros de normativa nacional e internacional, garantizando así la calidad de sus productos.

## 5. Referencias

- AENOR. (2014). *Calzado. Calzado de niño y colegial. Especificaciones y métodos de ensayo*. UNE 59920. Madrid: AENOR.
- AENOR. (2016). *Calzado. Método de ensayo para empeines y forro. Resistencia a la flexión*. UNE-EN ISO 17694. Madrid: AENOR.
- AENOR. (2007). *Calzado. Método de ensayo para empeines, forro y plantillas. Solidez del color al frote*. UNE-EN ISO 17700. Madrid: AENOR.
- AENOR. (2002). *Calzado. Métodos de ensayo para empeines, forro y plantillas. Resistencia al desgarro*. UNE-EN 13571. Madrid: AENOR.
- AENOR. (2021). *Equipo de protección individual. Calzado de seguridad (UNE-EN ISO 20345:2021)*.
- Aldana-de-Vega, L. A. (2011). *Administración por calidad: (ed.)*. Universidad de La Sabana.
- Cantú-Delgado, H. (2011). *Desarrollo de una cultura de calidad*. McGraw Hill. México. 4ta Edición.
- Fulltac. (2023). *Hoja técnica (TDS), pegamento MasterBond*.
- Góchez-Martínez, A. Y.; Retana-de-Alemán, J. R. & Grande-Sánchez, A. de J. (2020). Desarrollo de una propuesta de estándar de calidad en la línea de calzado escolar. *Anuario de Investigación: Universidad Católica De El Salvador*, 9, 87–100. <https://doi.org/10.5377/aiunicaes.v9i0.10238>
- Grande, A.; Góchez, Y. & Macal, J. (2017). *Fase 1: Diagnóstico-Situación actual de las MIPYMES en El Salvador*.
- Gutiérrez-Pulido, H. (2010). *Calidad Total y Productividad*. McGraw Hill. México. 3ra Edición.
- Gutiérrez-Pulido, H. (2013). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma*. McGraw Hill. México. 3ra Edición.
- Martín, N. (2016). *Patronaje y confección de calzado: (ed.)*. Editorial GG.
- Oficina Económica y Comercial de España en San Salvador (2019). *Informe Económico y Comercial*.
- Organismo Salvadoreño de Normalización. (2019). *Calzado. Calzado escolar. Especificaciones técnicas y métodos de ensayo (NTS 61.111.01:18)*.