



*Análisis de la fabricación y venta de parabrisas en el Ecuador de acuerdo con la norma NTE INEN 1669:2011 "vidrios de seguridad para automotores"*

*Analysis of the manufacture and sale of windshield in Ecuador in accordance with the nte inen 1669: 2011 "safety glasses for automotive"*

*Análise da fabricação e comercialização de pára-brisas no Equador de acordo com a norma NTE INEN 1669: 2011 "vidros de segurança para automóveis"*

Eder Lenin Cruz-Sigüenza <sup>I</sup>

[eder.cruz@esPOCH.edu.ec](mailto:eder.cruz@esPOCH.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0003-4982-9947>

José Hernán Negrete-Costales <sup>II</sup>

[jose.negrete@esPOCH.edu.ec](mailto:jose.negrete@esPOCH.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-2678-761X>

Alexandra Lorena López-Naranjo <sup>IV</sup>

[alopez@unach.edu.ec](mailto:alopez@unach.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0003-1436-5804>

Rogelio Estalin Ureta-Valdez <sup>III</sup>

[rogelio.ureta@esPOCH.edu.ec](mailto:rogelio.ureta@esPOCH.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0001-8756-8982>

Elian Steeven Mora-López <sup>V</sup>

[elian.steeven@gmail.com](mailto:elian.steeven@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0001-7781-3016>

**Correspondencia:** [eder.cruz@esPOCH.edu.ec](mailto:eder.cruz@esPOCH.edu.ec)

Ciencias técnicas y aplicadas

Artículo de investigación

\***Recibido:** 22 de mayo de 2021 \***Aceptado:** 20 de junio de 2021 \* **Publicado:** 05 de julio de 2021

- I. Magister en Gestión de la Calidad y Productividad, Ingeniero Industrial, Docente del Grupo de Investigación GISAI, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Morona Santiago, Macas, Ecuador.
- II. Magister en Seguridad Industrial Mención Prevención de Riesgos y Salud Ocupacional, Ingeniero Agrónomo, Docente del Grupo de Investigación IITMS, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Morona Santiago, Macas, Ecuador.
- III. Magister en Gestión de la Producción, Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales, Ingeniero en Industrias Pecuarias, Docente del Grupo de Investigación GIRMI, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Sede Morona Santiago, Macas, Ecuador.
- IV. Máster Universitario en Dirección y Asesoramiento Financiero, Magister en Desarrollo de la Inteligencia y Educación, Licenciada en Contabilidad y Auditoría Contador Público Autorizado, Docente en la Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- V. Estudiante del Octavo Semestre de la Carrera de Minas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Morona Santiago, Macas, Ecuador.



## Resumen

Este documento tiene como objetivo presentar una síntesis de los conocimientos que deben tener en cuenta quienes se interesan, en la producción de vidrio, en la calidad y en los controles de calidad que se deben tener en cuenta al momento de fabricar o adquirir vidrios de uso automotriz.

El presente proyecto estudia principalmente los procesos y materiales de producción adecuados para la fabricación de parabrisas. En esta documentación se propone una serie de procesos con el fin de desarrollar una producción eficiente de parabrisas de alta calidad, de forma segura para el consumidor. La tecnología utilizada garantiza los más altos estándares de calidad y seguridad del acristalamiento de acuerdo con las directrices correspondientes sobre el vidrio de seguridad para vehículos a motor.

De acuerdo con la norma NTE INEN 1669:2011

Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los vidrios de seguridad para automotores terrestres (parabrisas, lunetas, ventanas laterales fijas y móviles). Que se fabriquen y/o comercialicen en el país.

Por otro lado, los ensayos realizados con la norma NTE INEN 1723:2011

Establece el método para determinar la resistencia al impacto en vidrios de seguridad para automotores

**Palabras clave:** Síntesis; acristalamiento; habitáculo; confort; vidrio templado; luna laminada; butiral de polivinilo.

## Abstract

This document aims to present a synthesis of the knowledge that those interested in glass production, quality and quality controls that must be taken into account when manufacturing or acquiring glass for use should take into account. automotive.

This project mainly studies the processes and production materials suitable for the manufacture of windshields. In this documentation a series of processes is proposed in order to develop an efficient production of high quality windscreens, in a safe way for the consumer. The technology used guarantees the highest standards of quality and safety of the glazing in accordance with the corresponding guidelines on safety glass for motor vehicles.

In accordance with the NTE INEN 1669: 2011 standard

This standard establishes the requirements that must be met by safety glass for land vehicles (windshields, rear windows, fixed and mobile side windows). That they are manufactured and / or marketed in the country.

On the other hand, the tests carried out with the NTE INEN 1723: 2011 standard Establishes the method for determining impact resistance in automotive safety glass

**Keywords:** Synthesis; glazing; passenger compartment; confort; tempered glass; laminated glass; polyvinyl butyral.

## Resumo

Este documento tem como objetivo apresentar uma síntese do conhecimento que devem ser levados em consideração pelos interessados na produção de vidro, qualidade e controles de qualidade que devem ser levados em consideração na fabricação ou aquisição de vidros para uso.

Este projeto estuda principalmente os processos e materiais de produção adequados para a fabricação de pára-brisas. Nesta documentação é proposta uma série de processos com o objetivo de desenvolver uma produção eficiente de pára-brisas de alta qualidade, de forma segura para o consumidor. A tecnologia utilizada garante os mais elevados padrões de qualidade e segurança das vidraças de acordo com as respectivas orientações sobre vidros de segurança para veículos automóveis.

De acordo com a norma NTE INEN 1669: 2011

Esta norma estabelece os requisitos que devem ser atendidos pelos vidros de segurança para veículos terrestres (para-brisas, vidros traseiros, vidros laterais fixos e móveis). Que sejam fabricados e / ou comercializados no país.

Por outro lado, os testes realizados com a norma NTE INEN 1723: 2011

Estabelece o método para determinar a resistência ao impacto em vidros de segurança automotivos

**Palavras-chave:** Síntese; envidraçamento; cabine; confort; vidro temperado; lua laminada; polivinil butiral.

## Introducción

Debido a que en nuestro medio las empresas fabricantes de vidrios automotrices cumplen tan solo con los estándares mínimos de calidad en el proceso de fabricación de los vidrios y debido a la fácil adquisición de vidrios de baja calidad que no brindan seguridad alguna al momento de circular por las vías del país, hemos visto la necesidad de investigar acerca de los procesos de fabricación de

vidrios automotrices de alta calidad, para que puedan ser implementados en nuestro medio, tomando en cuenta la eficiencia con la que deben ser manufacturados.

En la actualidad existen varias empresas que se dedican a la elaboración de vidrios automotrices, pero no todas cumplen con los estándares de calidad, ya sea en el proceso de manufactura, normas de calidad, infraestructura, entre otros.

El vidrio ha sido usado por el hombre desde hace milenios. Posiblemente sea el material más viejo fabricado por el ser humano y que aún continúa afectando la vida presente. El vidrio está presente en formas tan diversas como: ventanas, vasos, envases de todo tipo, telescopios, en la electrónica, en la industria del transporte, de la construcción, etc.

Por sus características intrínsecas (brillantez, resistencia al uso, transparencia, etc.), es un material difícilmente sustituible (y, a veces, realmente insustituible) en la mayoría de sus aplicaciones. (Liltie, H.R,1981)

Cabe señalar que este trabajo se centra en el vidrio de seguridad para uso automotriz y concretamente para las carrocerías de los autobuses tanto para los parabrisas y las ventanas laterales.

A diferencia de lo que la mayoría de los usuarios creen, los vidrios de un vehículo no sólo cumplen con la función de brindar una visión óptima y proteger el interior del habitáculo de los agentes atmosféricos (sol, lluvia, viento, etc.), sino que además están diseñados para resguardar la seguridad de los ocupantes ante un eventual accidente. De aquí, su denominación de "vidrios de seguridad".

Hoy en día en nuestro mercado, nos encontramos con cristales de seguridad que no logran superar los ensayos que exige la norma. Esto se debe básicamente a que el fabricante no utiliza los materiales adecuados ni las técnicas correctas para su fabricación.

En el Ecuador es de uso obligatorio la norma NTE INEN 1669:2011 y lo que se trata de aplicar con esta norma es el brindar protección y seguridad a los usuarios, minimizando los riesgos de accidentes corporales en caso de colisión de los vehículos. (INEN. 2011. NTE 1669-2011)

## **Metodología**

De acuerdo con la ASTM (American Society for Testing and Materials) a través de su comité C-14 sobre vidrio y productos de vidrio, adoptó la siguiente definición para el vidrio como material de ingeniería: VIDRIO: "Un producto inorgánico de fusión que se ha enfriado a una condición rígida sin cristalizarse".

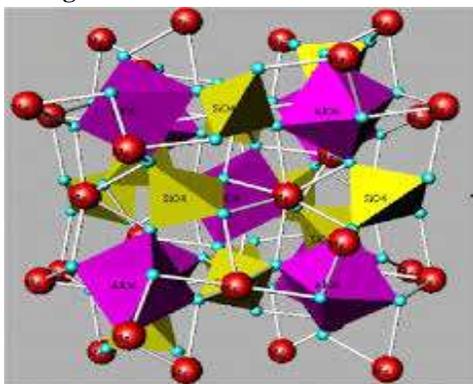
Los fisicoquímicos lo llaman: "un líquido subenfriado". (INEN. 1996. NTE 2067-1996)

### Estructura atómica del vidrio

Existen básicamente tres tipos de arreglo u orden entre las unidades constitutivas (átomos, iones o partículas) en los materiales: desorden, arreglo de corto alcance y arreglo de largo alcance.

En materiales como el vidrio se presenta un arreglo atómico de corto alcance; esto es, éste se extiende solamente a los átomos vecinos más cercanos. Tomando como ejemplo la sílice ( $\text{SiO}_2$ ) se tiene que el silicio posee una valencia 4 y comparte sus electrones con cuatro átomos de oxígeno, obteniendo un total de ocho electrones. Por otra parte, el oxígeno tiene una valencia de seis y comparte sus electrones con dos átomos de silicio, obteniendo un total de ocho electrones, ver ilustración 1. (INEN. 2011. NTE 1723-2011)

**Figura 1:** Estructura tetraédrica de sílice



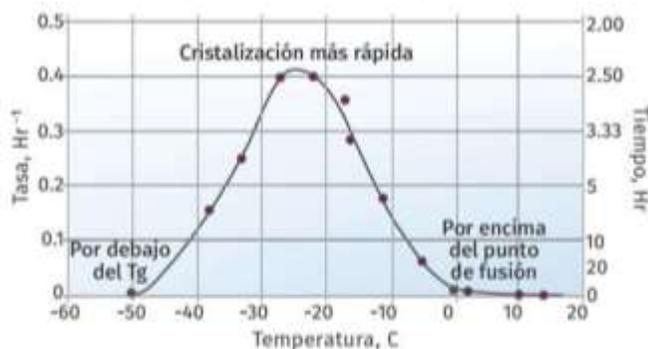
Fuente: <https://core.ac.uk/download/pdf/16358414.pdf>

### Punto de Fusión

Cuando un líquido que está a una temperatura por encima de su punto de fusión se comienza a enfriar, llegará un punto en el cual sufrirá un cambio abrupto de líquido a sólido cuando llega a una temperatura fija y específica para cada material.

A medida que el líquido se solidifica, cede calor y su masa se mantiene a una temperatura fija hasta que todo está completamente sólido y entonces sí continúa bajando la temperatura del sólido. Esta temperatura se llama de "solidificación" o de "congelación" o de "fusión".

**Figura 2:** Relación generalizada entre temperatura y tasa de cristalización



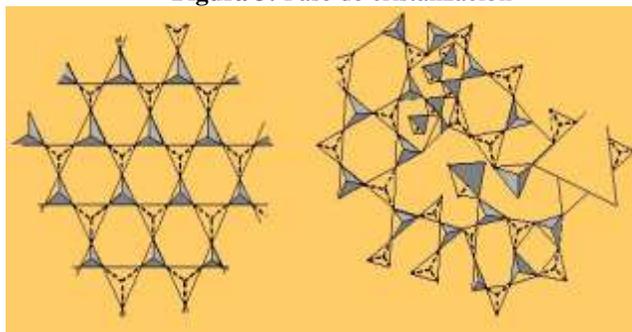
Fuente: <https://www.pt-mexico.com/columnas/el-trabajo-ms-importante-de-un-procesador-parte-2>

### Cristalización

La mayor parte de los líquidos al solidificarse forman "cristales", es decir arreglos ordenados de átomos en un patrón geométrico definido que se repiten y se agrupan en sentido tridimensional.

En fisicoquímica la palabra "cristal" tiene el significado anterior, pero familiarmente, le damos una connotación de claridad y transparencia, cualidades que posee el vidrio, por lo que al denominar al vidrio "cristal", podemos pensar que su estructura es cristalina siendo que precisamente el vidrio tiene la característica contraria, es decir no es "cristalino" en su arreglo atómico sino amorfo. (INEN. 2011. NTE 1669-2011)

**Figura 3:** Fase de cristalización



Fuente: (INEN. 2011. NTE 1669-2011)

### Fabricación

Todas las empresas tienen hoy un Sistema de Calidad. Todos estos sistemas se parecen. El sistema escogido tiene en cuenta los conceptos «Entusiasmo del Cliente» y la relación «cliente/proveedor», y deben permitir obtener resultados económicos positivos tanto para el cliente como para la empresa.

La empresa debe tener unas instalaciones que permitan desarrollar ordenadamente el proceso de producción. (Larburu,1995)

La preocupación por las personas va dirigida fundamentalmente a la formación, comunicación y motivación. Otro aspecto importante y prioritario es integrar al proveedor en el sistema de calidad. En nuestro caso el principal proveedor es el fabricante de vidrio. La relación: Entusiasmo del cliente= calidad/ expectativas permite comprobar que, conocidas las expectativas del cliente, la empresa es la responsable de satisfacer dichas expectativas y lograr el entusiasmo del cliente. Dicha relación es válida para todos los aspectos de la calidad: producto, servicio y precio. El entusiasmo o la satisfacción se puede conseguir: -Conociendo bien las expectativas del cliente -Suministrando una calidad adecuada a las expectativas. Existe una pequeña diferencia entre los términos exigencias y expectativas del cliente. El cliente exige una serie de precisiones a través de las normas y especificaciones. Además, hay otros aspectos que no exigen explícitamente el cliente, pero que valora positivamente cuando acompañan al producto. Así pues, es aconsejable escuchar la voz del cliente y traducir sus expectativas en lo que llamamos calidad. (RTE 034. 2010)

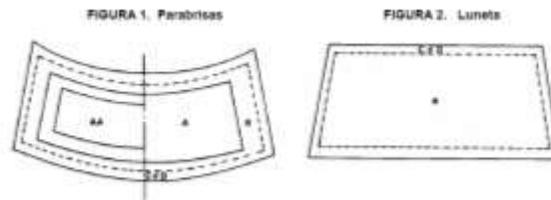
Hoy en día la expectativa del cliente es que no encuentre ningún defecto en el vidrio. Hace algún tiempo los clientes del sector del automóvil exigían principalmente la funcionalidad de las piezas. Debían ser montadas para que cubrieran, sin problemas, los huecos de la carrocería. Además, como se tenía la idea de que el vidrio es frágil no había gran preocupación por las roturas durante el montaje. En una segunda etapa se precisaron las tolerancias sobre todos estos defectos y los porcentajes de piezas defectuosas admitidas. Hoy en día, superados los problemas funcionales en general, las exigencias van dirigidas hacia el aspecto de las lunas. El comprador de un coche es mucho más crítico con los defectos de aspecto o imagen que a cualquier otro aunque sea más importante. La superficie acristalada en un vehículo medio es del orden  $3.5 \text{ m}^2$  y, por tanto, los defectos de aspecto y defectos ópticos tienen una gran importancia Algunos factores como: sensibilidad y espíritu crítico del comprador, una mayor superficie acristalada y un exceso de oferta ha hecho que, defectos en el vidrio que hasta hace poco se toleraban, en la actualidad no sean admitidos. (Reyes, 2008)

### **Los procesos de fabricación**

Sea cual sea el objeto deseado, el proceso consta de tres operaciones fundamentales: la elaboración (fusión y afinado), el conformado y el recocido. El vidrio industrial se produce de manera mayoritaria

en hornos de cuba cuyos combustibles son fuel, gas y un eventual complemento eléctrico. Algunos vidrios se producen en hornos eléctricos, por efecto Joule, o en hornos discontinuos de crisol.

**Figura 4:** Parabrisas y lunetas



Fuente: NTE INEN 1669:2011

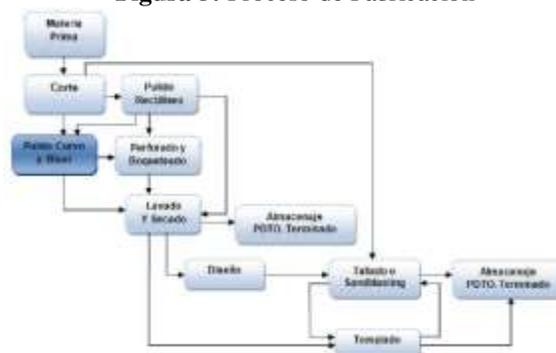
### Materias primas

La industria del vidrio utiliza materias primas naturales, que en su gran mayoría provienen de canteras, o materias artificiales procedentes de la gran industria química. En casos menos frecuentes, son subproductos de un proceso industrial; finalmente, el casco de vidrio proveniente del reciclado es una materia prima cada vez más esencial para algunas ramas de la industria vidriera.

### Las materias primas principales.

Son las que aportan los constituyentes principales de los vidrios:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , para los vidrios sodocálcicos clásicos, que son los más corrientes, y  $\text{B}_2\text{O}_3$  Y  $\text{PbO}$  para los vidrios de borosilicato y la calidad de cristal. (Riba,2002)

**Figura 5:** Proceso de Fabricación



Fuente: [https://www.researchgate.net/figure/Flujograma-Linea-Produccion-Vidrio-11-Etapa-de-identificacion-y-descripcion-En-este\\_fig1\\_318780646](https://www.researchgate.net/figure/Flujograma-Linea-Produccion-Vidrio-11-Etapa-de-identificacion-y-descripcion-En-este_fig1_318780646)

## Las materias primas secundarias

Estos elementos, utilizados en pequeñas cantidades, confieren a los vidrios propiedades particulares en un determinado ámbito.

**Figura 6:** Parabrisas



Fuente: <https://www.autocasion.com/actualidad/reportajes/el-parabrisas>

## Requisitos para los vidrios de seguridad

**Tabla 1:** Requisitos para los vidrios de seguridad

REQUISITOS	LAMINADO	TEMPLADO	METODO DE ENSAYO
Fragmentación		X	NTE INEN 1722 <sup>**</sup>
Impacto con esfera de acero	X	X	NTE INEN 1723 <sup>**</sup>
Impacto de la cabeza ensayo de maniquí (1)	X		NTE INEN 1724 <sup>**</sup>
Impacto con dedo	X		NTE INEN 1725 <sup>**</sup>
Resistencia a alta temperatura	X		NTE INEN 1726 <sup>**</sup>
Transmisión luminosa (2) (3)	X	X	NTE INEN 1727 <sup>**</sup>
Estabilidad luminosa (3)	X	X	NTE INEN 1728 <sup>**</sup>
Resistencia a la abrasión (3)	X	X	NTE INEN 1730 <sup>**</sup>
Resistencia a la humedad	X		NTE INEN 1731 <sup>**</sup>
Distorsión óptica (4)	X	X	NTE INEN 1729 <sup>**</sup>
Defectos visuales	X	X	Numeral 5.12.1 <sup>**</sup>
Dimensionales	X	X	Numeral 5.12.2 <sup>**</sup>

(1) Opcional, se aplica a parabrisas, y puede efectuarse si el cliente lo solicita.  
 (2) No aplica para vidrios de techo.  
 (3) Solo aplica para materia prima.  
 (4) Solo para lunetas.  
<sup>\*\*</sup> Ensayo destructivo (ED).  
<sup>\*\*</sup> Ensayo no destructivo (END).

Fuente: NTE INEN 1669:2011

## Los defectos del vidrio

Estos defectos afectan de manera visible el material. Su naturaleza y sus cualidades están limitadas en numerosos documentos normativos de los productos de vidrio. La identificación de las piedras y cuerdas y el análisis de la composición gaseosa de las burbujas permiten la búsqueda de su origen con el fin de eliminarlas. (Shigley, 1985)

Figura 7: Defectos Visuales – Imperfecciones aceptables

Características	Zona AAA		Zona B		Zona C	
	Magnitud	Frecuencia	Magnitud	Frecuencia	Magnitud	Frecuencia
Burbujas en el vidrio	Máximo dos de 0,6 mm ó uno de 1,6 mm x 0,30 mm	Separadas	Máximo uno de 2,3 mm de diámetro ó dos de 1,6 mm x 0,3 mm	Separadas	Máximo uno de 2,3 mm de diámetro ó dos de 1,6 mm x 0,3 mm	Separadas
Burbuja abierta	uno de 0,6 mm diámetro máximo	—	uno de 0,6 mm diámetro máximo	—	uno de 1,2 mm ó uno de 0,5 mm x	Separadas
Burbuja en el plástico	uno de 0,6 mm diámetro máximo	—	dos de 1,5 mm diámetro máximo	Ampliamente separadas	dos de 1,5 mm diámetro máximo	Ampliamente separadas
Puntos laminados, pedras y partículas de vidrio levadas	uno de 0,6 mm diámetro máximo	—	dos de 0,8 mm	Ampliamente separadas	Aceptable	—
Cabeza de ángel	100 mm	En cualquier cantidad	100 mm	En cualquier cantidad	Admisible	En cualquier cantidad
Raya ligera	50 mm	Separadas	75 mm	Separadas	100 mm	Ampliamente separadas
Raya media	25 mm solamente en la zona A	—	50 mm	Ampliamente separadas	50 mm	Ampliamente separadas
Raya fuerte	No son aceptables en ninguna zona del vidrio a excepción de la zona A	—	No son aceptables en ninguna zona del vidrio a excepción de la zona C	—	No son aceptables en ninguna zona del vidrio a excepción de la zona D	—
Crisp de luz	No son aceptables	—	Se permiten siempre y cuando no afecte la funcionalidad del vidrio y no sea visible cuando se evalúa por el método normal de inspección visual	—	Aceptables	—
Rasas en el plástico y marcas de crayón	No son aceptables, si son visibles por el método normal de inspección visual	—	No son aceptables, si son visibles por el método normal de inspección visual	—	Aceptables	—
Manchas	No son aceptables	—	No son aceptables	—	Aceptables	—
Plástico faltante	No aplica	—	No aplica	—	No aplica	—
Penetración de aceite	No aplica	—	No aplica	—	No aplica	—
Prisma raspada, de laminación	No son aceptables	—	No son aceptables	—	No son aceptables	—
Mancha de estufa	No son aceptables	—	No son aceptables	—	No son aceptables	—

Los requisitos para la zona D, son que los rayados a los cuales está sometido el vidrio no disminuyan su resistencia mecánica y la penetración de aceite tenga una profundidad máxima de 5,5 mm desde el borde del vidrio, a menos que el plano de diseño especifique lo contrario.

Fuente: NTE INEN 1669:2011

### Laminados o templados

Como en todo el tema referido a repuestos, la mejor opción para cambiar el parabrisas siempre será el original suministrado por el mismo representante de la marca. Sin embargo, si es que desea optar por otra alternativa, lo mejor será utilizar un parabrisas laminado.

En el caso de tener un accidente y el parabrisas se rompiera, el vidrio se mantendrá unido por la lámina interna de plástico con la que cuenta; precisamente, esta es la diferencia principal entre un parabrisas laminado y uno templado.

El parabrisas templado no cuenta con una lámina interna y al romperse se fragmentará en muchas partes, pudiendo generar alguna consecuencia con los usuarios que se encuentren dentro o fuera del auto. (Arellano, 2001)

Adicionalmente, vale mencionar que el parabrisas laminado tiene otras ventajas sobre el templado, pues filtra un mayor porcentaje de los rayos ultravioletas y también actúa mejor como aislante acústico.

## Las tendencias de las características de calidad del vidrio para el sector del automóvil

- Mayor resistencia a la rotura y al rayado
- Baja transmisión energética con buena transmisión luminosa
- Espesores cada vez más delgados
- Excelente calidad óptica
- Eliminación de inclusiones y defectos de superficie
- Nuevos colores (Torriti, 2007)

## Requerimiento de la Norma NTE INEN 1669

Antes del año 2002, no se controlaba la existencia de vidrios de seguridad, ni si estos cumplían con las normas técnicas ecuatorianas referentes a la seguridad. Eran vidrios que no prestaban ningún tipo de seguridad en los medios de transporte a nivel nacional, a partir del año 2002 se normalizó el tipo de parabrisas y vidrios de seguridad.

**Figura 8:** Vidrio de seguridad laminado para automotores



**Fuente:** <http://afullmecanikaspasivayactiva.blogspot.com/2014/11/vidrios-templados-laminados-y-blindados.html>

**Figura 9:** Vidrio de seguridad templado para automotores



**Fuente:** <https://noticias.autocosmos.com.ar/2019/12/30/por-que-los-vidrios-del-auto-no-se-rompen-como-los-normales>

Es así como el directorio del Instituto Ecuatoriano de Normalización con resolución N°134-2010, (Registro Oficial, 2010), en ejercicio de las facultades que le concede la ley resuelve:

Oficializar con el carácter de OBLIGATORIO la segunda Revisión del Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 034 en materia de "Elementos mínimos de seguridad en vehículos automotores" (Ariño, 2004)

Este reglamento técnico ecuatoriano establece los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir los vehículos automotores con la finalidad de prevenir los riesgos para la salud, la vida de las personas y evitar prácticas que puedan inducir a error a los usuarios.

Dentro del reglamento técnico ecuatoriano RTE INEN 034, como parte de requisitos del producto en el numeral 4.9, menciona que los vidrios que se utilicen en los vehículos deben ser vidrios de seguridad para automotores y deben cumplir con los requisitos establecidos en la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1669 vigente, o las normas o directivas equivalentes que le sean aplicables. (Trate,D.J., 1999)

Los importadores, fabricantes y ensambladores nacionales de vehículos automotores deben cumplir con lo dispuesto en el presente reglamento técnico ecuatoriano.

La evaluación y la certificación de la conformidad exigida en el presente reglamento técnico ecuatoriano deben ser realizadas por entidades debidamente acreditadas o designadas de acuerdo con lo establecido en la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad. (Villareal, 1986)

**Figura 10:** Definiciones según la norma NTE INEN 1669

DENOMINACIÓN	DEFINICIÓN
<b>Vidrio de seguridad</b>	Es aquel vidrio que ha sido procesado o combinado con otros materiales, de tal manera que, si se rompe sea mínima la probabilidad de causar heridas o cortaduras.
<b>Vidrio de seguridad laminado</b>	Consiste en dos o más láminas de vidrio, unidas firmemente entre sí, por una o varias capas plásticas transparentes y que, al romperse, las piezas de vidrio se mantienen unidas al material plástico y conservan su forma y posición originales.
<b>Vidrio de seguridad templado</b>	Es aquel vidrio de seguridad que consta de una sola lámina de vidrio, tratada térmicamente, de manera que, al romperse en cualquier punto, la pieza entera se desintegra en fragmentos pequeños (pedazos granulares no cortantes). El vidrio de seguridad templado no puede cortarse o perforarse después de tratado.
<b>Parabrisas</b>	Es el vidrio de seguridad laminado que va en la parte frontal del vehículo.
<b>Luneta</b>	Es el vidrio de seguridad laminado o templado que va en la parte posterior del vehículo en un plano paralelo al parabrisas.
<b>Vidrio lateral</b>	Vidrio de seguridad laminado o templado que se ubica a los costados del vehículo.
<b>Vidrio del techo</b>	Vidrio de seguridad laminado o templado, que se coloca en la parte superior del vehículo.
<b>Vidrio lateral delantero</b>	Es todo aquel vidrio lateral que está colocado por delante del respaldar del asiento delantero del conductor a los costados del vehículo.
<b>Vidrio lateral posterior</b>	Es todo aquel vidrio lateral que está colocado por detrás del respaldar del asiento delantero del conductor a los costados del vehículo.

Fuente: INEN

**Figura 11:** Requisitos para vidrios de seguridad

REQUISITOS	LAMINADO	TEMPLADO	METODO DE ENSAYO
Fragmentación		X	NTE INEN 1722
Impacto con esfera de acero	X	X	NTE INEN 1723
Ensayo de maniquí	X		NTE INEN 1724
Impacto con dardo	X		NTE INEN 1725
Alta temperatura	X		NTE INEN 1726
Transmisión luminosa	X	X	NTE INEN 1727
Estabilidad luminosa	X	X	NTE INEN 1728
Resistencia a la abrasión	X	X	NTE INEN 1730
Resistencia a la humedad	X		NTE INEN 1731
Distorsión óptica	X	X	NTE INEN 1729
Defectos visuales	X	X	NTE INEN 1669
Dimensionales	X	X	NTE INEN 1669

Fuente: INEN

**Figura 12:** Tipos de impacto y características

	Desgaste superficial	Ojo de buey	Ojo de buey con micro fisuras	Con grietas
Intensidad de la fuerza que lo causó	Escasa	Fuerte	Fuerte	Muy fuerte
Punto crítico de resistencia del cristal	No alcanzado	Sobrepasado	Sobrepasado con creces	Sobrepasado con creces
Descripción del impacto	Superficial	Sin micro fisuras	Con micro fisuras	Con micro fisuras
Daños causados	Insignificantes	Sin micro fisuras	Con micro fisuras	Irreparables
Problema	No hay	Visibilidad	Visibilidad y riesgo de agravamiento	Visibilidad y alto riesgo de agravamiento
Acción	No hay	reparación	Casi siempre reparable	Sustitución (en la mayoría de los casos)

Fuente: INEN

### Causas de los impactos en los parabrisas

De todas las lunas que equipa el vehículo, la que presenta un mayor porcentaje de roturas es el parabrisas, seguido de las lunas laterales y finalmente por las lunetas traseras, tal y como se puede apreciar en la Ilustración 8. (Garza, 2002)

**Figura 13:** Porcentaje de rotura de lunas



Fuente: (Garza, 2002)

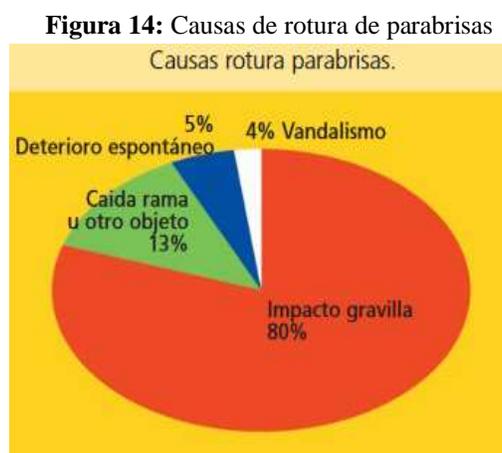
Concretamente, tres cuartos del total de roturas hacen referencia a la rotura del parabrisas, mientras que únicamente el 6% de los casos hacen referencia a la rotura de la luneta trasera. Tal y como se mostrará más adelante, esta estadística tiene una relación directa con la causa de la rotura de la luna, haciendo referencia principalmente a tres grandes bloques de causas: impactos recibidos durante la circulación del vehículo, desperfectos ocasionados por la climatología o bien actos vandálicos. Las

roturas relacionadas con la circulación del vehículo tienen relación con la velocidad de circulación, el estado del pavimento y los kilómetros recorridos por el vehículo. (Cárdenas, 1991)

Las 4 causas principales que originan una grieta en el parabrisas en un automóvil son:

- Impacto de gravilla, lo que comporta un impacto en el parabrisas del vehículo. Es reparable casi en un 50 % de los casos, siempre y cuando se cumplan con las especificaciones y características de los casos reparables, como se explicará más adelante. Es la causa del 80 % de roturas de parabrisas. Uno de estos impactos puede llegar a disminuir la resistencia del parabrisas en un 70 %.
- Caída de una rama u otro objeto, es la causa de un 13% de las roturas.
- Deterioro espontáneo, aunque puede venir a raíz de un pequeño impacto inicialmente difícil de identificar, también puede tener como causas un shock térmico (elevada diferencia de temperatura entre el interior y el exterior del vehículo), una excesiva torsión de la carrocería, ... Un defecto de fabricación también es una posible causa de un deterioro espontáneo. Es la causa de un 5 % de las roturas.
- Vandalismo, responsable de un 2 % de las roturas, bien por intento de robo del vehículo, de algún elemento del interior del vehículo o bien por actos vandálicos. (Seward T.P, Varshneya A.K.,2019)

En el Gráfico 2.2 se muestran los porcentajes correspondientes a las anteriores causas tratadas.



Fuente: (Seward T.P, Varshneya A.K.,2019)

Las fracturas tienen variación de acuerdo al impacto absorbido en un determinado tiempo por ello los han clasificado para conocer posibles causas y efectos de los mismos.

Figura 15: Tipo de fractura de parabrisas reportada por el control de calidad en auditorias



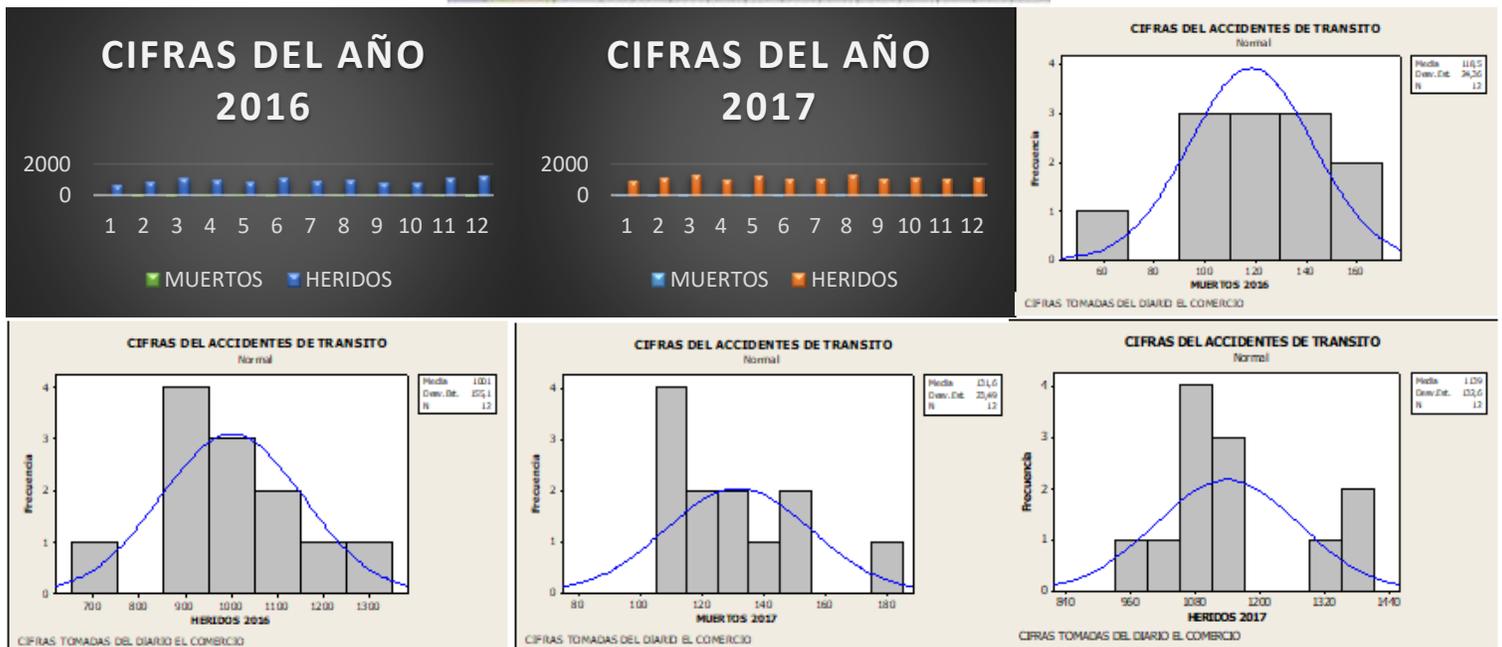
Fuente: <https://talleresbanez.com/luna-parabrisas-1/>

## Resultados

A continuación, ponemos a consideración el cuadro estadístico de las víctimas de accidentes de tránsito que se han incrementado en la ciudad de Quito.

Figura 16: Accidentes de tránsito en la ciudad de Quito

AÑO	TOTAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC	
2016	MUERTOS	1422	83	152	135	109	103	150	102	130	111	111	124	132
	HERIDOS	12012	730	923	1117	1022	907	1181	975	1039	867	853	1190	1268
2017	MUERTOS	1578	221	243	154	122	134	154	111	185	112	125	110	108
	HERIDOS	13667	966	1125	1350	1014	1294	1071	1067	1378	1054	1127	1070	1151



Fuente: Autores

## Razones de Cambio de Parabrisas

Las razones porque se cambia los parabrisas y se dan los procesos de compra en con el 63% es por la rotura de los parabrisas, con un 20% por choques o accidentes, con un 8% cuando el parabrisas se encuentra manchado o empañado, con un 7% la compra de parabrisas se debe a la comercialización de almacenes y distribuidores, las carrocerías es decir por su actividad de ensamble, y las persona que compran y venden carros.

Y por último con un 2% se encuentran las personas que consideran que deben cambiar los parabrisas por concentrarse rayado, debido al mal estado de las plumas.

**Figura 17:** Razones para cambio de parabrisas

RAZONES DE CAMBIO DE LOS PARABRISAS				
PROBLEMAS	FRECUENCIA	% FREC ABSOLUTA	FREC ABSOLUTA	80-20
ROTURA	189	63%	189	0,8
CHOQUE O ACCIDENTES	60	83%	249	0,8
MANCHADO	24	91%	273	0,8
OTROS	21	98%	294	0,8
RAYADO	6	100%	300	0,8



Fuente: Autores

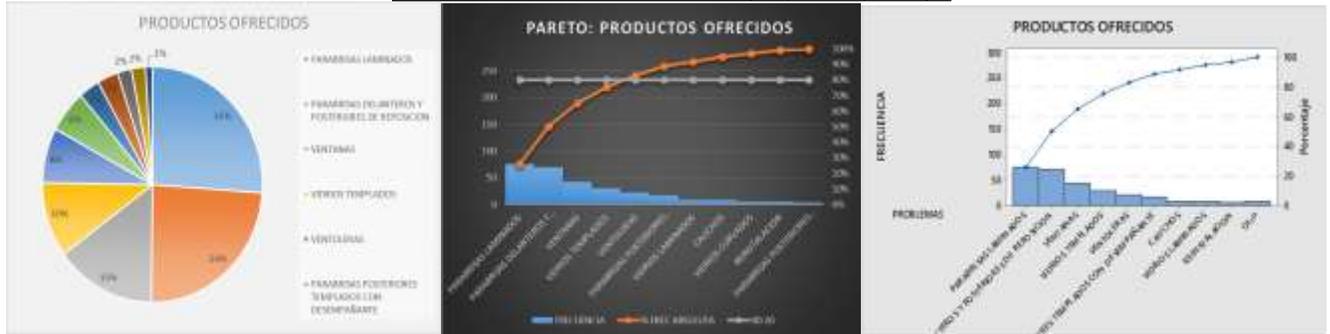
## Productos más Adquiridos

Después de una encuesta realizada los clientes establecen que los parabrisas originales tienen mayor movimiento con el 26% seguido por los vidrios de reposición con el 25% y las ventanas con el 17% siendo estos productos los puntos más fuertes.

Y los productos con menor porcentaje se encuentra los vidrios templados tienen un porcentaje del 9%, las ventoleras del 7%, parabrisas posteriores con desempañante el 5% entre otros.

Figura 18: Productos de vidrio automotriz más adquiridos en Ecuador

PRODUCTOS OFRECIDOS			
PRODUCTOS OFRECIDOS	FREC	% FREC ABS	FREC ABS
PARABRISAS LAMINADOS	76	26%	76
PARABRISAS DELANTEROS Y POSTERIORES DE REPOSICION	70	50%	146
VENTANAS	43	65%	189
VIDRIOS TEMPLADOS	30	75%	219
VENTOLERAS	22	83%	241
PARABRISAS POSTERIORES TEMPLADOS CON DESEMPAÑANTE	17	89%	258
VIDRIOS LAMINADOS	9	92%	267
CAUCHOS	9	95%	276
VIDRIOS CURVADOS	6	97%	282
REINSTALACION	6	99%	288
PARABRISAS POSTERIORES TEMPLADOS SIN DESEMPAÑANTES	3	100%	291



Fuente: Autores

### Ventas en los últimos 5 años

Para el análisis de ventas en los últimos años en la empresa “La casa del Parabrisas” se ha utilizado la carta X-R porque la característica de calidad que se desea controlar es una variable continua.

Tabla 2: Análisis X - R Chart de ventas en los últimos 5 años

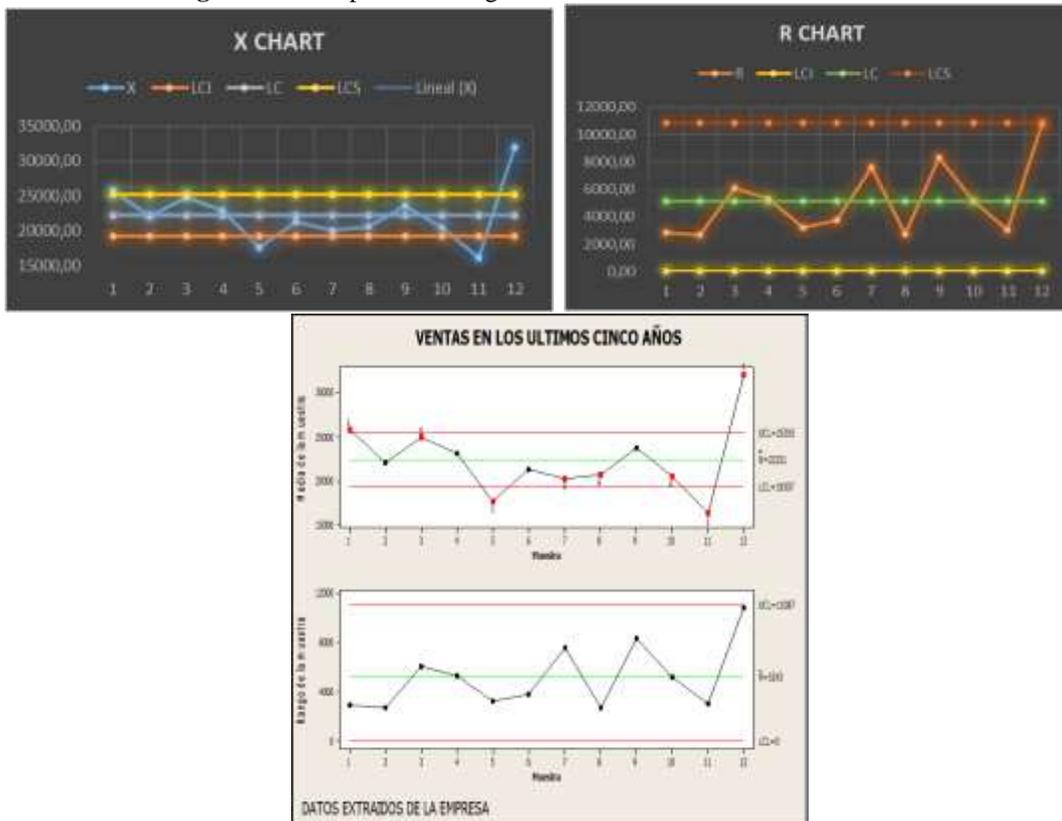
VENTAS EN LOS ULTIMOS CINCO AÑOS					
MESES	COSTOS				
	2014	2015	2016	2017	2018
ENERO	24850,97	24595,12	25502,68	26441,18	27451,23
FEBRERO	23306,00	20644,80	21406,59	22155,82	22931,28
MARZO	21142,15	24510,35	25406,59	26304,30	27224,95
ABRIL	19783,68	22587,14	23420,61	24240,33	25088,74
MAYO	15835,14	17132,99	17765,20	18386,98	19030,52
JUNIO	19189,96	20674,19	21437,07	22187,36	22963,92
JULIO	25475,02	17883,30	18543,19	19192,21	19863,93
AGOSTO	19355,89	19870,00	20603,20	21324,32	22070,67
SEPTIEMBRE	18028,54	23730,00	24605,64	25466,83	26358,17
OCTUBRE	23788,00	18649,00	19377,15	20013,95	20714,44
NOVIEMBRE	17984,94	14938,00	15489,21	16031,33	16592,42
DICIEMBRE	24859,00	32093,53	33277,78	34442,50	35647,99

X CHART				R CHART			
X	LCI	LC	LCS	R	LCI	LC	LCS
25768,24	19374,70	22331,13	25287,56	2856,11	0	5123,80	10831,7079
22088,90	19374,70	22331,13	25287,56	2661,20	0	5123,80	10831,7079
24917,67	19374,70	22331,13	25287,56	6082,80	0	5123,80	10831,7079
23024,10	19374,70	22331,13	25287,56	5305,06	0	5123,80	10831,7079
17630,17	19374,70	22331,13	25287,56	3195,38	0	5123,80	10831,7079
21290,50	19374,70	22331,13	25287,56	3773,96	0	5123,80	10831,7079
20191,53	19374,70	22331,13	25287,56	7501,72	0	5123,80	10831,7079
20644,82	19374,70	22331,13	25287,56	2714,78	0	5123,80	10831,7079
23637,84	19374,70	22331,13	25287,56	8329,63	0	5123,80	10831,7079
20508,51	19374,70	22331,13	25287,56	5139,00	0	5123,80	10831,7079
16207,18	19374,70	22331,13	25287,56	3046,94	0	5123,80	10831,7079
32064,16	19374,70	22331,13	25287,56	10788,99	0	5123,80	10831,7079
22331,13				5123,80			

Fuente: Autores

**Figura 19:** Comportamiento grafico de las ventas en los últimos 5 años



Fuente: Autores

Resultados: PRUEBA 1. Un punto más que las 3,00 desviaciones estándar de la línea central.

La prueba falló en los puntos: 1; 5; 11; 12

PRUEBA 5. 2 sin 3 puntos más que 2 desviaciones estándares de la línea central (en un lado de LC).

La prueba falló en los puntos: 3; 7

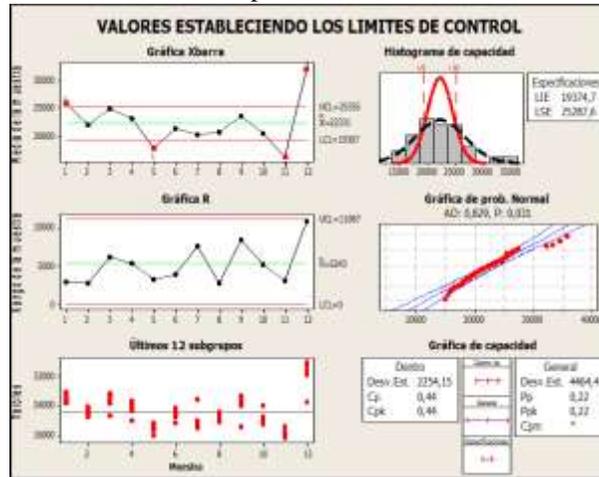
PRUEBA 6. 4 sin 5 puntos más que 1 desviación estándar desde la línea central (en un lado de LC).

La prueba falló en los puntos: 8; 10; 11

PRUEBA 8. 8 puntos consecutivos más que 1 desviación estándar desde la línea central (encima y debajo de LC).

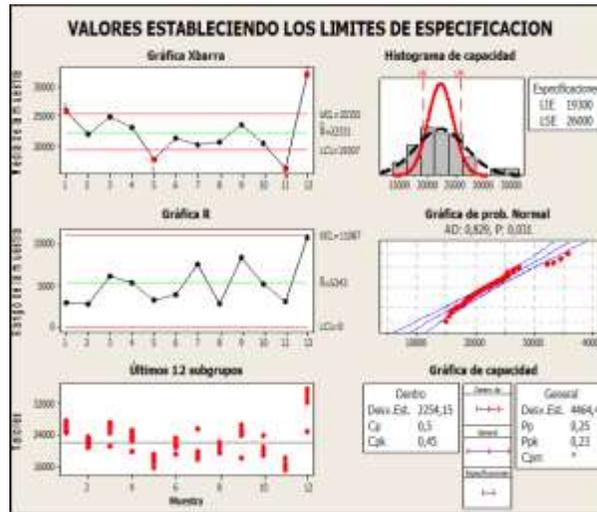
La prueba falló en los puntos: 12

Figura 20: Análisis del six pack con los límites de control de ventas



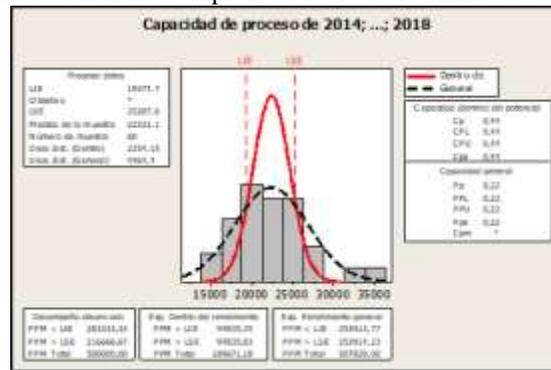
Fuente: Autores

Figura 21: Análisis del six pack con los límites de especificación de las ventas



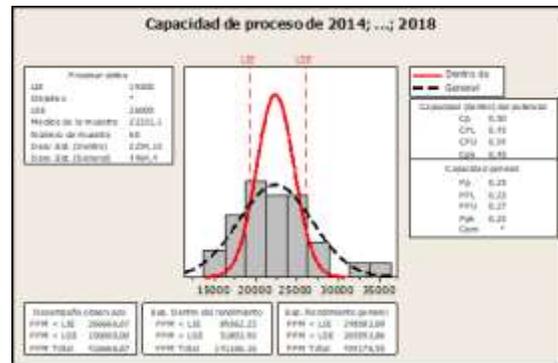
Fuente: Autores

**Figura 22:** Resultados de análisis de capacidad acorde a los límites de control de la empresa



Fuente: Autores

**Figura 23:** Resultados de análisis de capacidad acorde a los límites de especificación de los accionistas



Fuente: Autores

## Conclusiones

Al momento de realizar los estudios, se puede destacar que no existía una ubicación específica del sector automotriz al que pertenece, como es el sector de autopartes, ya que no se tenía información que permita conocer de su historia, y sus características básicas.

Se recomienda realizar estudios de mercado a través de herramientas de investigación necesario, que deberían realizarse en periodos anuales a fin de determinar las necesidades del cliente y buscar prontas soluciones

## Referencias

1. Liltie, H.R. "Principios básicos de recocido", Grupo Vitro, agosto 1981.
2. INEN. 2011. NTE 1669. Vidrios de seguridad para automotores. Requisitos. [Online] 2011. [http://archive.org/strearrilec.ntc.1669.2011/ec.ntc.1669.2011\\_djvu.txt](http://archive.org/strearrilec.ntc.1669.2011/ec.ntc.1669.2011_djvu.txt)

3. INEN. 2011. NTE 1723. Ensayo de impacto con esfera de acero. [Online] 2011. <https://archive.org/details/ec.nte.1723.2011>.
4. INEN. 1996. NTE 2067. Vidrios de seguridad para edificaciones. Requisitos. [Online] 1996. [http://archive.org/stream/ec.nte.2067.1996/ec.nte.2067.1996\\_djvu.txt](http://archive.org/stream/ec.nte.2067.1996/ec.nte.2067.1996_djvu.txt)
5. INEN. 2011. Vidrios de seguridad. Muestreo NTE INEN 1771. Ecuador, 2011. Norma. JANAINA, Camilo. 2008. Manual de tiempos y movimientos. México: Limusa, 2008.
6. LARBURU, Nicolas. 1995. Prontuario de máquinas. 7ma Edición. s.l.: Paraninfo, 1995.
7. Registro Oficial. 2010. RTE 034. Elementos mínimos de seguridad en vehículos automotores. [Online] 2010. <http://www.derechoecuador.com/productos/producto/catalogo/registrosoficiales/2010/diciembre/code/19783/registro-oficial-no-352---jueves-30-dediciembre-de-2010>.
8. REYES, Carlos A. 2008. Microcontroladores pic programación en basic. Tercera Edición. Quito: Rispergraf, 2008.
9. RIBA, Caries. 2002. Diseño concurrente. [Online] 2002. <http://www.slideshare.net/JavoCBA1/carles-riba-dcl-quito2004>.
10. SHIGLEY, Joshep Edward. 1985. Diseño en ingeniería mecánica. 3ra Edición. México: McGraw - Hill, 1985.
11. TORRITI, Miguel Torres. 2007. [Online] abril 26, 2007. [Cited: noviembre 1, 2013.] [http://web.ing.puc.cl/mtorrest/downloads/pic/tutorial\\_pic.pdf](http://web.ing.puc.cl/mtorrest/downloads/pic/tutorial_pic.pdf).
12. ARELLANO, R. 2001. Comportamiento del Consumidor: Enfoque América Latina. México: Mc. Graw-Hill. Ariño, D 2004. Fabricación del Vidrio. Santiago de Chile: Fondo de Cultura Económica.
13. Trate, D.J., Griffin J.A., "Windshield investigation-manufacturing and installation stresses", SAE paper 1999-01-3160.
14. Villarreal Treviño, L., “Programa de asimilación de tecnología”, Grupo Vitro 1986.

17. Garza Méndez Francisco J. "Escalamiento en la fractura del vidrio reforzado mediante intercambio iónico", Tesis M.C. Centro de investigación y desarrollo de materiales cerámicos, FCQ UANL.2002
18. Cárdenas Alemán Eduardo. "Vidrio templado: Teoría y solución de un problema industrial". Tesis M.C. FIME UANL.1991
19. Seward T.P, Varshneya A.K., "Inorganic glasses, Comercial glass families, applications and manufacturing mellada". New York State College of Ceramics, Alfred University.2019
20. Nichols, R.T. "Determining the cause of windshield breakage" Glass Division Paper, Ford Motor Company.
21. Hanlon, J.F. , Kelsey, R.J., "Handbook of package engineering", 3er edition.
22. Render A.S., Hoffman "Detection of terisile stresses near the edges of laminated and tempered glass",Glass processing Days, 18-21 Jun 2001.
23. Varner, Course W.C., "Contact damage on glass surfaces caused by impact and abrasion", Glass Processing Days, 13-15 Sept 1997.
24. Doremus, R.H., "Fracture and Fatigue of glass" Treatise on materials science and technology, Vol 22
25. Varner J.R., Crack Initiation important to understanding glass strength", Glass researcher vol 9, No.2.
26. Schwartz, T.A., " Analyzing the cause of fractures, after the fact", Glass Digest, April 15,1984.