

# Análisis de reclamos y del proceso de el desarrollo de los proveedores de remaches para la empresa de manufactura de embrague y convertidor de torque

Osorio Barroeta Ana Laura (octavo semestre Ingeniería de Negocios)<sup>1</sup>, Tepichín Vélez Viviana (octavo semestre Ingeniería de Negocios)<sup>1</sup>, Rodin Vicente Morales (colaborador)<sup>1</sup>, Josué Domínguez Reyes (mentor)<sup>2</sup>, Melissa Tobón (mentor)<sup>2</sup> y Lomas Montaudon Yvonne (profesor responsable)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Iberoamericana Puebla, San Andrés Cholula, Puebla, México

<sup>2</sup>Empresa de Manufactura de embrague doble y convertidor de torque

## Resumen

Este proyecto tiene como objetivo identificar áreas de mejora en el proceso de desarrollo de proveedores de remaches mediante un análisis de la calidad y desempeño del producto de los últimos tres años de una empresa de manufactura de embrague y convertidor de torque. La metodología consistió en identificar las variables que influyen en el proceso de desarrollo de proveedores de remaches utilizando herramientas *Lean Six Sigma*, como *Swim Lane* para conocer el proceso de desarrollo de proveedores y *Voice of Customer* para identificar las necesidades del equipo de compras. Se analizaron los reclamos de calidad de los remaches que el departamento de compras ha recibido en los últimos tres años para identificar los principales problemas y áreas de mejora. Como resultado se encontró que el 8% del total de los reclamos a proveedores se debían a los remaches, con 56 reclamos de 706. Además, se correlacionaron los números de parte de remaches que generan reclamos de calidad con su respectivo proveedor para encontrar que 30 reclamos del total son del mismo proveedor, INDUX, con recurrencia en reclamos en cuatro números de parte. Se estudiaron los reclamos con recurrencia de este proveedor para encontrar el tipo de reclamos con mayor frecuencia y se concluyó que el problema más común era el de dimensiones fuera de especificación. En conclusión, se identificaron las variables que afectan este reclamo para poder proponer un plan de acción correctivo y preventivo que sea replicable y así mejorar el proceso de selección y desarrollo de proveedores.

**Palabras clave:** *Lean Six Sigma*, remaches, manufactura, proveedor.

**\*Autor Corresponsal:** viviana.tepichin@iberopuebla.mx

## Introducción

Actualmente, el sector automotriz es una pieza fundamental para el desarrollo económico y social de México. La industria automotriz en México es la sexta posición con respecto a los exportadores de coches y autopartes más relevantes en el mundo, y se encuentra en la novena posición como productor de vehículos a nivel global. La industria automotriz aporta alrededor del 3% del PIB, así como el 17,2% del PIB Manufacturero [1]. En 2022, se produjeron 2,789,988 vehículos en México, de los cuales se exportan 2,391,171 unidades [2]. Además, la industria automotriz genera una gran cantidad de empleos directos e indirectos en el país aproximadamente 986,576 [3].

Para poder mantener las cifras, se necesita satisfacción de los productos terminados en la industria automotriz y el éxito de estos radica en la calidad de las autopartes que se utilizan en su fabricación. Los embragues son una de las autopartes más importantes en el sector automotriz. Estos son el corazón de la transmisión de los autos, ya que permiten el arranque del vehículo, así como el cambio de velocidades [4]. La calidad de los embragues permite un arranque ligero, cambios rápidos o una marcha más suave. En México, varias empresas se dedican a la fabricación de embragues simples, dobles e hidráulicos, incluidas Schaeffler, Valeo, VAX, Servi Clutch y Frenos y SACHS [4].

Los remaches o roblones son una de las piezas que impactan en la elaboración de los embragues, ya que estos unen de forma permanente dos o más piezas. La buena calidad de los

remaches ayuda al buen desempeño de los embragues. Es fundamental que se tome especial importancia en los detalles de los remaches ya que forman parte del sistema de movilidad de los automóviles [5]. Los remaches permiten que los engranajes se muevan entre sí. Es por eso que es fundamental ocupar los remaches adecuados para que la movilidad del vehículo sea eficiente. En la industria automotriz mexicana el principal proveedor de remaches es INDUX [6]. Para el año 2021 la producción industrial en México se concentró en la producción industrial con un 2.4%, [7] especialmente la Industria de Autopartes es el principal receptor de *nearshoring* con 37% de participación, de igual manera el 21% del valor de un auto con electromovilidad fabricado en EEUU es mexicano como el sistema de embrague [8]. Esto muestra la importancia del sector industrial en México.

Por eso el objetivo de este proyecto es mejorar la eficiencia de la cadena de suministros de los remaches utilizados en la fabricación de embragues simples mediante la aplicación de la metodología DMAIC de *Six Sigma*, reduciendo costos y mejorando la calidad del producto final.

A través del análisis del proceso de producción de remaches utilizados para la fabricación de embragues simples, una investigación de mercado de los principales proveedores de remaches en México para identificar aquellos que cumplen con los criterios de calidad, la elaboración de un protocolo para la identificación, manejo y reducción de piezas defectuosas y finalmente el diseño de mejoras para la producción de remaches de los proveedores y así evitar la oxidación.

Grandes empresas transnacionales son surtidas por empresas dedicadas a la producción de embragues ahí radica la importancia de la eficiencia de la cadena de valor de la producción de remaches. Empresas como General Motors con más de 564 mil vehículos vendidos en México [9], Ford con más de 93 mil [10] y Volkswagen con más de 138 mil vehículos vendidos y gran presencia en Puebla [11], son solo algunas de las empresas que ocupan el servicio de las empresas dedicadas a la producción de embragues.

En este contexto, resulta crucial garantizar una cadena de suministros eficiente y efectiva para la producción de vehículos y sus componentes. Los remaches utilizados en la fabricación de embragues simples son uno de los elementos clave de la cadena de suministros de la industria automotriz. Por ello, es importante que la producción y el suministro de remaches sean óptimos para garantizar la calidad y eficiencia en la fabricación de embragues simples. En México, existen diversos proveedores de piezas automotrices que contribuyen a la cadena de suministros de la industria automotriz. uno de ellos es Arandela y Remache Perfecto S.A. de C.V. esta una empresa especializada en la fabricación de remaches y arandelas de diferentes tipos y tamaños. La empresa se ubica en la ciudad de Toluca, Estado de México, y cuenta con más de 20 años de experiencia en el mercado de la industria automotriz [12] En segundo lugar, tenemos a Nacional de Remaches S.A. de C.V. Es una empresa mexicana dedicada a la fabricación y comercialización de remaches para la industria automotriz, así como para otros sectores como la construcción y la industria ferroviaria la empresa se encuentra ubicada en la ciudad de Querétaro, Querétaro [6].

También en el Municipio de San Pedro Garza Fastening and Industrial Supplies S.A. de C.V. igualmente, mexicana que produce y distribuye productos de fijación automotrices [13]. En León, Guanajuato se encuentra Aceros y Herramientas del Bajío S.A. de C.V. [14] y en Guadalajara, Jalisco Rocsa Remaches Industriales S.A. de C.V. se dedica a la fabricación y comercialización de remaches y otros productos de fijación para la industria automotriz, así como para otros sectores como la construcción y la industria ferroviaria [15]. En México, existen diversos proveedores de piezas automotrices que contribuyen a la cadena de suministros de la industria automotriz. Uno de los principales proveedores es la empresa Nemak [16] de igual manera que la empresa Bosch [17] y Autoliv [18].

Para mejorar la cadena de suministros que es el conjunto de procesos y actividades que se llevan a cabo para que un producto llegue al consumidor final [19] es fundamental garantizar la eficiencia, calidad y rentabilidad de la producción y distribución de bienes y servicios. Una cadena de suministros bien gestionada puede ayudar a reducir costos, aumentar la calidad de los productos, mejorar la

satisfacción del cliente y aumentar la rentabilidad de la empresa [20]. Herramientas que fomentan la mejora como las del sistema *Lean Six Sigma*. Estas herramientas se enfocan en la mejora continua de los procesos de la cadena de suministros y la eliminación de desperdicios, lo que puede ayudar a mejorar la eficiencia y calidad de la cadena de suministros [21].

El desarrollo de este proyecto es importante para mejorar la cadena de valor de la producción de remaches utilizados en embragues simples ya que a pesar de que ya existen proveedores designados activos no todos estos son eficientes. Lo cual genera pérdidas económicas en la producción de embragues. Se busca reducir el número de proveedores y abastecer la demanda de remaches solo con aquellos que sean eficientes y puedan ayudar a aumentar el valor de la cadena de suministro de la empresa de embragues. Finalmente es importante que las empresas dedicadas a la producción de remaches sean conscientes de su calidad en el producto ya que estadísticas dentro de la empresa de embragues indican que los remaches han presentado procesos de oxidación.

### Metodología

Para identificar las variables que influyen en la complejidad del proceso de desarrollo de proveedores, se utilizaron herramientas *Lean Six Sigma*. Por otro lado, se ejecutaron herramientas específicas para entender el proceso, identificar las necesidades y tener una visión clara de los siguientes pasos dentro de la metodología del proyecto. La primera herramienta utilizada fue el *SIPOC*, el cual permitió de manera precisa identificar el proceso. Se reconoció al proveedor de proceso, el tipo de *commodities* que proveen a la empresa de embragues, el proceso para identificar el *Supplier Management Process*, así como el resultado esperado de este proceso y cliente de este. Posteriormente para complementar la herramienta anteriormente mencionada, se realizó un *swimlane* para identificar las áreas involucradas en el proceso y el mismo proceso de reclamo y desarrollo de proveedores.

S	I	P
SUPPLIER	INPUTS	PROCESS
28 suppliers	256 rivets	Supplier selection
		Supplier release
		Supplier integration
		Supplier steering
		Supplier development



Fig. 9 Diagrama *Project Scope* [Fuente de elaboración propia].

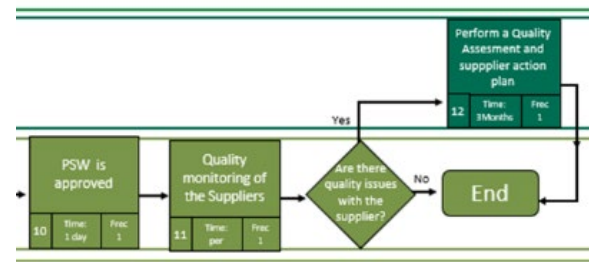


Fig. 10 Diagrama *Swimlane* [Fuente de elaboración propia].

El segundo paso consistió en comprender el punto de vista del tomó en cuenta la comunicación con el cliente principal de remaches, en este caso, el área de producción de embragues e identificar su necesidad. Se categorizó el problema y se convirtió en la voz del cliente en un requerimiento de orden.

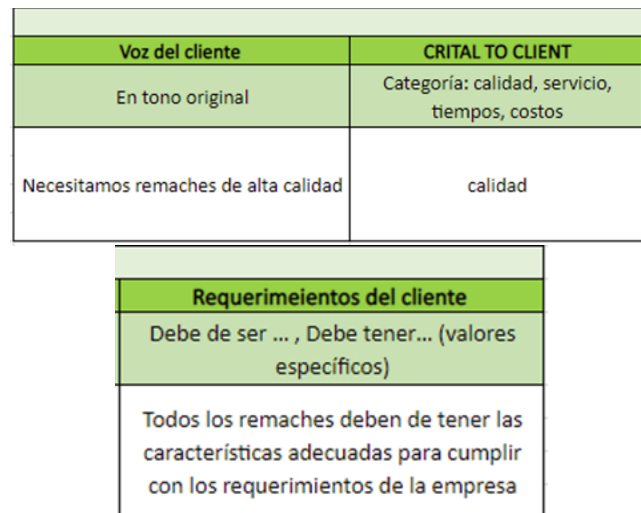
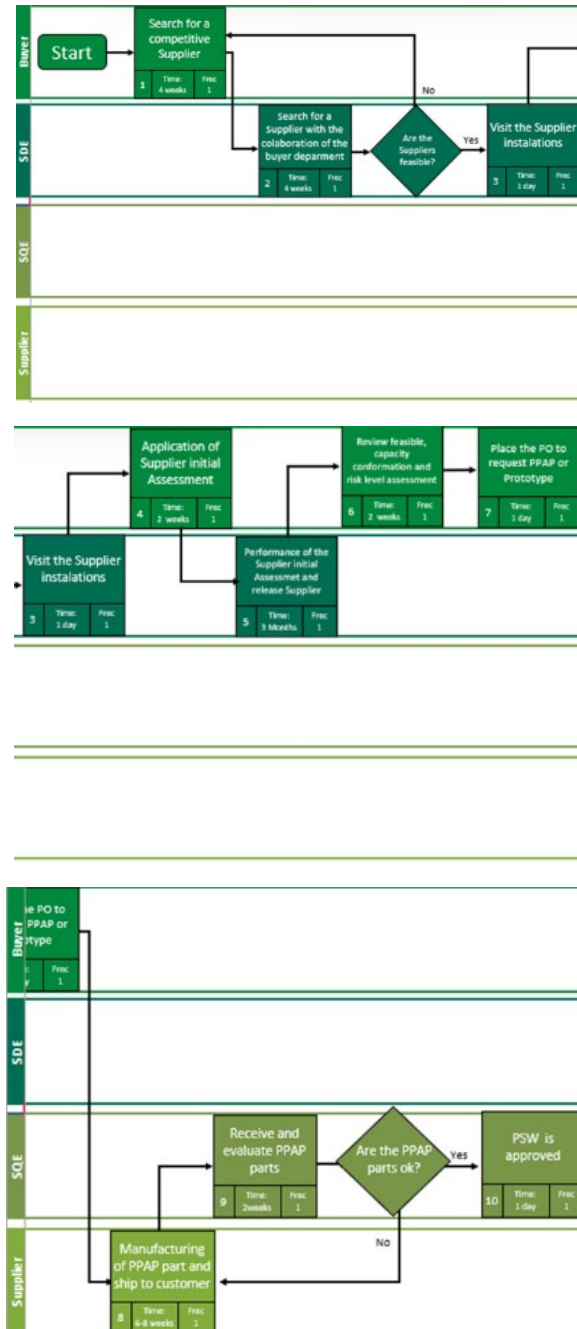


Fig. 11 Diagrama *Project Scope* [Fuente de elaboración propia].

Finalmente, en el tercer paso se describió el caso de estudio, el problema encontrado y las tareas que se realizaron para resolverlo, incluyendo las tareas que se modificaron y desarrollaron, así como las que pueden cambiaron debido a la naturaleza del proyecto y las restricciones de la empresa de embragues, a través de la herramienta *Project Scope*.



Business Case/As-is Situation, Problems, Tasks	
<b>Business Case/As-is Situation</b>	Dentro del proceso de desarrollo de proveedores el área de compras ha detectado en los últimos 3 años una recurrencia de quejas del commodity M442 (remaches), este commodity cuenta con 256 diferentes números de parte de 28 proveedores. Los reclamos de calidad a nivel producción provocan el tener más scrap, resorteo de piezas y altos costos de recuperación, que suelen ser difícil de negociar con el proveedor, esto debido a la alta complejidad del commodity por la cantidad de variables que lo afectan en el proceso de desarrollo de proveedores.
<b>Problems</b>	Incremento en la recurrencia de los reclamos debido a la complejidad del commodity m442 remaches (diferentes especificaciones de material, muchos números de partes y proveedores)
<b>Tasks</b>	Reducir la complejidad del commodity M442 (Remaches) para incidir en la disminución de la recurrencia en reclamos mediante la metodología DMAIC
Scope	
<b>Within the Scope</b>	Análisis de las especificaciones M442, Interacción departamental, Análisis de info de los proveedores
<b>Outside the Scope</b>	Proveedores, diseño de remaches, protocolos internos

Fig. 12 Diagrama *Project Scope* [Fuente de elaboración propia].

A continuación, se recolectaron datos para evaluar la situación de los proveedores y entender aquellos con mayores deficiencias. La empresa de embragues cuenta con un total de 28 proveedores alrededor del mundo. A través del análisis de datos históricos se pudo observar que no todos los proveedores tienen incidencias en su trabajo, por lo que es importante recolectar información para analizarla posteriormente.

Se realizaron gráficas de barras para contextualizar el problema de reclamos por remaches en la empresa de embragues en los últimos tres años (2020, 2021, 2022). Se identificó que a lo largo de estos años se ha presentado 56 incidencias, categorizadas en reclamos de calidad y logística, con sus respectivas subcategorías. El motivo de estas gráficas fue demostrar los defectos más recurrentes y analizar las posibles causas de estos.

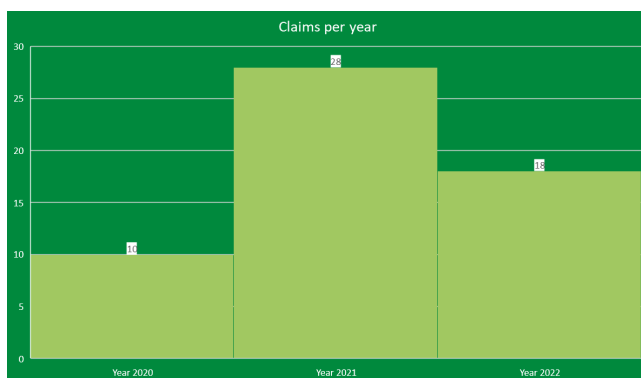


Fig. 13 Gráfica de barras reclamos por año [Fuente de elaboración propia].

Las categorías identificadas fueron: geometría, defectos, tratamientos superficiales, dureza, material faltante, problemas con el lote y oxidación. Estos reclamos abarcan especificaciones incorrectas en los diámetros, defectos superficiales como agrietamientos, fallas en los tratamientos térmicos, dureza fuera de especificación, remaches faltantes en los lotes, problemas con las facturas, fichas técnicas y notas y oxidación de los remaches que posteriormente deben de ser retrabajados.

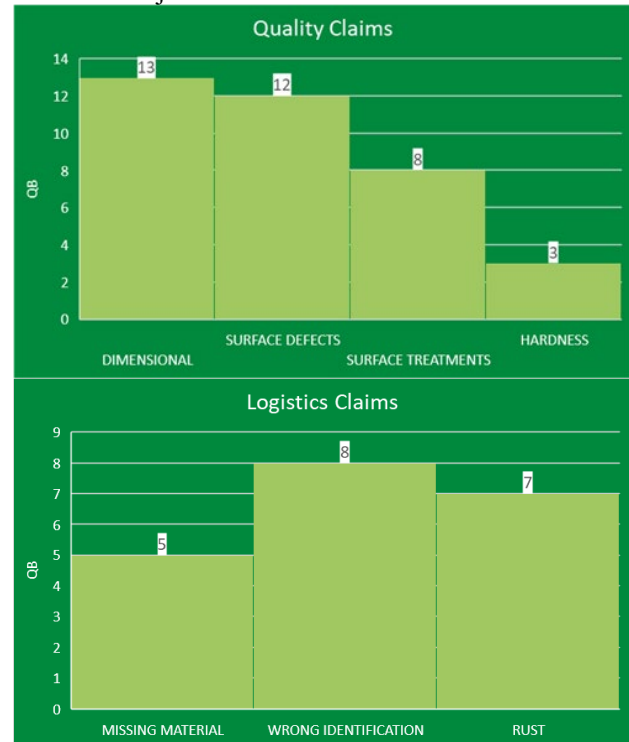


Fig. 14 y 15 Gráfica de barras clasificación de reclamos [Fuente de elaboración propia].

Una vez que se identificaron las categorías de reclamos, se usaron herramientas estadísticas para comprender la situación actual e histórica de los proveedores. Esto permitió el análisis de los datos recolectados y la obtención de información relevante sobre la calidad de los remaches suministrados por los proveedores. Para esto se realizó un diagrama de Pareto con los proveedores con recurrencia de reclamos observados en los últimos tres años. Se analizaron los reclamos de once proveedores que abarcan diferentes números de parte



Fig. 16 Diagrama Pareto Proveedores [Fuente de elaboración propia].

Posteriormente se identificó en que ensambles de la empresa de embragues se utilizaron los remaches defectuosos. Se encontró que los remaches con mayor incidencia de reclamos fueron utilizados en ensambles y subensambles de tres productos finales; Cerca del 32% de los remaches con incidencia se utilizaron en convertidor de torque, aproximadamente 34% en el embrague doble, y 34% en el embrague convencional. De manera siguiente se analizó el KPI afectado por remaches defectuosos, en este caso el indicador de reclamos a proveedores;

Tabla 1: Porcentaje de reclamos anual que formaron parte de los KPIS [Fuente de elaboración propia].

Año		Reclamos de TC	Reclamos Clutch	Total
2020		22	20	42
2021		20	20	40
2022		15	20	35
Año	Clutch	TC	Total	Porcentaje
2022	5	0	5	11%
2021	10	7	17	43%
2020	5	2	7	20%

Además de la recurrencia de reclamos, se analizaron los costos de recuperación asociados al proceso de reclamo de cada proveedor, de esta manera se puntualizó que proveedor causa mayores costos para la empresa. Se notó que proveedores a pesar de tener altos costos, se recuperaba más del 50% lo cual no representa una gran incidencia para la empresa. Sin embargo, se identificó una similitud entre los proveedores con más reclamos y proveedores con altos costos de recuperación. Uno de los proveedores con esta característica es INDUX.

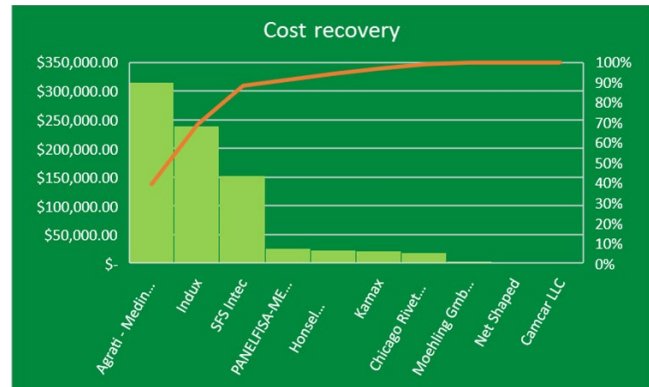


Fig. 19 Diagrama Pareto Recuperación de costos [Fuente de elaboración propia].

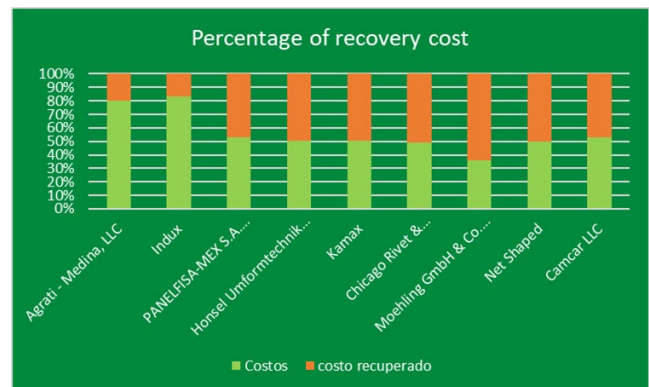


Fig. 20 Porcentaje de recuperación de costos [Fuente de elaboración propia].

Se encontró una similitud dentro de ambos Paretos sobre el proveedor que más reclamos ha tenido en los últimos tres años y el proveedor con altos costos de recuperación le cuesta a la empresa y que de igual manera no se recupera ni el 25% de estos mismos. Se decidió el poder hacer una medición puntual sobre este mismo, INDUX. Para esto se hizo un diagrama de pareto para encontrar cuáles eran los números de parte que causan la mayor recurrencia de reclamos, para así de los resultados obtenidos encontrar la causa raíz de esto.

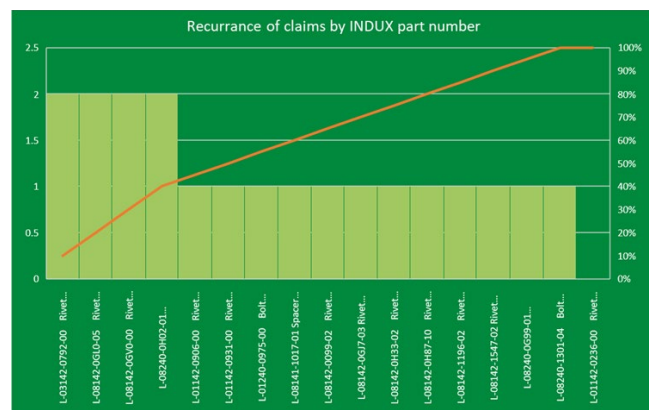




Fig. 21 Recurrencia de reclamos por número de parte de INDUX [Fuente de elaboración propia].

Se indagó más a fondo sobre los problemas encontrados con INDUX, y al ver que cuatro números de parte ha tenido incidencia en los reclamos, se investigó la naturaleza de los reclamos de calidad para poder así encontrar las áreas de oportunidad del proveedor y poder trabajar con ellos las causas raíz de los problemas de calidad que tienen en los remaches que le entregan a la empresa.

Tabla 2: Tipo de reclamos por número de parte de INDUX [Fuente de elaboración propia].

PART NUMBER	CLAIM TYPE
Rivet 0792	Geometry
Rivet L005	Defects
Rivet V0-00	Geometry
Rivet 0201	Geometry

Una vez que se identificaron los números de parte con mayor incidencia fue necesario poder evaluar desde línea de producción el proceso que se realiza a la hora de encontrar un remache defectuoso. Es importante mencionar que no todos los remaches defectuosos se deben a problemas con el proveedor a veces las máquinas de remachado están mal calibradas y por esos se pueden generar problemas en las líneas de ensamble. Sin embargo, esta categorización de los problemas con remaches se da en la misma línea de producción y ensamblado al momento de encontrar algún defecto. Cuando el defecto es de proveedor se puede deber a incidencias con diámetros del remache fuera de especificación, problemas superficiales como agrietamientos, incidencias con los tratamientos superficiales como puede ser un zincado mal ejecutado y finalmente dureza del remache fuera de especificación.

Ya que al analizar los datos no solo un número de parte con reclamos correspondiente al proveedor INDUX mostraba problemas dimensionales. Fue necesario poder evaluar aquel más recurrente específicamente con el número de parte L-08142-0GV0-00, ya que los diámetros de ajuste del remache eran incorrectos. A continuación, se muestra cómo es que el diámetro se del remache perjudica el ensamble del embrague doble.

1. El diámetro de ajuste de este número de parte es de  $3.90 \pm 0.05$
2. Ya que el remache se pone en el barreno pasa al área de remachado.
3. Como el diámetro está fuera de especificación, no cubre con toda la superficie del barreno y al momento de estar en la banda transportadora se pandea.

4. Al momento de entrar a la remachadora el remache ya no está acomodado y se remacha chueco. Eso hace que el diámetro de remachado en el ensamble se incorrecto.

Tras evaluar el proceso de reclamo y una vez que se analizaron los número de parte y se llevó a cabo conversaciones con las personas encargadas de ensamble se encontró que tres de cuatro de los números de parte que tuvieron una incidencia en reclamos de calidad para INDUX, la naturaleza del reclamo fue por Geometría fuera de especificación, se decidió realizar un diagrama de Ishikawa para poder encontrar cuál es la causa raíz del problema de que el proveedor tenga constantemente problemas con los diámetros y especificaciones dimensionales de las piezas.

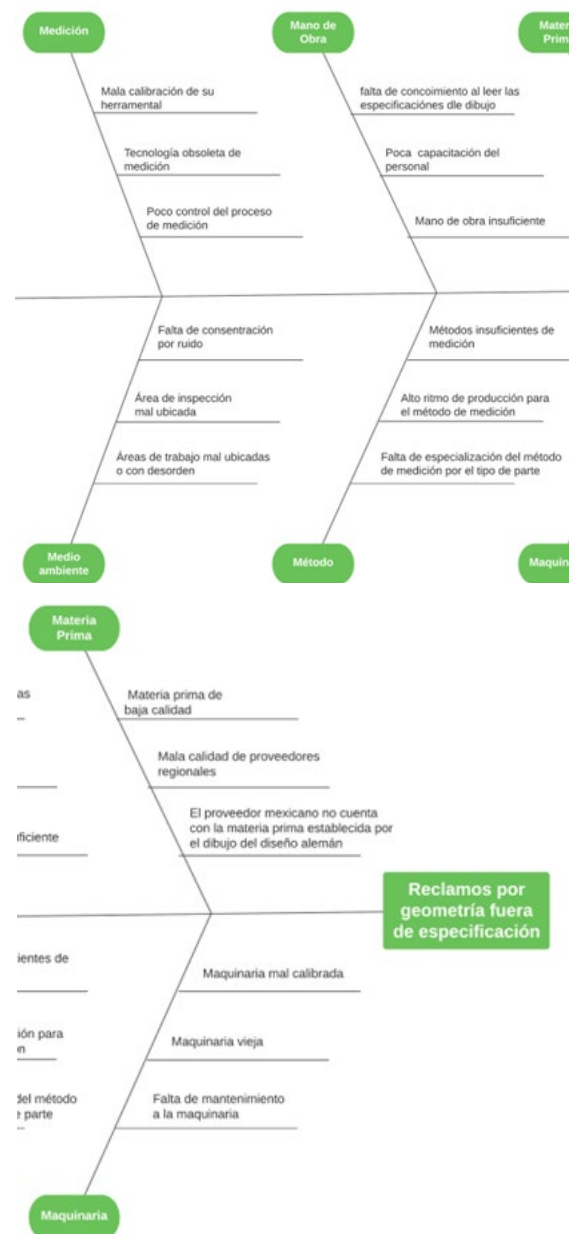


Fig. 22 Diagrama de Ishikawa reclamos por geometría fuera de especificación [Fuente de elaboración propia].

Con esto se encontró que existen tres causas que se repiten y que con el área de compras se comprobó al preguntar su experiencia al momento del desarrollo del recalo con el proveedor, qué es el de las malas especificaciones dentro del dibujo con el que cuenta la empresa al momento de hacer la relación con el proveedor, así como la materia prima que no suele ser de la mejor calidad o que no se consigue la que se especifica en la norma del dibujo de la pieza pues no están regionalizadas a la ubicación de INDUX, así como los métodos insuficientes de control de calidad con los que cuenta la empresa. Pudiendo así encontrar posibles causas raíz la incidencia de los reclamos del proveedor que más complejidad le causa al área de compras.

### Resultados y Discusión

Una vez aplicadas las herramientas *Lean Six Sigma* para identificar el problema específico de los remaches para la empresa, siendo esta la misma complejidad del producto. La empresa cuenta con 256 número de parte diferentes y 28 proveedores de remaches en todo el mundo. Se conoció a fondo el proceso de desarrollo de proveedores con la herramienta del *Swin Lane*, y posteriormente con la herramienta *SIPOC* se identificó los 5 pasos claves del proceso siendo los siguientes:

- *Supplier selection*: es necesario que la empresa realice procesos de selección de nuevos proveedores para poder mantener la estabilidad de sus entregas de remaches
- *Supplier release*: una vez que el proveedor es encontrado se le realizan las pruebas pertinentes es lanzado en el sistema
- *Supplier Integración*: ya que las pruebas son verificadas el proveedor es aprobado y aceptado en el sistema
- *Supplier steering*: el proveedor una vez que forma parte de la cadena de suministro de la empresa de embragues, debe de ser evaluado constantemente en cuanto a su desempeño, calidad y competitividad.
- *Supplier development*: finalmente si se encuentra cualquier inferencia con el mismo es necesario llevar a cabo proceso para desarrollar mejoras en sus procesos y garantizar un buen producto.

Al identificar las 5 actividades claves de igual manera se conocieron las entradas y las salidas del proceso, siendo las entradas los 256 números de parte, los proveedores de estos justo los 28 que son parte de la cadena de suministros; las salidas, es decir el resultado

deseado del proceso siendo proveedores competitivos, siendo el cliente el área de compras. Una vez conociendo el proceso a la perfección y los elementos que lo conforman, se empezó a desarrollar el caso, estableciendo el problema.

Para establecer el problema se hizo uso de la herramienta de *Project Scope*, se decidió utilizarla pues se puede tener de manera clara el problema. Para realizarlo se tomaron en consideración los siguientes cuestionamientos:

- Caso de estudio: dentro del proceso de desarrollo de proveedores el área de compras ha detectado en los últimos 3 años una recurrencia de quejas del *commodity* M442 (remaches), este *commodity* cuenta con 256 diferentes números de parte de 28 proveedores. Los reclamos de calidad a nivel producción provocan el tener más scrap, resorteo de piezas y altos costos de recuperación, que suelen ser difícil de negociar con el proveedor, esto debido a la alta complejidad del *commodity* por la cantidad de variables que lo afectan en el proceso de desarrollo de proveedores.
- Problema: incremento en la recurrencia de los reclamos debido a la complejidad del *commodity*
- Objetivo de este estudio: reducir la complejidad del *commodity* para incidir en la disminución de la recurrencia de reclamos con herramienta *Lean Six Sigma*.
- Alcances: análisis de especificaciones de los remaches, interacción departamental, análisis de información de proveedores
- Limitaciones: proveedores, diseño de remaches, protocolos internos de la empresa

Finalmente, después de ejecutar las herramientas *Lean Six Sigma* se llega al resultado de que el problema general de este proceso es el incremento de reclamos debido a la complejidad involucrada en los remaches. Esta misma complejidad está conformada por diferentes factores como lo pueden ser el gran número de partes involucradas en este proceso, así como la cantidad de proveedores y la competitividad de estos, diferentes especificaciones de material, los diseños y dibujos confusos para proveedores. Para poder reducir los reclamos se debe mejorar la complejidad de los remaches y para eso se tendrá que recolectar datos para poder identificar al proveedor con que debe de mejorar sus procesos complejos y por consiguiente reducir sus reclamos.

Después de recopilar los datos se analizaron una gráfica de barras los reclamos con los que cuenta el área de compras y se encontró que dentro de los justificados de remaches se cuenta con un total de 56 reclamos en los últimos tres años de los 706 total de reclamos que recibió el área de compras, es decir el 8% de todos los reclamos de las 20 categorías de productos que tiene el área, siendo el 2021 el año con mayor número de reclamos para los proveedores de remaches. Estos reclamos se pueden categorizar según su naturaleza y se encontró que el principal problema de calidad de los remaches tiene que ver con su geometría, con 13 reclamos. Lo que nos muestra una bandera roja en cuanto a poder analizar los dibujos que se le entregan al proveedor pues este no está cumpliendo con las especificaciones dimensionales con las que cuenta el dibujo. También se encuentra un alto número de reclamos por defectos de la misma pieza, con 11 reclamos, principalmente agrietamientos.

Total Supplier Claims

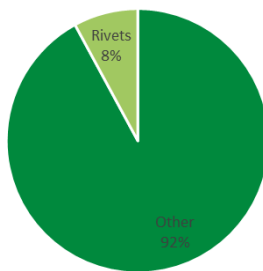


Fig. 23 Porcentaje de reclamos total atribuidos a remaches [Fuente de elaboración propia].

Posteriormente se hizo un análisis de en qué pieza se usan los remaches que han causado problemas de calidad encontrando que defectos han generado en un 34% inconvenientes en los ensambles de embrague convencional y embrague dobles, así como el otro 32% han producido defectos en los convertidores de torque.

Where is used ?



Fig. 24 Porcentaje de utilización de remaches en las diferentes piezas [Fuente de elaboración propia].

Con los datos de los reclamos por año y el tipo de reclamos, se realizó un diagrama de Pareto para encontrar los proveedores con mayor incidencia en reclamos de remaches y se observó que los proveedores con mayor problema son INDUX con un total de 30 reclamos, Kamax L.P y Chicago Rivet con 5 reclamos. De igual manera se realizó una Pareto de los costos de recuperación causados por reclamos por proveedor en los últimos tres años. Este Pareto nos mostró a los proveedores Agrati-medina LLC y a INDUX, con los mayores costos a la empresa de recuperación. Pero para poder completar esta información se analizó de igual manera el porcentaje de recuperación de estos costos, ya que el problema en sí no es el que se generen altos costos de recuperación, si no la complejidad de la misma recuperación de los fondos.

Se realizó este gráfico porque no todos los reclamos tienen involucrados costos de recuperación. Se debe confirmar que aquellos proveedores que tienen alto número de quejas igualmente implican costos que pueden afectar los presupuestos y desarrollo de la empresa. Los datos indican que a pesar de que Agrati solo cuenta con tres reclamos ellos han involucrado altos costos de recuperación. No obstante, se encuentra una constante, el proveedor INDUX, con altos costos de recuperación que cuadran con su número de reclamos. Se decidió realizar una segunda gráfica para saber si estos mismos costos se estaban recuperando en su totalidad y se encontró que ambos proveedores están recuperando menos del 20% lo cual no está dentro de las especificaciones del mismo departamento de compras.

Al conocer las dos variables de alto impacto para el área de compras estas siendo la de costos de recuperación y la de número de reclamos y haber analizado cuáles son los dos proveedores se optó por hacer una tabla a nivel de resumen para poder rectificar los dos proveedores de los cuáles se deben de centrar el mejor desarrollo de proveedor, confirmando que son Agrati e INDUX.

SUPPLIER	NUMBER OF CLAIMS	NON RECOVERED COSTS	QB LOGISTICS	QB QUALITY
INDUX	30	\$56,763	9	21
AGRATI	3	\$237,000	2	1
KAMAX	5	\$567	2	3
CHICAGO	5	\$0	2	3
HONSEL	4	\$126	1	3
OTHERS	9	\$0	4	5

Fig. 25 Resumen variables de alto impacto al área de compras [Fuente de elaboración propia].



Al INDUX tener altos costos de recuperación y alto número de reclamos, se decidió el investigar más a fondo sus reclamos. Se realizó un diagrama de Pareto con los numero de parte que han causado problemas, y pudimos encontrar una recurrencia con 4 diferentes tipos de remaches de INDUX con incidencia en los reclamos, lo que nos inicia que las soluciones que se llegaron con el proveedor para poder solucionar la causa raíz del reclamo no funcionaron. Finalmente, para reconocer las causas principales de los reclamos de INDUX se realizó un Ishikawa del reclamo más recurrente, el de dimensiones fuera de especificación.

En este caso se encontró que la recurrencia en reclamos por dimensiones fuera de especificación puede ser porque las maquinas no están calibradas, o sus sistemas de medición son obsoletos. También porque los trabajadores no se encuentran capacitados para poder interpretar y leer los dibujos de manera correcta, o por materia prima de baja calidad y sin certificaciones automotrices, así como maquinaria vieja y sin una calibración adecuada.

Todo el análisis de los reclamos de proveedores de remaches y el estudio específico de INDUX como el mayor causante de problemas para el área de compras, se encontró que el proveedor es complejo pues es indispensable por los números de parte que surte y su ubicación geográfica, pero no cuenta con los controles de calidad necesarios para poder cumplir con las especificaciones de los números de parte.

Su volumen de producción es alto como para poder llevar un control de la geometría de los remaches que fabrican, su tecnología es obsoleta, además que los mismos dibujos que la empresa les proporciona a INDUX no son del todo claros de cuanto a las especificaciones, ni actualizados a la materia prima que se encuentra en la región.

Por eso que se identificó como área de oportunidad la actualización de los dibujos, o la homologación de familias de materiales. Así como la posibilidad de la inversión de tecnología para la inspección de la geometría los remaches.

### Conclusiones, perspectivas y recomendaciones

En conclusión, el estudio se enfocó en analizar la complejidad del proceso de desarrollo de proveedores de remaches con herramientas de *Lean Six Sigma* en una empresa de embragues y convertidores de torque. Se identificó que la categoría M442 remaches es complejo debido a las variables involucradas en su desarrollo. La empresa cuenta con 256 números de parte de remaches diferentes, lo que dificulta la homologación, y la mayoría de los proveedores son extranjeros, lo que añade complejidad en la gestión de proveedores. Se analizaron los reclamos de calidad de remaches recibidos en los últimos tres años, y se encontró que representan el 8% del total de reclamos de la empresa.

Se evaluaron los reclamos en función de su impacto en los KPI del departamento de compras, y se concluyó que los reclamos de remaches tienen un impacto considerable en él, Se recomienda llevar a cabo los siguientes pasos para mejorar la situación actual del proveedor INDUX y hacer este plan de acción replicable para el desarrollo de cualquier otro proveedor:

1. Identificar los números de parte que tienen problemas históricamente con el mismo proveedor
2. Analizar los dibujos de remaches e identificar cualquier discrepancia en el mismo: falta de especificaciones de tratamientos térmicos, tratamientos superficiales, materiales, normas y notas.
3. Cuadrar los diseños y specs como la hoja de entrega del proveedor.
4. Verificar que los problemas dimensionales o defectos no sean porque los diseños no se entienden de manera correcta o las normas no están actualizadas.
5. Realizar estudios de habilidad dentro de la empresa de embragues y convertidores de torque y comparar con los estudios de habilidad de los proveedores.
6. Encontrar las áreas de oportunidad dentro de los procesos de los proveedores.
7. Buscar nuevos proveedores locales en caso de que el proveedor actual no pueda resolver los problemas

### Referencias

- [1] M. Secretaría de economía, "Industria Automotriz," 1, no. Industria y Comercio. México, 2012.
- [2] INEGI, "comunicado de prensa núm. 650/20 7 de noviembre de 2022 página 1/3 registro administrativo de la industria automotriz de vehículos ligeros octubre de 2022," 2022. [Online]. Available: <https://www.inegi.org.mx/datosprimarios/iav1/>

- [3] Asociación mexicana de la industria automotriz, “Indicadores Nacionales Relacionados Empleo en la industria Automotriz.” AMAI, México , 2022.
- [4] Schaeffler México, “Sistemas de embrague,” *Soluciones para el sistema de embragues de la mano de líder mundial* . 2022.
- [5] C. Colocada, R. Abierto, A. Abombada, and F. Calidad, “Remache Abierto Ala Abombada Calidad aluminio,” 2020.
- [6] INDUX, “Remaches para Balata y Clutch,” *Remaches de clutch en los automóviles* . INDUX, 2021.
- [7] Cámara de diputados, “Consideraciones del impacto de la recuperación económica de los Estados Unidos sobre la economía mexicana,” 2020.
- [8] Industria Nacional de Autopartes A.C, “Datos de la industria de autopartes ,” *Industria de Autopartes* . México, 2021.
- [9] Redacción El Economista, “General Motors lidera las ventas de autos nuevos en México ,” *El economista* , no. Empresas, Nov. 2022.
- [10] Roberto Morales, “México amplía su ventaja como proveedor automotriz en EU,” *El Economista* , no. Empresas, Feb. 2023.
- [11] Gobierno del Estado de Puebla, “Crecen la producción y exportaciones automotrices en Puebla: Economía,” *Puebla Gob* , no. Economía, Mar. 2023.
- [12] ARP México, “ARP Servicios.” ARP , México , 2023.
- [13] SCM Fasteners, “Líderes en la distribución de partes de sujeción ,” *Fastening and Industrial Supplies S.A. de C.V.*, 2023.
- [14] DIHEBSG, “Especialistas en herramientas ,” *Aceros y Herramientas del Bajío S.A. de C.V.*, 2023.
- [15] Rocsa remaches, “La primer fábrica de Remaches en el occidente de país ,” *Rocsa* , 2021.
- [16] Nemak, “Sobre Nosotros ,” *Filosofía Nemak* . 2020.
- [17] Bosh, “Bosh en México ,” *Innovación para tu vida* . 2022.
- [18] Sara Cantera, “Producción de Autopartes, Cerca de nivel precovid,” *El Universal* , no. Cartera, Feb. 2022.
- [19] S. Chopra and P. Meindl, *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*. Pearson , 2016.
- [20] H. L. Lee, V. Padmanabhan, and S. Whang, *The bullwhip effect in supply chains*, 3rd ed., vol. 38. Sloan Management Review, 1997.
- [21] Thomas. Pyzdek and P. A. (Paul A. Keller, *The Six Sigma handbook : a complete guide for green belts, black belts, and managers at all levels*. McGraw-Hill Companies, 2010.