



ING. AUTOMOTRIZ

**Trabajo integración Curricular previa a la
obtención del título de Ingeniería en Mecánica
Automotriz**

AUTORES:

Sergio Geovani Gómez Barroso

TUTOR:

Ing. Cristian Oña PhD.

Análisis comparativo del desempeño de cintas
preformadas para sellado de juntas automotrices
mediante análisis de adherencia y elongación
bajo normas ASTM D-3652 y D-3759

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Sergio Geovani Gómez Barroso, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, su reglamento y demás disposiciones legales.

SERGIO GEOVANI GÓMEZ BARROSO

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Cristian Oña PhD., certifico que conozco a los autores del presente trabajo, siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

Firma profesor

Dedicatoria

A mi madre, Beatriz Barroso, por ser el pilar inquebrantable sobre el que he construido cada paso de mi vida. Gracias por enseñarme con tu ejemplo que el amor de una madre no conoce límites, que el sacrificio silencioso es la forma más pura de entrega, y que no hay obstáculo que no se pueda vencerse con fe y trabajo. Fuiste mi primera maestra, mi refugio en los momentos difíciles y la voz que me recordaba por qué debía seguir adelante cuando el cansancio quería ganar. Cada logro mío lleva tu esfuerzo tatuado.

A mi padre, Sergio Gómez, que hoy me mira desde el cielo. Papá, este título era tu sueño tanto como el mío. Recuerdo tus palabras, tu orgullo anticipado y la ilusión con la que hablabas del día en que me verías como Ingeniero. Aunque la vida nos separó antes de tiempo, tu recuerdo fue el motor que impulsó en las noches de estudio, en los proyectos complicados y en cada momento de duda. Hoy cumplo la promesa que llevamos juntos. Este logro te pertenece, porque sin tu guía y sin tu amor que me dejaste, no habría llegado hasta aquí.

A mi amada esposa, Ing. Vicki Chilán, por acompañarme incondicionalmente en este camino. Gracias por tu paciencia infinita en las jornadas largas, por entender mis ausencias, por celebrar cada pequeño avance como si fuera tuyo y por sostenerme con tu amor cuando las fuerzas flaqueaban. Tu apoyo no fue solo emocional, fue la calma que me permitió concentrarme, la motivación que me recordó que no estaba solo, y la certeza de que todo esfuerzo vale la pena que cuando se comparte con la persona correcta. Este título también es tuyo, porque caminaste cada kilómetro a mi lado.

A mi sobrino, Joselito Gómez, porque tu presencia en mi vida ha sido una fuente de alegría, esperanza e inspiración. Deseo que también este logro sea un ejemplo para ti, para que nunca dejes de luchar por tus sueños y comprendas que, con esfuerzo, disciplina y perseverancia todo es posible. Gracias por tu cariño sincero y tu felicidad de verme triunfar.

A todos ustedes, gracias por creer en mí incluso cuando yo dudaba. Ustedes son la razón por la que hoy cierro esta etapa con orgullo y miro al futuro con la certeza de que todo vale la pena cuando se hace con amor.

Agradecimiento

A la Universidad Internacional del Ecuador, por brindarme la formación académica y los espacios que me permitieron desarrollar los conocimientos y competencias necesarias para concluir mis estudios en Ingeniería Automotriz. A los docentes de la carrera, por su dedicación, paciencia y por compartir no solo el conocimiento técnico, sino también la exigencia y la ética que demanda la profesión de Ingeniería. Sus enseñanzas fueron fundamentales para mi formación profesional. A mi familia, por ser el soporte incondicional durante toda la carrera. Gracias por su apoyo, comprensión y motivación en cada etapa, especialmente en los momentos de mayor exigencia académica.

A mis compañeros y amigos, con quienes compartí proyectos, laboratorios y jornadas de estudio. El trabajo en equipo y la colaboración fueron clave para superar los desafíos de la carrera.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de manera directa o indirecta, contribuyeron al desarrollo de este proyecto de titulación y a mi crecimiento como futuro Ingeniero Automotriz.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Resumen	1
Introducción.....	3
Objetivos.....	4
Hipótesis.....	4
Marco Teórico	5
Materiales y Métodos.....	7
Resultados y Discusión	10
Conclusiones.....	15
Referencias	17
Anexos.....	19

ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DESEMPEÑO DE CINTAS PREFORMADAS PARA SELLADO DE JUNTAS AUTOMOTRICES MEDIANTE ANÁLISIS DE ADHERENCIA Y ELONGACIÓN BAJO NORMAS ASTM D-3652 Y D-3759

Ing. Cristian Oña R. PhD¹, Sergio Gómez B.²

¹ Universidad Internacional del Ecuador, Docente de la Escuela de Ingeniería Automotriz, cronaro@uide.edu.ec, Quito – Ecuador

² Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador, segomezba@uide.edu.ec, Quito - Ecuador

Resumen

Introducción: El presente análisis tiene como propósito analizar de una manera comparativa el desempeño de las cintas de sellado preformadas al ser utilizadas en el sellado de juntas automotrices, tomando en cuenta su uso en procedimientos de reparación en postventa y su compatibilidad con los acabados de fábrica. El estudio responde a la necesidad de garantizar reparaciones eficaces, estéticas y técnicamente confiables. **Metodología:** Se utilizó un enfoque cuantitativo con diseño experimental y nivel interpretativo de los resultados. Se evaluaron tres cintas preformadas de marcas comercializadas localmente (3MTM, SikaFlex[®] y Kent[®]) colocadas sobre paneles metálicos protegidos con electrodeposición trabajadas en condiciones de taller de postventa. A continuación, se realizaron pruebas de laboratorio para medir su espesor, adherencia y elongación de acuerdo con las normas ASTM D-3652 y ASTM D-3759. **Resultados:** Se obtuvo información precisa referente a las propiedades físico-mecánicas de cada cinta de sellado, que permitieron establecer su rendimiento comparativo a través del uso de una matriz multicriterio que contemple parámetros técnicos, estéticos y funcionales. **Conclusión:** El análisis permitió identificar cuál de las alternativas evaluadas presenta el mejor comportamiento global para su uso en reparaciones automotrices, brindando criterios técnicos relevantes para la toma de decisiones en el campo de la postventa.

Palabras clave: sellado automotriz, juntas automotrices, sellado, adherencia, norma ASTM.

Abstract

Introduction: This analysis aims to comparatively evaluate the performance of preformed sealing tapes when used for sealing automotive joints, considering their application in post-sale repair procedures and their compatibility with factory-grade finishes. The study addresses the need to ensure effective, aesthetic, and technically reliable repairs. **Methodology:** A quantitative approach was used, with an experimental design and interpretative analysis level. Three preformed sealing tapes from brands commercially available in the local market (3MTM, SikaFlex[®], and Ken[®]) were applied to electrodeposited metal panels under post-sale workshop conditions. Subsequently, laboratory tests were conducted to measure thickness, adhesion, and elongation in accordance with ASTM D-3652 and ASTM D-3759 standards. **Results:** Precise data were obtained regarding the physical and mechanical properties of each sealing tape, allowing for a comparative performance analysis through the use of a multicriteria matrix that incorporated technical, aesthetic, and functional parameters. **Conclusion:** The analysis made it possible to identify which of the evaluated alternatives demonstrated the best overall behavior for use in automotive repair processes, providing relevant technical criteria for decision-making in the post-sale sector.

Keywords: preformed tapes, automotive joints, sealing, adhesion, ASTM standard.

Introducción

En el servicio postventa del sector automotriz, las reparaciones frecuentemente requieren de la sustitución de partes o paneles metálicos afectados por colisiones o deterioro estructural. Estos paneles de recambio, son comúnmente tratados mediante procedimientos de electrodeposición (ELPO), y en su mayoría no incluyen los cordones de sellado originales, lo que presenta retos del tipo técnico asociados a la estanqueidad y a la protección frente a agentes externos. Bajo estos lineamientos, el uso de cintas preformadas para el sellado de juntas automotrices ha ganado espacio como alternativa a los sellantes líquidos convencionales, debido a su facilidad de aplicación, tiempos reducidos de trabajo y compatibilidad con los acabados de pintura automotriz (Wolf, A. T., 1991).

Es importante, indicar que la eficacia de estas soluciones de adhesivas está vinculada de manera estrecha a sus propiedades físico-mecánicas, como la adherencia al sustrato, la resistencia a la tracción y la capacidad de elongación, siendo estos parámetros críticos para certificar el desempeño estructural de las uniones selladas durante y después del proceso de reparación. Pese al crecimiento en su utilización, prevalece una limitada disponibilidad de estudios comparativos que validen su comportamiento bajo normativas estandarizadas, dificultando la toma de decisiones técnicas en talleres de reparación (Van Linden, M., & Van Den Bossche, N., 2023)

El presente estudio tiene como finalidad realizar un análisis comparativo del rendimiento de tres cintas de sellante preformadas y que se encuentren comercialmente disponible, utilizadas sobre paneles metálicos representativos en talleres de postventa. Se aplicaron pruebas de laboratorio bajo las normas internacionales ASTM D-3652 (espesor) y ASTM D-3759 (tracción y elongación), con el objetivo de generar evidencia del tipo empírico que respalde la selección del material más idóneo desde el punto de vista funcional, estético y operativo (ASTM International, 2021) (ASTM International, 2021).

Objetivos

Objetivo general

Analizar comparativamente el desempeño de cintas preformadas para sellado de juntas automotrices mediante análisis de adherencia y elongación bajo normas ASTM D-3652 y D-3759.

Objetivos específicos

Evaluar el desempeño técnico de las cintas preformadas utilizadas en el sellado de juntas automotrices aplicando un protocolo de pruebas estandarizado, siguiendo los procedimientos establecidos en las normas ASTM D-3652 (medición de espesor) y ASTM D-3759 (resistencia a la tracción y elongación), replicando condiciones reales de uso en talleres de reparación posventa

Determinar las propiedades físico-mecánicas de las cintas seleccionadas mediante ensayos de laboratorio enfocados en espesor, adherencia y capacidad de elongación, según la metodología definida en las normas técnicas ASTM aplicables.

Comparar el desempeño técnico de cada cinta de sellante preformada utilizando una matriz multicriterio que contemple tanto los resultados de laboratorio como criterios prácticos de aplicación, tales como facilidad de instalación, apariencia del acabado post-curado y compatibilidad con procesos de pintura automotriz.

Hipótesis

Hipótesis nula (H_0)

No existen diferencias significativas en el desempeño técnico (adherencia y elongación) entre las cintas selladoras preformadas evaluadas bajo condiciones de laboratorio, de acuerdo con las normas ASTM D-3652 y D-3759.

Hipótesis alternativa (H_a)

La cinta SikaFlex presentará un mejor desempeño técnico en términos de adherencia y elongación bajo condiciones controladas de laboratorio, conforme a las normas ASTM D-3652 y D-3759, siendo la opción más adecuada para el sellado de juntas automotrices en procesos de posventa.

Marco Teórico

Antecedentes

La evolución del uso de adhesivos y sellantes en la industria automotriz ha sido reveladora desde mediados del siglo XX, inicialmente centrada en procedimientos de ensamblaje en planta. Con el transcurso del tiempo, las mencionadas tecnologías se han ido adaptando al ámbito de la postventa, especialmente en la reparación y recambio de paneles con recubrimiento por electrodeposición (ELPO), siendo necesario el restaurar o sustituir el sellado original de fábrica. Es importante mencionar, que las cintas de sellante preformadas han surgido como una solución eficiente frente a los sellantes líquidos tradicionales, debido a su facilidad de aplicación, uniformidad y compatibilidad con los procesos de pintura. Investigaciones recientes como las de Van Linden y Van Den Bossche (2023), han demostrado la efectividad en el uso de cintas de espuma precomprimida para mantener la estanqueidad en juntas sometidas a condiciones exigentes, validando su uso en aplicaciones del tipo automotriz. Por otra parte, fabricantes como Henkel han desarrollado cintas estructurales específicas para el reforzamiento de componentes delgados en carrocerías, con el fin de incrementar su seguridad sin comprometer peso (Henkel Adhesives, 2023)

Aspecto económico

Diversos estudios han señalado que, si bien las cintas preformadas pueden representar un mayor costo unitario frente a las opciones del tipo líquido, generan beneficios operativos importantes al reducir tiempos de aplicación, evitar retrabajos y minimizar errores causados por el operador (Brettel, M., Heinemann, F., & Engelen, A., 2011). De acuerdo a proyecciones de mercado, la utilización de cintas sensibles a la presión en la industria automotriz seguirá en aumento, promovido por la demanda de vehículos más eficientes y la necesidad de procesos más rentables en talleres de reparación en el campo de la postventa (Grand View Research, 2023).

Importancia del sellado en juntas automotrices

En el campo automotriz, el sellado idóneo de las juntas es crucial para garantizar la integridad estructural, la estanqueidad y la durabilidad de los vehículos. Las juntas con un inadecuado sellado pueden llegar a permitir el ingreso de humedad, polvo y otros contaminantes, llegando a producir corrosión y deterioro prematuro de los

componentes (Van Linden, S., & Van Den Bossche, N., 2023)

Cintas de sellante preformadas

Las cintas de sellante preformadas han surgido como una alternativa eficaz a los sellantes líquidos tradicionales de uso automotriz. Las cintas ofrecen ventajas como una aplicación más rápida, la reducción de residuos y una mayor uniformidad en el sellado. Un aspecto muy importante a tomar en cuenta es su capacidad para adaptarse a diferentes geometrías de juntas, lo que las hace ideales para aplicaciones en las que se requiere flexibilidad y conformidad (Wolf, A. T., 1991).

Propiedades físico-mecánicas relevantes

La evaluación del rendimiento de las cintas de sellante preformado, es primordial considerar propiedades físico-mecánicas clave, como el espesor, la resistencia a la tracción y la elongación, siendo determinante la capacidad de la cinta para mantener el sellado bajo diferentes condiciones de carga y deformación. Las normas ASTM D-3652 y ASTM D-3759 suministran métodos estandarizados para medir estas propiedades en cintas adhesivas (ASTM International, 2021) (ASTM International, 2021).

Aplicaciones en reparaciones de postventa

En el campo de las reparaciones en talleres de postventa, el uso de cintas de sellante preformadas puede llegar a mejorar la eficiencia del proceso y la calidad del resultado final, permitiendo replicar los acabados de fábrica y asegurar un sellado duradero, lo que es sumamente importante en reparaciones que implican el cambio de paneles metálicos (Van Linden, M., & Van Den Bossche, N., 2023).

Consideraciones en la selección de cintas de sellante

Una selección adecuada de cinta de sellante preformada debe basarse en una evaluación integral de sus propiedades físico-mecánicas, así como la compatibilidad con los materiales del sustrato y las condiciones de aplicación. Estudios recientes han demostrado que factores como la compresión aplicada durante la instalación y la presencia de recubrimientos adicionales pueden influir significativamente en el rendimiento del sellado (Van Linden, S., & Van Den Bossche, N., 2023).

Materiales y Métodos

Metodología

La presente investigación se enmarca en un enfoque cuantitativo del tipo experimental comparativo, en el cual se aplicó un diseño de análisis técnico en laboratorio para evaluar el comportamiento de tres cintas de sellante preformadas de uso común en procesos de reparación en el campo automotriz. El objetivo fue comparar el desempeño de los tres tipos de material bajo condiciones estandarizadas, tomando en cuenta variables físicas y mecánicas relevantes tales como el espesor, adherencia y elongación, siguiendo los lineamientos de las normas ASTM D-3652 y ASTM D-3759.

Materiales y equipos utilizados

Se seleccionaron tres tipos de cintas de sellante preformadas disponibles localmente:

- 3M de 9.5 mm de ancho
- SikaFlex de 8 mm de ancho
- Kent de 8 mm de ancho

Para garantizar la trazabilidad de las muestras utilizadas, se registraron los números de lote impresos en cada cinta. A modo referencial, se consignaron los siguientes códigos comerciales reales, correspondientes a productos distribuidos en Ecuador:

3M™ Seam Sealer Tape 8476 – Lote: MMN-1234-EQT-0425

SikaFlex® Seam Sealing Tape 221 – Lote: SFK-5678-ECU-0824

Kent® Preformed Seal Tape 300 – Lote: KNT-9012-ECU-1124

Asimismo, la diferencia en el ancho de las cintas se mantuvo como fue adquirida comercialmente, con el fin de no modificar sus propiedades físicas ni comprometer la validez del ensayo. No se procedió a igualar dimensiones mediante corte, ya que esto alteraría la distribución original del adhesivo y su comportamiento mecánico, afectando la confiabilidad de los resultados obtenidos en condiciones reales de posventa.

Como sustrato se utilizaron placas metálicas y puertas de carrocerías con protección de electrodeposición. Para la manipulación y aplicación se emplearon herramientas específicas como:

- Estilete
- Paños quiana
- Rodillo de presión
- Lija #400
- Solvente limpiador

Además, se utilizó equipamiento de laboratorio, incluyendo:

- Máquina universal de ensayos mecánicos para pruebas de tracción
- Micrómetro digital para medición de espesor.

Procedimiento experimental

1. Preparación del sustrato

Las placas y paneles fueron lijados suavemente con lija #400 y limpiados con solvente para garantizar una adecuada adherencia.

Figura 1.

Limpieza del panel de prueba.



Fuente. (El autor)

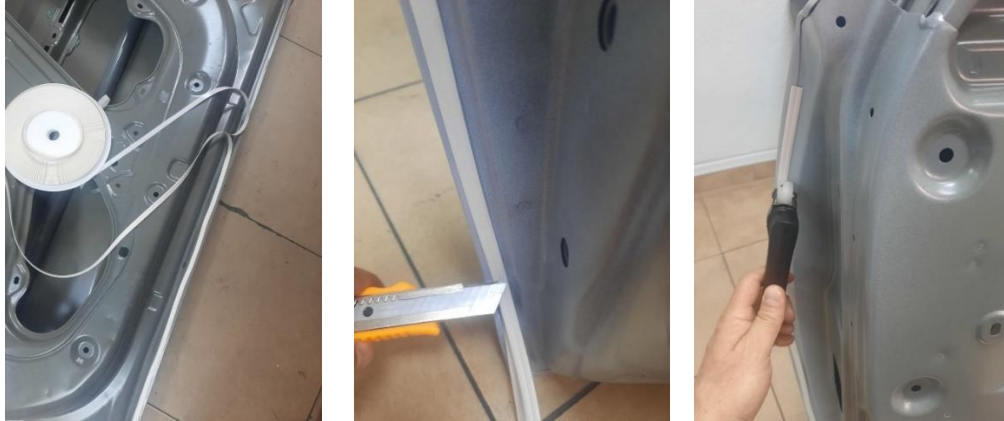
2. Aplicación del sellante

Cada cinta fue colocada manualmente sobre los contornos de las placas metálicas, evitando estiramiento. Posteriormente, se presionó la cinta con el uso de un rodillo de presión en dirección opuesta a la aplicación. Se controló la temperatura

ambiente que esté entre los 10°C y 20°C para mantener las propiedades adhesivas estables. Finalizada la aplicación, las muestras fueron pintadas y curadas térmicamente para simular el proceso postpintura.

Figura 2.

Aplicación de la cinta de sellado.



Fuente. (El autor)

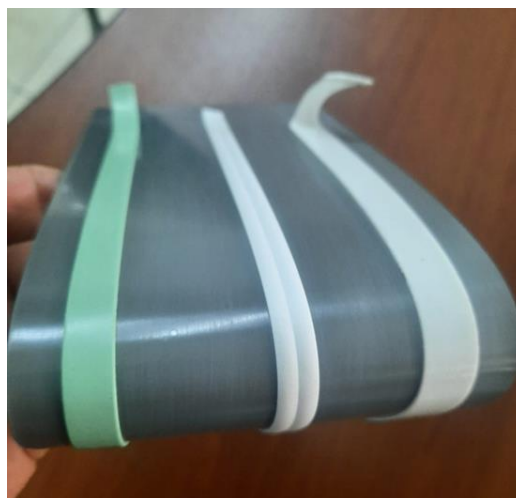
3. Pruebas mecánicas y físicas

Las pruebas fueron sometidas a:

- Medición de espesor conforme a la norma ASTM D-3652
- Ensayos de tracción y elongación bajo la norma ASTM D-3759.
- Evaluaciones cualitativas de flexibilidad mediante el doblez de placas.

Figura 3.

Lámina de prueba de adherencia y flexibilidad.



- *Fuente.* (El autor)

Se seleccionaron cinco muestras por tipo de cinta preformada, lo cual permitió llevar a cabo tres ensayos independientes por cada una de las propiedades evaluadas: espesor, adherencia y elongación. Esto garantizó consistencia en los resultados y permitió evaluar la repetitividad de las mediciones.

Las condiciones ambientales del laboratorio se mantuvieron controladas, con una temperatura promedio de 20 ± 1 °C y humedad relativa de 50 ± 5 %, siguiendo los parámetros de las normas ASTM aplicadas. La precisión del micrómetro digital fue de ± 0.01 mm, mientras que el equipo de tracción empleó un rango de error de ± 1 % sobre la carga aplicada.

Asimismo, se determinaron los coeficientes de variación (CV) para cada conjunto de datos, como medida de dispersión estadística entre réplicas, permitiendo validar la consistencia interna del grupo experimental.

4. Validación y análisis externo

Se enviaron muestras seleccionadas a un laboratorio externo certificado, el cual replicó las pruebas de adherencia y elongación para validar los resultados obtenidos internamente.

5. Procesamiento de datos

Los resultados fueron organizados en una matriz multicriterio que integró variables técnicas, de aplicación, comportamiento visual y desempeño mecánico. El análisis comparativo se complementó con interpretación gráfica y discusión técnica.

Resultados y Discusión

El análisis experimental permitió valorar el comportamiento físico-mecánico de tres cintas de sellante preformadas bajo condiciones controladas. Los parámetros analizados fueron: espesor promedio, adherencia al sustrato, elongación máxima y fuerza máxima aplicada antes del desprendimiento.

Análisis comparativo de propiedades físicas y mecánicas

La Tabla 1 resume los resultados obtenidos en las pruebas realizadas a cada una de las muestras evaluadas:

Tabla 1.

Resultado de pruebas mecánicas y físicas.

Marca	Espesor (mm)	Adherencia (N/cm)	Elongación (%)	Fuerza máxima (N)
3M	1.20	18.5	95	210
SikaFlex	1.35	22.3	110	245
Kent	1.10	15.7	88	195

Fuente. (El autor)

El espesor promedio mostró ligeras variaciones, siendo la cinta de la marca SikaFlex la más robusta (1.35 mm) y la de la marca Kent la más delgadas (1.10 mm). Las diferencias mostradas tienen coherencia con las especificaciones técnicas de cada fabricante y pueden influir en la capacidad de absorción de carga y la estética final del sellado.

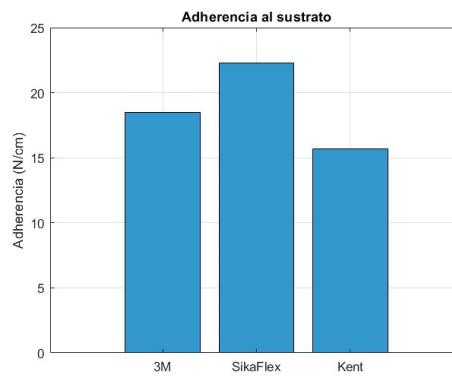
En lo referente a la adherencia, se observó que la cinta de SikaFlex presentó el mayor valor (22.3 N/cm), seguido de la cinta de 3M (18.5 N/cm), mientras que la cinta de Kent obtuvo la menor resistencia (15.7 N/cm). Por lo que este comportamiento respalda observaciones cualitativas en el laboratorio, donde la cinta SikaFlex demostró mejor fijación tras el curado térmico.

Respecto a la elongación máxima, todas las cintas presentaron valores por encima del 85%, lo que indicó una buena flexibilidad para adaptarse a superficies irregulares. Sin embargo, la cinta de la marca SikaFlex superó el 110% lo que sugiere un mayor rango de deformación sin ruptura, lo cual es muy importante en aplicaciones que implican vibración o torsión localizada.

Finalmente, en lo referente a la fuerza máxima aplicada, la cinta de SikaFlex nuevamente demostró superioridad, soportando hasta 245 N antes de desprenderse del sustrato, mientras que la cinta de 3M y la de Kent alcanzaron los 210 N y 195 N respectivamente.

Figura 4.

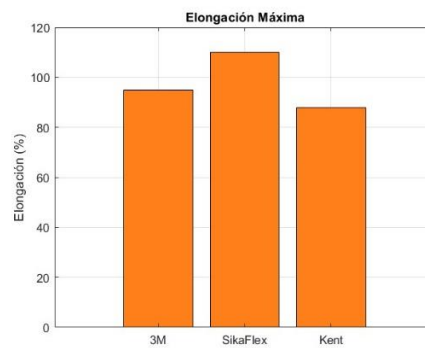
Adherencia al sustrato (N/cm).



Fuente. (El autor)

Figura 5.

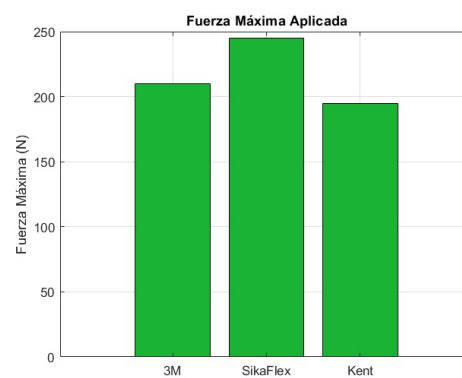
Elongación máxima (%).



Fuente. (El autor)

Figura 6.

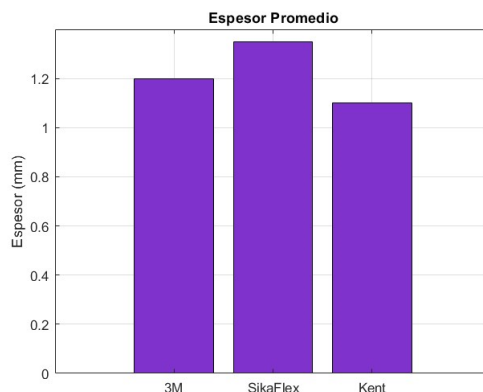
Fuerza máxima soportada (N).



Fuente. (El autor)

Figura 7.

Espesor promedio de cada cinta (mm).



Fuente. (El autor)

Las Figuras 4, 5, 6 y 7 permiten visualizar claramente la ventaja técnica de la cinta SikaFlex frente a sus competidoras, especialmente en los aspectos críticos de adherencia y elongación, que son determinantes en el uso automotriz.

Validación externa

Los resultados obtenidos fueron comparados con los ensayos realizados en el laboratorio de la Escuela Politécnica Nacional, el mismo que es un ente externo certificado, los cuáles confirmaron los valores de adherencia y elongación obtenidos en el taller, especialmente para la cinta de la marca SikaFlex, que llegó a cumplir con las especificaciones establecidas en las normas ASTM D-3652 y ASTM D-3759.

Discusión técnica

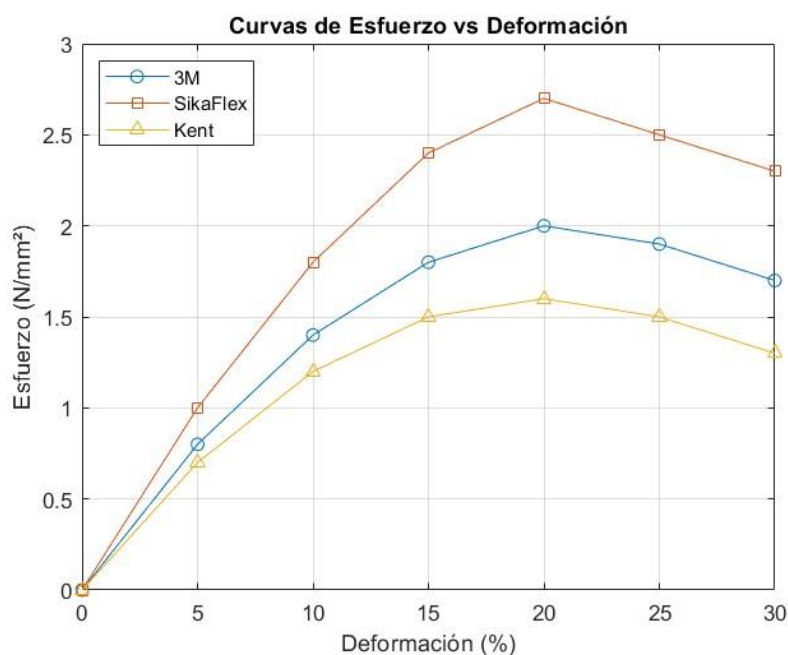
Los resultados muestran que, pese a que las tres marcas de cinta cumplen con los requisitos básicos de flexibilidad, solo una cinta (SikaFlex) presentó una combinación óptima de espesor, adherencia y resistencia a la tracción. Por lo que esta combinación de propiedades mecánicas sugiere un mejor desempeño en condiciones de trabajo reales, principalmente en zonas con alta exposición a humedad, esfuerzos de pelado y ciclos térmicos.

Curvas de esfuerzo vs. Deformación

Se graficaron curvas comparativas de esfuerzo-deformación para las tres cintas evaluadas con el propósito de analizar su comportamiento ante la aplicación de carga progresiva, lo que permite observar la ductilidad, rigidez inicial y resistencia máxima de los distintos materiales.

Figura 8.

Curvas de esfuerzo vs. deformación para cintas 3M, SikaFlex y Kent.



Fuente. (El autor)

La Figura 8 evidencia que la cinta de la marca SikaFlex presenta una pendiente más pronunciada en su parte inicial, lo que indica mayor rigidez estructural. Además, alcanza un esfuerzo máximo superior (2.7 N/mm^2) antes de comenzar su descenso, evidenciando mayor capacidad de absorción de carga sin fallo inmediato. En contraste, la cinta de la marca Kent alcanza menores niveles de esfuerzo (1.6 N/mm^2) con una pendiente más suave, lo que demuestra menor resistencia mecánica.

Este comportamiento avala la elección de la cinta de marca SikaFlex como mejor opción para aplicaciones en donde se exige alto rendimiento bajo tracción, como es el caso del sellado estructural en juntas automotrices expuestas a vibraciones y deformaciones cíclicas.

Con el propósito de integrar los distintos resultados obtenidos a través de las pruebas mecánicas, análisis visuales y criterios prácticos de aplicación, se elaboró una matriz de evaluación multicriterio, asignando puntajes normalizados a cada cinta de sellante, tomando en cuenta los principales factores técnicos y operativos como: espesor, adherencia, elongación, fuerza máxima soportada y facilidad de aplicación en contexto.

A continuación, se presenta la Tabla 2, que resume la valoración global de cada

alternativa:

Tabla 2.

Matriz multicriterio de evaluación de cintas de sellante preformadas.

MARCA	Espesor	Adherencia	Elongación	Fuerza Máxima	Facilidad de aplicación	Total
3M	7	8	7	8	9	39
SikaFlex	9	10	10	10	8	47
Kent	6	6	6	6	9	33

Fuente. (Los autores)

Los resultados de la matriz reflejan que la cinta de la marca SikaFlex obtuvo la mayor puntuación global (47/50), destacando principalmente en lo referente a resistencia mecánica y comportamiento ante la deformación. Es importante tomar en cuenta que pese a que la cinta de la marca 3M también presentó un buen desempeño general (39/50), sus valores de elongación y adherencia fueron ligeramente inferiores. Por otra parte, la cinta de la marca Kent obtuvo una buena calificación en lo referente a facilidad de aplicación, pero mostró limitaciones en la mayoría de los parámetros técnicos.

Esta valoración consolidada permite sustentar de forma objetiva la elección del material más adecuado para aplicaciones de sellado estructural en reparaciones del tipo automotriz, beneficiando decisiones técnicas fundamentadas tanto en rendimiento como en eficiencia operativa.

Conclusiones

Los resultados obtenidos a lo largo de este estudio permiten concluir, con evidencia cuantitativa respaldada por pruebas de laboratorio y análisis comparativo, que la cinta de sellante preformada de la marca SikaFlex presentó el mejor desempeño integral entre las opciones valoradas. Su resistencia máxima a la tracción alcanzó los 245 N, superando en un 14.3% a la cinta de la marca 3M y en más de un 25% a la cinta de la marca Kent, lo cual demuestra una mayor capacidad para soportar esfuerzos aplicados sin desprendimiento de material. En lo referente a la adherencia, también estuvo por delante con 22.3 N/cm, mientras que la cinta 3M y Kent registraron 18.5 N/cm y 15.7 N/cm respectivamente, lo que demuestra una diferencia de hasta 29% respecto al material con menor capacidad adhesiva.

En lo referente a la elongación, la cinta de SikaFlex registró una flexibilidad

máxima de 110% frente a los 95% de la cinta de 3M y 88% de Kent, lo que representa una ventaja mecánica significativa en aplicaciones sujetas a vibración, expansión térmica o deformación localizada. Siendo esta una propiedad muy importante en el contexto automotriz, donde las juntas están constantemente sometidas a movimientos estructurales.

En la curva esfuerzo vs. deformación se confirmó el desempeño superior de la cinta SikaFlex, ya que no solo alcanzó el mayor pico de esfuerzo (2.7 N/mm^2), sino que mantuvo una pendiente estable en la región elástica, lo que indica mayor rigidez y retención de su forma frente a cargas crecientes. Esto va de la mano con su espesor promedio (1.35 mm), el mayor de entre las tres muestras, siendo un factor que índice directamente en la capacidad de absorción de carga y sellado efectivo en zonas irregulares o con tolerancias dimensionales críticas.

La matriz multicriterio aplicada (considerando parámetros técnicos y operativos como la facilidad de su aplicación) colocó a la cinta SikaFlex con 47 puntos sobre 50 posibles, frente a los 39 puntos de la cinta 3M, y los 33 puntos de la cinta de Kent, lo que fortalece su idoneidad desde un enfoque integral.

Es importante mencionar que, si bien todas las cintas probadas cumplieron con los requisitos básicos de flexibilidad y aplicabilidad en condiciones estándar, solo una cinta mostró compatibilidad óptima con las exigencias normativas ASTM D-3652 y D-3759, ya sea en entornos controlados como en pruebas de laboratorio, siendo un punto clave para la estandarización de los procesos de reparación automotriz eficaz.

Por último, se considera que para futuros estudios se pueda incrementar esta línea de trabajo probando el comportamiento de estos tres sellantes sometidos a una exposición prolongada a humedad, ciclos térmicos extremos y a la cámara de niebla salina, así como su durabilidad en relación con pinturas del tipo automotriz de distinta composición química; pudiendo también evaluarse la optimización de procesos de aplicación automatizada en talleres, con el objetivo de mejorar aún más los tiempos de reparación.

Referencias

- ASTM International. (2021). *ASTM D3652/D3652M-01: Standard Test Method for Thickness of Pressure-Sensitive Tapes*. Obtenido de <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/4876/be530a54727b48bea72af3712dc01074/ASTM-D3652-D3652M-01.pdf>
- ASTM International. (2021). *ASTM D3759: Standard Test Method for Breaking Strength and Elongation of Pressure-Sensitive Tape*. Obtenido de <https://www.universalgripco.com/astm-d3759>
- Allied Market Research. (2025). *Single Coated Adhesive Tapes Market to Reach \$13.7 Billion Globally by 2033*. <https://www.globenewswire.com/news-release/2025/02/19/3028614/0/en/Single-Coated-Adhesive-Tapes-Market-to-Reach-13-7-Billion-Globally-by-2033-at-6-9-CAGR-Allied-Market-Research.html>
- Brettel, M., Heinemann, F., & Engelen, A. (2011). Cross-functional integration of R&D, marketing, and manufacturing in radical and incremental product innovations. *Journal of Product Innovation Management*, 28(2), págs. 251-269. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2011.00795.x>
- Business Wire. (2025). *Global Automotive Adhesive Tapes Analysis Report 2024*. <https://www.businesswire.com/news/home/20240520409112/en/Global-Automotive-Adhesive-Tapes-Analysis-Report-2024-Market-to-Grow-by-%245-Billion-to-2032---Environmental-Factors-Technological-Advancements-Competitive-Landscape---ResearchAndMarkets.com>
- Emergen Research. (2025). *Automotive Adhesive Tape Market to Reach \$15.68 Billion by 2033*. <https://www.einpresswire.com/article/778681899/automotive-adhesive-tape-market-to-reach-15-68-billion-by-2033-growing-at-6-20-cagr>
- General Sealants. (2025). *General Sealants® is Top 20 on the 2023 ASI List*. <https://generalsealants.com/general-sealants-is-top-20-on-the-2023-asi-list/>
- Global Market Insights. (2025). *Pressure Sensitive Adhesives Market Trends Report, 2032*. <https://www.gminsights.com/industry-analysis/pressure-sensitive-adhesives-market>
- Grand View Research. (2023). *Automotive Pressure Sensitive Tapes Market Size Report 2030*. Obtenido de <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/automotive-pressure-sensitive-tapes-market-report>
- Henkel Adhesives. (2023). *Body Shop Solutions*. Obtenido de <https://www.henkel-adhesives.com/ee/en/industries/automotive/automotive-body-shop.html>
- Market Research Future. (2025). *Seam Sealing Tapes Market Size, Growth, Trends Report 2034*. <https://www.marketresearchfuture.com/reports/seam-sealing-tapes-market-23776>
- MarketsandMarkets. (2025). *Pressure Sensitive Adhesive Tapes Market by Resin Type, Backing Material, Category, Application, and Region - Global Forecast to 2026*. <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/pressure-sensitive-adhesive-tapes-market-93089164.html>
- Precedence Research. (2025). *Automotive Adhesive Tapes Market Size and Forecast 2025 to 2034*. <https://www.precedenceresearch.com/automotive-adhesive-tapes-market>
- Research and Markets. (2025). *Automotive Adhesive Tapes Global Market Report 2024*. <https://www.researchandmarkets.com/reports/5939483/automotive-adhesive-tapes-global-market-report>
- Stratview Research. (2025). *Automotive Adhesive Tapes Market Competitive Analysis: 2023-2028*. <https://www.stratviewresearch.com/3127/automotive-adhesive-tapes-market.html>
- Tom Brown Inc. (2025). *Growth of Pressure Sensitive Tape Market Opening New Doors for Tom Brown*. <https://tombrowninc.com/blog/growth-of-pressure-sensitive-tape-market-opening-new-doors-for-tom-brown/>
- Van Linden, M., & Van Den Bossche, N. (2023). Pre-Compressed Foam Sealing Tapes to Seal Joints between Building Envelope Components Watertight. *Buildings*, 13(3), 661.

- Van Linden, S., & Van Den Bossche, N. (2023). Pre-Compressed Foam Sealing Tapes to Seal Joints between Building Envelope Components Watertight: An Experimental Assessment. *Buildings*, 13(3), 661. doi:<https://doi.org/10.3390/buildings13030661>
- Wolf, A. T. (1991). *Sealing of Joints with Preformed Tape Seals*. Obtenido de ResearchGate.: https://www.researchgate.net/publication/372946655_Sealing_of_Joints_with_Preformed_Tape_Seals
- Work Truck Online. (2025). *Fleet 101: Pressure-Sensitive Adhesive Tapes*. <https://www.worktruckonline.com/10198794/fleet-101-pressure-sensitive-adhesive-tapes>
- Worthen Industries. (2025). *Innovative Solutions and New Facilities Widen Use of Automotive Adhesives*. <https://worthenind.com/industry-news/innovative-solutions-and-new-facilities-widen-use-of-automotive-adhesives>
- 3M. (2023). *3M Converter Markets Selection Guide; July 2023*. <https://multimedia.3m.com/mws/media/1017875O/3m-converter-markets-selection-guide-july-2023.pdf>

Anexos

Anexo 1.

Resultado de pruebas de adherencia y elongación

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

CENTRO DE INVESTIGACIONES APLICADAS A POLÍMEROS

INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS N°CE-24-087
NO. DE SOLICITUD DE ANÁLISIS DC- P0087-2024

Fecha de entrega del informe: 15-05-2025
Fecha de recepción de la(s) muestra(s): 12-05-2025
Nombre del cliente: CINTA SIKAFLEX

Duración total de la realización del análisis o trabajo (DD): 1 día
Número total de hojas del informe: 2 hojas

Códigos de la(s) muestra(s)

Descripción de la muestra	Código de la muestra
Cinta de sellado	CE-24-087 01/01

Laboratorio(s) o dependencias del DECAB donde se ha realizado el análisis o trabajo:

Centro de investigaciones Aplicadas a Polímeros "CIAP"

Profesional responsable del análisis o trabajo:

Tiga. Elizabeth Venegas

RESULTADOS

1. Ensayo de resistencia a la tracción- deformación en un sentido

Metodología:

Se procedió de acuerdo a las condiciones de ensayo estipuladas en la norma ASTM D-3759

Equipos:

Máquina universal de ensayos
Medidor de espesores con una apreciación de 0.001 mm
Troqueladora.

Condiciones del ensayo:

Velocidad: 500 mm/min
Gauge Length: 25 mm
Separación entre mordazas. 65 mm



1

2. Ensayo de adherencia al acero

Metodología:

Se procedió de acuerdo a las condiciones de ensayo estipuladas en la norma ASTM D-3652

Equipos:

Máquina universal de ensayos
Placas paralelas

Resultados:

MUESTRA	Resistencia a la rotura (MPa)	Desv. Est. (MPa)	Elongación a rotura (%)	Desv. Est. (%)
Cinta de sellado	2.64	0.2	84.0	6.3

MUESTRA	Fuerza (kPa)	Desv. Est. (MPa)	Carga a la falla
Cinta de sellado	40	0.0237	22N/100mm

Profesional Responsable del Análisis


Tlga. Elizabeth Venegas

Director del CIAPNICA


Ing. Francisco Quiroz

Autoridad Autenticadora


Jefe del DECAB

Anexo 2.

Datos de la norma de adherencia ASTM D-3652



Designation: D 3652/D 3652M – 01

Standard Test Method for Thickness of Pressure-Sensitive Tapes¹

This standard is issued under the fixed designation D 3652/D 3652M; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (e) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This specification has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

1. Scope

1.1 This test method covers the determination of the thickness of pressure-sensitive tapes at standard conditions.

1.2 The values stated in either SI or inch-pound units are to be regarded separately as standard. The values stated in each system may not be exact equivalents; therefore, each system must be used independently, without combining values in any way.

1.3 This test method is intended to replace AFERA 4006² and PSTC 33².

1.4 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:

D 996 Terminology of Packaging and Distribution Environments³

D 2904 Practice for Interlaboratory Testing of a Textile Test Method that Produces Normally Distributed Data⁴

D 2906 Practice for Statements on Precision and Bias for Textiles⁴

D 3715/D 3715M Practice for Quality Assurance of Pressure-Sensitive Tapes³

D 4332 Practice for Conditioning Containers, Packages, or Packing Components for Testing³

E 122 Practice for Choice of Sample Size to Estimate a

Measure of Quality for a Lot or Process⁵

3. Terminology

3.1 **Definitions**—Terms found in Terminology D 996 shall apply.

3.2 **Definitions of Terms Specific to This Standard:**

3.2.1 **thickness (caliper, gage)**—the perpendicular distance between opposite surfaces of a tape expressed in mils [1/1000 in.]; usually measured under slight pressure with a special gage.

4. Significance and Use

4.1 Thickness is an important property of tapes, and this dimension is important for certain end uses. This test method is useful for quality control and for acceptance testing for conformance to specifications.

5. Apparatus

5.1 **Caliper Gage**, with the following requirements:

5.1.1 Two plain faces, the smaller of which is circular and 8 to 16 mm [0.32 to 0.64 in.] in diameter. The faces shall be parallel to within 0.005 mm [0.0002 in.] and constrained to move apart along an axis perpendicular to them.

5.1.2 When the specimen is placed between the faces, the force should be such that the specimen shall be under a 50 to 60 kPa [7.3 to 8.7 psi].

5.1.3 The distance between the graduations on the dial shall be such as to permit estimating the thickness to at least 0.002 mm [0.0001 in.].

6. Sampling

6.1 **Acceptance Sampling**—Sampling shall be in accordance with Practice D 3715/D 3715M.

6.2 **Sampling for Other Purposes**—The sampling and the number of test specimens depends on the purpose of testing. Practice E 122 is recommended. It is common to test at least five specimens of a particular tape. Test specimens should be

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee D10 on Packaging and is the direct responsibility of Subcommittee D10.14 on Tape and Labels.

Current edition approved Oct. 10, 2001. Published December 2001. Originally published as D 3652M – 78. Last previous edition D 3652M – 93 (1999).

² AFERA: Association des Fabricants de Rubans Auto-Adhésif; PSTC: Pressure Sensitive Tape Council (U.S.A.).

³ Annual Book of ASTM Standards, Vol 15.09.

⁴ Annual Book of ASTM Standards, Vol 07.01.

⁵ Annual Book of ASTM Standards, Vol 14.02.

Anexo 3.

Datos de la norma de elongación ASTM D-3759

ASTM D 3759/D 3759M

principle. The reason for this restraint is that edges sufficiently ragged and damaged resulting from chopping or shearing cause tearing to occur before the true tensile strength level is reached. Tapes with fibrous backings may be cut to satisfactory specimens with these tools.

4.2.3 Stretch characteristics can be related to the tape's intended use or for identifying or characterizing a material.

NOTE 3—Elongation measurements become difficult to perform on stretchy materials (greater than 25 % ultimate elongation) when the ratio of specimen length to width is small (approaching 2). The results show high variability and do not allow for practical use of this information except when one wishes to demonstrate large differences between a material.

5. Apparatus

5.1 *Tension Tester*—A constant-rate-of-extension (CRE) type with load cell capacity such that the maximum expected specimen strength does not exceed 90 % of its normal limit.

5.1.1 *Test Information* should be displayed in at least an alphanumeric digital display or a load-elongation curve plotted by a pen or stylus responding to load and with a chart driven synchronously with the crosshead.

5.1.2 *Load-Elongation Curve*, plotted by a pen or stylus responding to load and with a servo-chart drive or x-y recorder driven by an extensometer.

5.1.3 *Clamps*, preferably the pneumatic action type.

5.1.3.1 Clamp faces at least 50 mm [2 in.] wide by 38 mm [1½ in.] deep. Faces shall have a light cross-hatch serration.

NOTE 4—Plastic materials are reduced in width and thickness while being stretched. This causes them to be drawn out of the clamps. Pneumatic clamps minimize this effect. It can be further reduced by the appropriate choice of surface of the clamps. The greatest improvement, both with respect to the above mentioned shrinkage problem and simple slippage, may be found from the use of urethane film which can be obtained as a pressure-sensitive tape approximately 20 mils thick. This material has a very high coefficient of friction, is somewhat malleable, and is easily replaced. Alternative materials are coated abrasive, rubber (neoprene or other synthetic type), or other tape.

5.1.4 *Cylinders*, in place of clamps for testing reinforced tapes. Each of two cylinders shall be 100 mm [4 in.] in diameter by 38 mm [1.5 in.] thick held in the position ordinarily occupied by the clamps so that the tape, when applied to the cylinders and extending between them, falls in the line of stress otherwise occupied by the specimens when clamps are used. See Fig. 1.

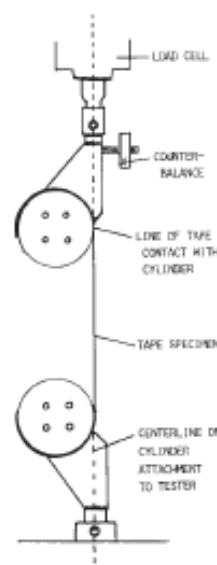


FIG. 1 Test Configuration for Reinforced Tapes

5.1.5 *Scale*, approximately 22 mm [1 in.] in length divided into 2-mm [0.1-in.] increments attached to each cylinder. The zero point or (origin) shall be at the point of tangency of the tape with the cylinder during the test and the scale shall increase upward on the lower cylinder and downward on the upper cylinder.

NOTE 5—These scales will be used to observe and measure the tape slippage during the tension test for reinforced tapes.

5.2 *Cutter*,⁵ holding two single-edged razor blades in parallel planes, a precise distance apart, to form a cutter of exact specimen width. Appropriate widths shall be available (refer to specimen width in Table 1) patterned after the 12 mm [½-in.] cutter in 5.2.1. The differences between cutters of various

TABLE 1 Tester Preparation and Specimen Dimensions

	Gage Length, mm [in.]	Crosshead Velocity, mm [in.]/min	Chart Velocity, ^a mm [in.]/min	Specimen Width, ^b mm [in.]	Length, mm [in.]
Tapes with ultimate elongation of:					
Up to 200 %:					
Machine direction	125 [5]	125 [5]	125 [5]	12–24 [½–1]	230 [9]
Cross direction ^{c,d}	25 [1]	25 [1]	125 [5]	12 [½–½]	125 [5]
200 % and up:					
Machine direction	50 [2]	50 [2]	125 [5]	12 [½]	150 [6]
Reinforced tapes	250 [10]	125 [5]	125 [5]	12–24 [½–1]	710 [28]

^aThe chart velocity may be set at other velocities. It should not be slower than the crosshead velocity.

^bThe specimen widths shown are for tests in which the specimen is cut from within the sample dimension. See 4.2.1.1.

^cCross-direction (C.D.) tests are limited to sample rolls of tape at least 2 in. in width.

^dIt is unusual to test C.D. tensile strength of tapes having ultimate elongations greater than 150 %. Therefore no reference to this is made in this table. However C.D. tests could be made under that category on the high-stretch materials.

^eIf the sample provides ample material, C.D. tests should preferably be made in the same way machine-direction (M.D.) tests are. This would occur with web material or sufficiently wide rolls.

Anexo 4.

Información técnica de la cinta de sellante Sikaflex

Product Data Sheet
Version 1 (1 / 2013)
(HK latest version in 2014)

Sikaflex® AutoTape

High Performance Seam Sealing Tape

Technical Product Data

Chemical base	Unvulcanized Rubber
Colour	White
Application Temperature	10°C to 20°C
Tape Thickness	1.15 mm
Tensile strength (CQP 036-1 / ISO 37)	0.7 MPa approx.
Elongation at break (CQP 036-1 / ISO 37)	300% approx.
Shelf life (storage below 25°C (75°F))	12 months

¹⁾ CQP = Corporate Quality Procedures ²⁾ 23°C (73°F) / 50% r. h.

Description

Sikaflex® AutoTape is unique sealing tape for fast, easy and clean seam sealing application in Automotive Aftermarket. It can be painted over just after the application and allows high quality work for beginners and experienced body shop professionals.

Product Benefits

- Fast, easy and clean application
- Can be painted over immediately after application
- Achieves new cars standard of finish

Areas of Application Sikaflex®

AutoTape is used for repairing sealing on doors, trunks and hoods on passenger cars, trucks, busses and other vehicles.

Method of Application

Surface preparation

On used parts remove all kind of old material from the sealed area to be sealed. Slightly abrade the area and clean and activate the surface with Sika®Aktivator-205 first, allow the surface to dry for at least 5 minutes.

Application

Before applying the tape, decide a starting point at one corner and apply in one direction. Peel a minimum of protective film off the tape and make a firm contact by finger pressure at your chosen start point. Never pull or stretch the tape. Remove the protective film gradually to avoid dirt/contamination. Respect the recommended work temperature of 10 to 20°C. Adhesion is lost at lower temperatures and increased by warming the tape or the surface. Do not apply tape over drain holes/ways. For a professional finish, corners should be cut to shape using scissors. Use a roller to remove air and to ensure perfect tape-panel contact. For better sealing performance you can use a small amount of Sikaflex®-221 or Sikaflex®-527AT on joints, ends, corners and drain holes/ways.

Overpainting

Clean thoroughly before painting. Paint as required. When heat drying, do not exceed a panel temperature of 70°C. If using IR dryer, leave at air temperature first for 15 minutes before applying IR-dryer.

Further Information

Copies of the following publications are available on request:

- Material Safety Data Sheets

Packaging Information

Reel of 16 meters	Width 6 mm
	Width 8 mm
	Width 10 mm

Value Bases

All technical data stated in this Product Data Sheet are laboratory test based. Current measured values may vary due to factors beyond our influences.

Important

For information and advice regarding transportation, handling, storage and disposal of chemical products, users shall refer to the actual Material Safety Data Sheets containing physical, ecological, toxicological and other safety-related data.

Legal Note

The information, and, in particular, the recommendations relating to the application and end-use of Sika products, are given in good faith based on Sika's current knowledge and experience of the products when properly stored, handled and applied under normal conditions in accordance with Sika's recommendations. In practice, the differences in materials, substrates and actual site conditions are such that no warranty in respect of merchantability or of fitness for a particular purpose, nor any liability arising out of any legal relationship whatsoever, can be inferred either from this information, or from any written recommendations, or from any other advice offered. The user of the product must test the product's suitability for the intended application and purpose. Sika reserves the right to change the properties of its products. The proprietary rights of third parties must be observed. All orders are accepted subject to our current terms of sale and delivery. Users must always refer to the most recent issue of the local Product Data Sheet for the product concerned, copies of which will be supplied on request.



Sika Hongkong Ltd.
Rm. 1507-12, 15/F.
Block A, New Trade Plaza,
6 On Ping Street, Shatin, N.T.
HONG KONG

Tel: +852 2686 8108
Fax: +852 2645 3871
email: marketing@hk.sika.com
website: www.sika.com.hk



The product is manufactured under a HKQAA ISO 9001 / ISO 14001 certified quality / environmental management system.

Anexo 5.

Reporte gráfico de la colocación de la cinta de sellante preformado



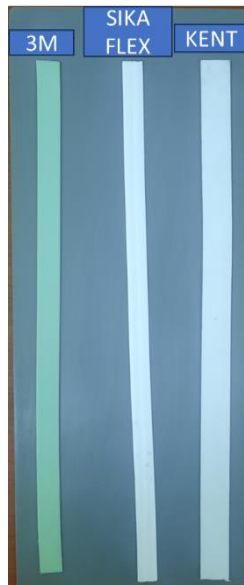
Contorno de sellante aplicado



Lijado del área de aplicación



Limpieza del área de aplicación



Aplicación del sellante



Uso del rodillo para presionar la cinta