



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica

**MÉTODO FRY DE RESTAURACIÓN DE IDENTIFICACIONES DE CHASIS COMO  
PRUEBA METALGRÁFICA DESTRUCTIVA PARA LA INVESTIGACIÓN FORENSE**

**Víctor Manuel Girón Rodríguez**

Asesorado por el Ing. César Leobardo Rodríguez Juárez

Guatemala, agosto de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MÉTODO FRY DE RESTAURACIÓN DE IDENTIFICACIONES DE CHASIS COMO  
PRUEBA METALGRÁFICA DESTRUCTIVA PARA LA INVESTIGACIÓN FORENSE**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**VÍCTOR MANUEL GIRÓN RODRÍGUEZ**

ASESORADO POR EL ING. CÉSAR LEOBARDO RODRÍGUEZ JUÁREZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO**

GUATEMALA, AGOSTO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

|            |                                     |
|------------|-------------------------------------|
| DECANO     | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos     |
| VOCAL I    | Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno |
| VOCAL II   | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  |
| VOCAL III  | Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa |
| VOCAL IV   | Br. Narda Lucía Pacay Barrientos    |
| VOCAL V    | Br. Walter Rafael Véliz Muñoz       |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez     |

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

|            |   |
|------------|---|
| DECANO     | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos         |
| EXAMINADOR | Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma      |
| EXAMINADOR | Ing. Julio César Molina Zaldaña         |
| EXAMINADOR | Ing. Walter Guillermo Castellanos Rojas |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez         |

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **MÉTODO FRY DE RESTAURACIÓN DE IDENTIFICACIONES DE CHASIS COMO PRUEBA METALGRÁFICA DESTRUCTIVA PARA LA INVESTIGACIÓN FORENSE**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 24 de octubre de 2011.

A handwritten signature in black ink, enclosed within an oval-shaped border. The signature is cursive and appears to read 'Victor Manuel Girón Rodríguez'.

**Víctor Manuel Girón Rodríguez**

Guatemala, 15 de julio de 2014

Ingeniero  
Julio Cesar Campos Paiz  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala


Ingeniero Campos

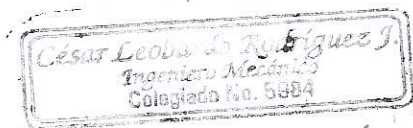
Atentamente me permito comunicarle, que he tenido a la vista y llevado a cabo la revisión final del trabajo de graduación del estudiante Victor Manuel Girón Rodríguez, carné universitario 1996-15965 titulado "MÉTODO FRY DE RESTAURACIÓN DE IDENTIFICACIONES DE CHASIS COMO PRUEBA METALOGRAFICA DESTRUCTIVA PARA LA INVESTIGACIÓN FORENSE" .

Después de realizar las revisiones correspondientes, he encontrado que cumple con los objetivos planteados y además, se ajusta al contenido indicado y autorizado según protocolo, procediendo por este medio a su aprobación final.

El autor y el suscrito asesor de este trabajo de graduación, nos hacemos responsables por el contenido y conclusiones que en este se expone.

Atentamente

  
Ing. César Leobardo Rodríguez Juárez  
Colegiado 5984  
ASESOR





**USAC**

TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.Mecanica.146.2014

El Coordinador del Área de Complementaria, de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado **MÉTODO FRY DE RESTAURACIÓN DE IDENTIFICACIONES DE CHASIS COMO PRUEBA METALOGRAFICA DESTRUCTIVA PARA LA INVESTIGACIÓN FORENSE**. Del estudiante **Víctor Manuel Girón Rodríguez**, recomienda su aprobación.

**"Id y Enseñad a Todos"**



Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez  
Coordinador del Área de Complementaria  
Escuela de Ingeniería Mecánica

Guatemala, julio de 2014.



**USAC**

TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.Mecanica.191.2014

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, con la aprobación del Coordinador del Área de Complementaria del trabajo de graduación **MÉTODO FRY DE RESTAURACIÓN DE IDENTIFICACIONES DE CHASIS COMO PRUEBA METALOGRAFICA DESTRUCTIVA PARA LA INVESTIGACIÓN FORENSE.** Del Estudiante **Víctor Manuel Girón Rodríguez,** procede a la autorización del mismo.

*"Id y Enseñad a Todos"*

MA Ing. Julio Cesar Campos Paiz  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, Agosto de 2014.

Universidad de San Carlos  
de Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 415.2014

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al Trabajo de Graduación titulado: **MÉTODO FRY DE RESTAURACIÓN DE IDENTIFICACIONES DE CHASIS COMO PRUEBA METALGRÁFICA DESTRUCTIVA PARA LA INVESTIGACIÓN FORENSE**, presentado por el estudiante universitario **Víctor Manuel Girón Rodríguez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 19 de agosto de 2014

/gdech





## **ACTO QUE DEDICO A:**

**Mis padres Víctor Manuel  
Girón y Dora Luz  
Rodríguez**

Por traerme a este mundo a vivir y experimentar todo el amor, sabiduría, paciencia, entrega, valores, principios y ejemplo que ustedes me han dado para poder llegar a ser una buena persona y un profesional universitario, los amo.

**Mis hermanos Luz, Boris  
y Nidia Girón Rodríguez**

Por su ejemplo, apoyo, perseverancia y unión, sigamos adelante los quiero mucho.

**Mi esposa Elisa Sandoval**

Por tu ejemplo como profesional para poder llegar a esta meta, estar siempre a mi lado en los buenos y difíciles momentos que hemos pasado juntos como pareja, todo el amor que buscaba en la vida lo encontré en ti, te amo Elisa.

**Mis hijos Andrés y Pablo  
Girón Sandoval**

Por llenarme de luz, alegría, fortaleza y enseñarme a ser padre cada día de mi vida, los amo ángeles lindos.

**Mis suegros y cuñadas**

Por recibirme en su familia y formar parte de ella.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

|  |   |
|--|---|
| <b>Dios, la Virgen y Jesús</b>   | Por responder siempre mis oraciones y por darme fortaleza para poder llegar al término de una meta más en mi vida.        |
| <b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>  | Por abrir las puertas de la ciencia y el conocimiento y ser un templo del saber.  |
| <b>Los excelentes<br/>catedráticos de la<br/>Facultad de Ingeniería</b>  | Por impartir sus experiencias y conocimientos para forjar a profesionales que le den a nuestra Guatemala un mejor futuro. |
| <b>Ingeniero César Leobardo<br/>Rodríguez Juárez</b>   | Por su entrega, dedicación y paciencia para que este trabajo llegue a su culminación                                      |
| <b>Todas aquellas personas<br/>directas o indirectas que<br/>se involucraron en la<br/>realización de este trabajo<br/>de graduación</b> | Por su ayuda y conocimiento.  |

# ÍNDICE GENERAL

|   |      |
|---|------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....   | V    |
| GLOSARIO .....  | XI   |
| RESUMEN .....   | XV   |
| OBJETIVOS .....   | XVII |
| INTRODUCCIÓN .....  | XIX  |
| <br>  |      |
| 1. DATOS GENERALES .....  | 1    |
| 1.1. Historia de la identificación de vehículos .....   | 1    |
| 1.1.1. Vehicle Identification Number (VIN) .....  | 1    |
| 1.1.2. Normas ISO 3779 VIN .....  | 2    |
| 1.2. Identificación de chasis .....   | 4    |
| 1.2.1. Identificación de chasis de vehículos fabricados para<br>mercado norteamericano .....  | 5    |
| 1.2.2. Identificación de chasis de vehículos fabricados para<br>mercado europeo .....         | 39   |
| 1.2.3. Identificación de chasis de vehículos fabricados para<br>mercado latinoamericano ..... | 53   |
| 1.3. Deformación del metal y sus efectos .....  | 72   |
| 1.3.1. Deformación plástica .....   | 73   |
| 1.3.2. Esfuerzo cizallante crítico en la deformación plástica .....                           | 76   |
| 1.3.3. Maclaje .....  | 78   |
| 1.3.4. Deformación de los cristales .....   | 81   |
| 1.3.5. Corrosión .....  | 84   |
| 1.3.5.1. Corrosión galvánica .....  | 85   |
| 1.3.5.2. Corrosión galvánica microscópica .....   | 86   |

|          |  |     |
|----------|--|-----|
| 1.3.5.3. | Aleaciones monofásicas .....                     | 89  |
| 2.       | MÉTODOS DE ESTAMPADO .....                       | 91  |
| 2.1.     | Grabado por rodillo .....                        | 92  |
| 2.2.     | Troquelado .....                                 | 94  |
| 2.3.     | Grabado con pin y matriz de puntos .....         | 98  |
| 2.4.     | Efectos del grabado .....                        | 100 |
| 3.       | OBLITERACIONES .....                             | 101 |
| 3.1.     | Qué es una obliteración .....                    | 101 |
| 3.2.     | Tipos de obliteraciones .....                    | 102 |
| 3.2.1.   | Esmerilado .....                                 | 102 |
| 3.2.2.   | Martillado o punzado .....                       | 102 |
| 3.2.3.   | Caracteres estampados sobre los originales ..... | 104 |
| 3.2.4.   | Rayado .....                                     | 106 |
| 3.2.5.   | Injerto .....                                    | 107 |
| 3.3.     | Aspectos que indican obliteración .....          | 115 |
| 4.       | RESTAURACIÓN DE LA IDENTIFICACIÓN ORIGINAL ..... | 117 |
| 4.1.     | Reflexión especular .....                        | 117 |
| 4.2.     | Tipos de restauración .....                      | 118 |
| 4.2.1.   | Total .....                                      | 118 |
| 4.2.2.   | Parcial .....                                    | 119 |
| 4.2.3.   | Nula .....                                       | 120 |
| 4.3.     | Pasos a seguir en la restauración .....          | 121 |
| 4.3.1.   | Ubicar área .....                                | 121 |
| 4.3.2.   | Limpiar área .....                               | 121 |
| 4.3.3.   | Prueba tape y fotografías .....                  | 123 |
| 4.3.4.   | Identificar obliteración .....                   | 124 |

|                       |   |     |
|-----------------------|---|-----|
| 4.3.5.                | Pulido .....  | 124 |
| 4.3.6.                | Aplicar químico .....   | 125 |
| 4.3.7.                | Anotaciones .....   | 130 |
| 4.3.8.                | Neutralización .....  | 130 |
| 4.3.9.                | Precauciones .....  | 132 |
| 4.4.                  | Métodos de restauración destructiva .....                     | 132 |
| 4.4.1.                | Métodos químico para metales ferrosos .....                   | 136 |
| 4.4.1.1.              | Reactivo de Davis .....                                       | 137 |
| 4.4.1.2.              | Reactivo de Turner .....                                      | 137 |
| 4.4.1.3.              | Reactivo Fry .....  | 138 |
| 4.4.2.                | Métodos químicos para metales no ferrosos .....               | 139 |
| 4.4.2.1.              | Cloruro férrico .....   | 140 |
| 4.4.2.2.              | Cloruro férrico ácido .....                                   | 140 |
| 4.4.2.3.              | Ácido nítrico/fosfórico .....                                 | 141 |
| 4.5.                  | Detención del proceso de restauración por el método Fry ..... | 142 |
| 4.6.                  | Efectos del cobre sobre la salud .....                        | 143 |
| CONCLUSIONES .....    |   | 145 |
| RECOMENDACIONES ..... |   | 147 |
| BIBLIOGRAFÍA .....    |   | 149 |
| ANEXOS .....          |   | 151 |



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1.  | División de VIN (Número de Identificación de Vehículos) .....                           | 3  |
| 2.  | Identificación de chasis estampada en pared de fuego .....                              | 5  |
| 3.  | Identificación de chasis estampada en parte superior derecha de<br>pared de fuego ..... | 6  |
| 4.  | Identificación de chasis estampada en pared de fuego 1 .....                            | 7  |
| 5.  | Identificación de chasis estampada en pared de fuego 2 .....                            | 8  |
| 6.  | Identificación de chasis estampada en poste de puerta delantera<br>izquierda .....      | 8  |
| 7.  | Identificación de chasis estampada en parte inferior de asiento<br>de copiloto .....    | 9  |
| 8.  | Identificación de chasis estampada en riel derecho .....                                | 10 |
| 9.  | Identificación de chasis estampada al costado derecho del asiento<br>del copiloto ..... | 10 |
| 10. | Identificación de chasis en estilo baúl recortado .....                                 | 11 |
| 11. | Identificación de chasis en estilo sedán .....  | 12 |
| 12. | Identificación de chasis en camionetilla debajo de asiento<br>de copiloto .....         | 13 |
| 13. | Identificación de chasis en pared de fuego en camionetilla .....                        | 13 |
| 14. | Identificación de chasis en camionetilla con tracción en las<br>cuatro llantas .....    | 14 |
| 15. | Identificación de chasis en camioneta .....   | 14 |

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 16. | Identificación de chasis en microbús o panel .....                        | 15 |
| 17. | Identificación de chasis en estilo baúl recortado 1 .....                 | 16 |
| 18. | Identificación de chasis en estilo baúl recortado 2 .....                 | 17 |
| 19. | Identificación de chasis en camionetilla debajo de asiento.....           | 18 |
| 20. | Identificación de chasis en pared de fuego .....                          | 18 |
| 21. | Identificación de chasis arriba de pared de fuego .....                   | 19 |
| 22. | Identificación de chasis en pared de fuego .....                          | 20 |
| 23. | Identificación de chasis en riel o larguero .....                         | 21 |
| 24. | Identificación de chasis en pared de fuego 1 .....                        | 21 |
| 25. | Identificación de chasis en pared de fuego 2 .....                        | 22 |
| 26. | Identificación de chasis en pared de fuego 3 .....                        | 23 |
| 27. | Identificación de chasis en pared de fuego lado derecho 1 .....           | 24 |
| 28. | Identificación de chasis en pared de fuego lado derecho 2 .....           | 25 |
| 29. | Identificación de chasis en riel lado derecho parte trasera 1 .....       | 25 |
| 30. | Identificación de chasis en riel lado derecho parte trasera 2 .....       | 26 |
| 31. | Identificación de chasis en pared de fuego 1 .....                        | 27 |
| 32. | Identificación de chasis en pared de fuego 2 .....                        | 28 |
| 33. | Identificación de chasis en parte inferior del asiento del copiloto ..... | 28 |
| 34. | Identificación de chasis en pared de fuego lado derecho .....             | 29 |
| 35. | Identificación de chasis en parte inferior del asiento del copiloto ..... | 30 |
| 36. | Identificación de chasis en riel lado derecho debajo de la puerta .....   | 30 |
| 37. | Identificación de chasis en riel lado derecho .....                       | 31 |
| 38. | Identificación de chasis en microbús o panel .....                        | 32 |
| 39. | Identificación de chasis en pared de fuego .....                          | 33 |
| 40. | Identificación de chasis en parte inferior de asiento de copiloto .....   | 33 |
| 41. | Identificación de chasis en pared de fuego .....                          | 34 |
| 42. | Identificación de chasis en parte inferior de asiento de copiloto .....   | 35 |
| 43. | Identificación de chasis en camioneta con chasis tipo bastidor .....      | 36 |



|     |  |    |
|-----|--|----|
| 44. | Identificación de chasis en riel lado derecho .....  | 37 |
| 45. | Identificación de chasis en monocasco o autoportante .....                                 | 38 |
| 46. | Identificación de chasis en bastidor .....   | 38 |
| 47. | Identificación de chasis en amortiguador delantero derecho .....                           | 40 |
| 48. | Identificación de chasis para vehículos sedán, camionetilla y deportivos .....             | 41 |
| 49. | Identificación de chasis para vehículos tipo camioneta .....                               | 42 |
| 50. | Identificación de chasis para vehículos tipo picop .....                                   | 43 |
| 51. | Identificación de chasis para vehículos tipo microbús o panel .....                        | 44 |
| 52. | Identificación de chasis para vehículos tipo baul recortado.....                           | 45 |
| 53. | Identificación de chasis para vehículos tipo monocasco .....                               | 45 |
| 54. | Identificación de chasis para vehículos tipo bastidor .....                                | 46 |
| 55. | Identificación de chasis para vehículos tipo monocasco .....                               | 47 |
| 56. | Identificación de chasis para camionetas tipo monocasco .....                              | 48 |
| 57. | Identificación de chasis para vehículos tipo bastidor .....                                | 49 |
| 58. | Identificación de chasis para vehículos tipo monocasco en pared de fuego .....             | 50 |
| 59. | Identificación de chasis para vehículos tipo monocasco debajo de asiento de copiloto ..... | 51 |
| 60. | Identificación de chasis para vehículos tipo bastidor .....                                | 52 |
| 61. | Identificación de chasis para vehículos tipo monocasco 1 .....                             | 55 |
| 62. | Identificación de chasis para vehículos tipo monocasco 2 .....                             | 56 |
| 63. | Identificación de chasis para vehículos tipo bastidor .....                                | 56 |
| 64. | Identificación de chasis para vehículos tipo microbús o panel .....                        | 57 |
| 65. | Identificación de chasis para vehículos tipo monocasco .....                               | 58 |
| 66. | Identificación de chasis para vehículos tipo bastidor .....                                | 59 |
| 67. | Identificación de chasis para vehículos tipo monocasco o autoportante .....                | 60 |

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 68. | Identificación de chasis para vehículos tipo picop .....   | 61 |
| 69. | Identificación de chasis para vehículos tipo microbús o panel .....  | 62 |
| 70. | Identificación de chasis para vehículos tipo monocasco o<br>autoportante .....                             | 63 |
| 71. | Identificación de chasis para vehículos tipo bastidor .....  | 64 |
| 72. | Identificación de chasis para vehículos tipo monocasco o<br>autoportante .....                             | 65 |
| 73. | Identificación de chasis para vehículos tipo monocasco .....   | 66 |
| 74. | Identificación de chasis para vehículos tipo bastidor .....  | 67 |
| 75. | Identificación de chasis para vehículos tipo microbús o panel .....  | 68 |
| 76. | Identificación de chasis para vehículos tipo monocasco en<br>pared de fuego .....                          | 69 |
| 77. | Identificación de chasis para vehículos tipo monocasco<br>debajo de asiento de copiloto .....              | 70 |
| 78. | Identificación de chasis para vehículos tipo bastidor .....  | 71 |
| 79. | Identificación de chasis para vehículos tipo microbús o panel .....  | 72 |
| 80. | Deformación de cristales por deslizamiento .....   | 76 |
| 81. | Deformación de cristales por deslizamiento cizallante .....  | 78 |
| 82. | Deformación de cristales por deslizamiento maclaje .....   | 79 |
| 83. | Formación de una macla en una red tetragonal .....   | 80 |
| 84. | (a) Cristal sencillo que representa deslizamiento. (b) Un cristal<br>sencillo con una macla mecánica ..... | 81 |
| 85. | Corte transversal esquemático de la deformación en una<br>identificación de chasis estampada .....         | 83 |
| 86. | Corte transversal de numerales en especímenes de laboratorio .....   | 84 |
| 87. | Temperatura <i>versus</i> tiempo del acero .....   | 88 |
| 88. | Aleación de cuproníquel .....  | 90 |
| 89. | Proceso de recuperación de números estampados .....  | 90 |

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 90.  | Proceso de estampado .....  | 91  |
| 91.  | Mecanismo de grabado por rodillo .....  | 93  |
| 92.  | Grabado por rodillo .....   | 93  |
| 93.  | Operaciones del troquel .....   | 94  |
| 94.  | Esquema de un troquel .....   | 95  |
| 95.  | Troqueladoras .....   | 96  |
| 96.  | Troquelado .....  | 97  |
| 97.  | (a) Grabado por pin, (b) Matriz de puntos .....   | 98  |
| 98.  | Grabado con pin y matriz de puntos .....  | 99  |
| 99.  | Efectos del grabado .....   | 100 |
| 100. | Caracter obliterado, zona insensible a la vista .....   | 101 |
| 101. | Grabado de una Identificación falsa y esmerilado del área donde<br>va la identificación del chasis original .....         | 103 |
| 102. | Martillado y punzado .....  | 104 |
| 103. | Caracter estampado en los originales .....  | 105 |
| 104. | Carácter esmerilado y luego sobretroquelado .....   | 106 |
| 105. | Sobretroquelado .....   | 106 |
| 106. | Área donde va la identificación rayada .....  | 107 |
| 107. | Se muestra secuencia de imágenes de un injerto a<br>180 grados .....  | 108 |
| 108. | Se muestra secuencia de imágenes de un injerto a<br>360 grados .....  | 109 |
| 109. | Pieza metálica con una identificación falsa que ha sido<br>injertada en donde va ubicada la identificación original ..... | 110 |
| 110. | Injerto cubierto con masilla plástica y pintura .....   | 111 |
| 111. | Injerto de toda la pieza donde va la identificación de chasis .....   | 112 |
| 112. | Cordones de soldadura del injerto que ha sido esmerilado .....  | 113 |
| 113. | Efectos de reflexión especular .....  | 117 |

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 114. | Recuperación total .....                            | 118 |
| 115. | Recuperación parcial .....                          | 119 |
| 116. | Tipo de obliteración .....                          | 120 |
| 117. | Recuperación nula .....                             | 120 |
| 118. | Pavonado despintado .....                           | 122 |
| 119. | Pulido de área donde se aplicará químico .....      | 125 |
| 120. | Aplicando ácido nítrico .....                       | 127 |
| 121. | Aplicando FRY o reactivo .....                      | 128 |
| 122. | Verificando tipo de recuperación .....              | 129 |
| 123. | Lavado de área trabajada .....                      | 130 |
| 124. | Aplicación de grasa No. 2 o grasa para chasis ..... | 131 |
| 125. | Moldeado por inversión .....                        | 142 |

## GLOSARIO

|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>Anisotropía</b> | Propiedad general de la materia según sus cualidades como: elasticidad, temperatura, conductividad, velocidad de propagación de la luz. La anisotropía de los materiales es más atribuida en los sólidos cristalinos, debido a su estructura atómica y molecular regular. |
| <b>Bastidor</b>    | Tipo de chasis con armazón rígida de acero de un vehículo que soporta a todos los elementos y sistemas que lo conforman incluyendo la carrocería.   |
| <b>Caracter</b>    | Cada uno de los dígitos que forman parte de un número de identificación de vehículos, se dividen en tres grupos alfabéticos (A, B, C, etc.), numéricos (0, 1, 2, etc.) y especiales (#, \$, ?, etc.)  |
| <b>Chasis</b>      | Armazón de acero de un vehículo automotor que soporta a todos los elementos y sistemas que lo conforman, hay dos tipos: bastidor y monocasco.   |
| <b>Corrosión</b>   | Deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno.   |

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <b>Densidad</b>                    | Magnitud escalar referida a la cantidad de masa en un determinado volumen.  |
| <b>Ductilidad</b>                  | Deformarse sosteniblemente sin romperse bajo la acción de una fuerza.   |
| <b>Dureza</b>                      | Oposición que ofrecen los materiales a alteraciones como la penetración, abrasión, el rayado, la cortadura y las deformaciones permanentes.   |
| <b>Fragilidad</b>                  | Capacidad de un material de fracturarse con escasa deformación.   |
| <b>Identificación confidencial</b> | Aquellas identificaciones que se encuentran ocultas en la estructura del vehículo.  |
| <b>Monocasco o autoportante</b>    | Tipo de chasis en el que la carrocería o chasis forman una sola unidad.   |
| <b>Pared de fuego</b>              | Pieza metálica que se encuentra ubicada entre los ocupantes o pasajeros y el compartimiento del motor, fue diseñada originalmente para proteger a los ocupantes del vehículo contra cualquier colisión. |
| <b>Pavonado</b>                    | Consiste en la aplicación de una capa superficial de magnetita, óxido ferroso-diférrico ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), alrededor de las piezas de acero para mejorar su aspecto y evitar su corrosión.    |

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| <b>Plasticidad</b>              | Una de las propiedades mecánicas de un material donde se ve involucrada su deformidad permanente e irreversible, esto sucede cuando el material se encuentra por encima de su límite elástico. |
| <b>Resistencia a la tensión</b> | Capacidad para resistir esfuerzos y fuerzas aplicadas sin romperse, adquirir deformaciones permanentes o deteriorarse de algún modo.   |
| <b>Resistencia eléctrica</b>    | Igualdad de oposición que tienen los electrones al desplazarse a través de un conductor.   |
| <b>Retentividad magnética</b>   | Propiedad de algunos materiales de poder ser magnetizadas.   |
| <b>Riel</b>                     | Parte del chasis que está conformada por una barra metálica sobre la que descansa la carrocería y soporta sistemas y elementos que la conforman.   |





## RESUMEN

El robo o tráfico ilícito de vehículos ha tomado gran auge en los últimos años en Guatemala, por lo cual en el presente trabajo se presentan herramientas necesarias para poder verificar vehículos de dudosa procedencia, herramientas que sirven a toda aquella persona individual, perito especialista o investigador forense para la detección de los mismos.

El lector al finalizar el presente trabajo podrá determinar qué significa el número de identificación del vehículo o VIN por sus siglas en inglés, el porqué de esta identificación, bajo qué normas se rige, podrá verificar dónde va troquelada, estampada y ubicada la identificación de chasis de las diferentes marcas más comerciales que circulan en Guatemala y que son fabricados para los mercados norteamericano, europeo y latinoamericano.

Se demuestran los diferentes métodos de estampado que utilizan las fábricas para grabar la identificación de chasis en los vehículos y lo que producen sobre el metal, se determinan las diferentes obliteraciones o alteraciones que hacen los delincuentes a las identificaciones de chasis de las diferentes marcas y estilos de vehículos.

Lo más importante, se estudia y explican los métodos efectivos para poder restaurar la identificación de chasis cuando esta ha sido alterada. Siendo el más eficiente el método Fry.



# OBJETIVOS

## General

Proponer el método Fry de restauración de identificaciones de chasis como prueba metalográfica destructiva para la investigación forense.

## Específicos

1. Describir las identificaciones de chasis de los vehículos fabricados para diferentes mercados del mundo.
2. Describir el conocimiento necesario en vehículos que han sido alterados, siguiendo pasos específicos para detectar las alteraciones de chasis.
3. Proporcionar una herramienta que sea de utilidad para todo aquel perito o investigador forense que se especialice en la identificación de vehículos alterados.



## INTRODUCCIÓN

El tráfico ilícito de vehículos se ha vuelto un delito común en Guatemala, actualmente son robados diariamente diecisiete vehículos solo en la ciudad capital y, entre treintaicinco y treintaiocho a escala nacional, según datos proporcionados por la Policía Nacional Civil y el Ministerio Público. La mayoría de atracos se dan en la capital, Chimaltenango, Sacatepéquez, Quetzaltenango y Escuintla, esto debido a que este hecho genera grandes cantidades de dinero para las bandas que se dedican a este ilícito.

A través de investigaciones realizadas por la Policía Nacional Civil y el Ministerio Público se ha logrado establecer cuatro razones del porqué las bandas se dedican al robo de vehículos, estas los utilizan para cometer hechos delictivos (asesinatos, ataques sexuales, asaltos. etc.), los cuales, después son abandonados algunos los usan para desmantelarlos y vender las piezas en el extranjero (El Salvador, Honduras, México y Belice) y otros les alteran los datos y los venden en el mercado nacional.

Del total de vehículos robados en el país solo se recupera el treinta por ciento y de estos, la mayoría han sido alteradas las identificaciones que individualizan al vehículo (serie, chasis y motor), debido a esto para la investigación forense es necesario la prueba técnico científica que permita restaurar el número original y así demostrar la identidad del vehículo.

Por ello es necesario contar con métodos que permitan restaurar estas identificaciones que fueron alteradas de una u otra manera, con el fin de apoyar el trabajo de investigación forense y proporcionar pruebas científicas que afirmen las investigaciones del Ministerio Público.

El presente trabajo de graduación abarca la historia de cómo se inició la identificación de vehículos, dónde van estampadas las identificaciones de chasis o bastidor de vehículos más comerciales en Guatemala, fabricados para mercado norteamericano, europeo y latinoamericano, los métodos de estampado, qué tipos de alteraciones se realizan a las identificaciones de chasis o bastidor y, fundamentalmente, los métodos de restauración mediante pruebas metalográficas destructivas, esto servirá al lector como guía de todo el proceso de restauraciones de identificaciones de chasis o bastidor en vehículos que han sido alterados.

# **1. DATOS GENERALES**

## **1.1. Historia de la identificación de vehículos**

A continuación se describe como se inició la identificación de los vehículos y el propósito de la misma.

### **1.1.1. Vehicle Identification Number (VIN)**

El significado de VIN proviene de fabricantes de automóviles norteamericanos Vehicle Identification Number siendo sus siglas en inglés VIN, que ya traducido se denomina número de identificación del vehículo, y el cual sirve para describir e identificar vehículos.

Los fabricantes de autos comenzaron a estampar números de identificación en ellos a mediados de los años 50. El propósito era proporcionar una descripción del vehículo cuando la producción masiva comenzó a crecer de forma significativa.

Las primeras identificaciones vienen con un gran rango de variaciones y configuraciones dependiendo de cada fabricante en particular.

Haciendo una analogía se puede decir que, el número de identificación del vehículo es el equivalente para los automóviles como el ADN o la huella digital de los seres humanos, ya que estos son únicos. El VIN muestra la unicidad y herencia del automóvil.

### **1.1.2. Normas ISO 3779 VIN**

A principios de los años 80 la U.S National Highway Traffic Safety Administration o Administración Nacional de la Seguridad del Tráfico en la Carretera, por sus siglas en inglés NHTSA, requirió de los fabricantes que venden vehículos para uso sobre carreteras en los Estados Unidos, debían de tener un número de identificación de vehículo VIN de diecisiete caracteres que no incluye las letras I, O y Q.

El VIN fue originalmente descrito por el estándar o Norma Internacional ISO 3779 en febrero de 1977 y fue revisada por última vez en 1983. Este estándar establece un formato de VIN fijo incluyendo un dígito de verificación y aplica a todos los autos de pasajeros, vehículos de pasajeros multiuso, camionetas, autobuses, tráileres, vehículos incompletos y motocicletas con un peso bruto de vehículo de 10 000 libras (4 535,92 kilogramos.) o menos, los primeros vehículos en poseerlos fueron modelos 1981.

El estándar indica que el VIN consta de cuatro partes, la primera está conformada por los tres primeros caracteres que indican la nación de origen, el fabricante, la marca y el tipo de vehículo; a esta parte se le denomina Identificación Mundial de Fabricante, siendo sus siglas en inglés WMI.

La segunda parte consta de cinco caracteres y ha sido denominada Sección de Descripción del Vehículo, siendo sus siglas en inglés VDS, esta identifica los atributos del vehículo como: modelo, estilo, motor, etc.



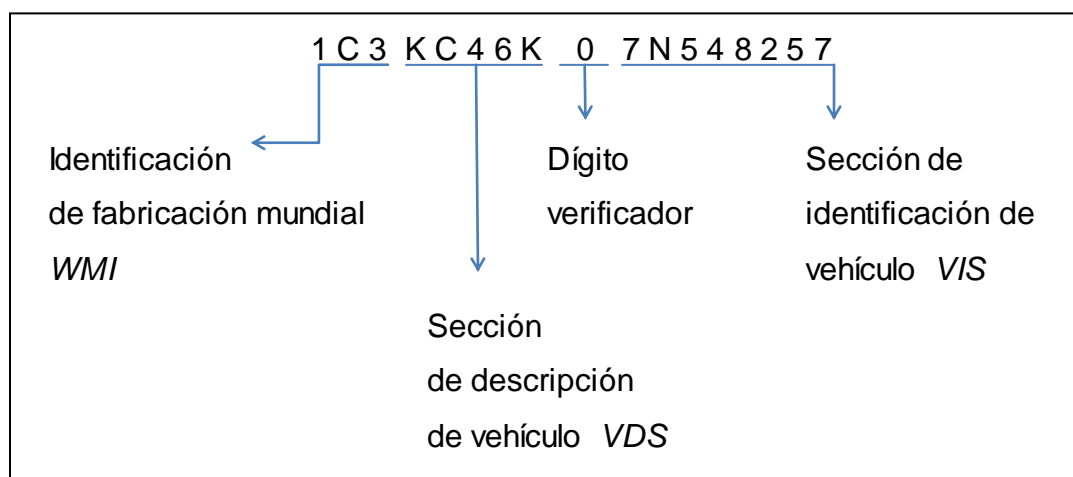
La tercera parte consta de un carácter, el dígito verificador o *check digit* está colocado en la novena posición de izquierda a derecha y toda identificación original debe pasar la prueba del dígito verificador y se le denomina así debido a que se usa para saber si alguno de los números o letras de la identificación de serie ha sido alterado.

Sin embargo, esta prueba no es del todo segura, ya que las series clonadas o hechas con caracteres originales pueden pasar dicha prueba.

La cuarta parte se le denomina Sección de Identificación de Vehículo, siendo sus siglas en inglés VIS, y consta de ocho caracteres. El primer carácter indica el año de modelo del vehículo; el segundo indica la planta de fabricación; y los últimos seis representan el número sucesivo de producción.

A continuación se muestra un ejemplo de las partes en que se divide un VIN (Número de Identificación de Vehículo), ver figura 1.

Figura 1. **División de VIN (Número de Identificación de Vehículo)**



Fuente: elaboración propia y Norma Internacional ISO 3779.

## **1.2. Identificación de chasis**

La identificación de chasis es el modo de verificar de una manera precisa a ese vehículo en cuestión, se trata de un número identificativo secuencial único grabado en un vehículo, y no se repite en ningún otro.

Dos vehículos fabricados con una diferencia de treinta años, no pueden llevar el mismo número de chasis. Estos se guardan en grandes bases de datos, por lo que se tiene constancia de su existencia, y resulta muy útil cuando el vehículo cambia de dueño o está envuelto en algún tipo de accidente o hecho delictivo

Cada fabricante de vehículos tiene su propia caligrafía, características específicas y material con que se fabrica el chasis, siendo los materiales más utilizados el acero y aluminio, dependiendo de la rigidez o forma necesarios, además de la ubicación de la identificación de chasis, sin embargo, hay áreas comunes donde se ubica esta identificación.

Siendo las áreas más comunes: en riel del lado derecho cara externa (parte frontal, parte media hacia adelante y parte trasera), parte central y superior de pared de fuego, en la parte frontal debajo del parabrisas siempre de la pared de fuego, base de amortiguador derecho, piso del asiento del copiloto, a un costado del asiento del copiloto, lado derecho del piso debajo del asiento trasero.

En esta sección se describe dónde han sido estampadas las identificaciones de chasis de los vehículos más comercializados en Guatemala, de las diferentes marcas y mercados para los que han sido fabricados.

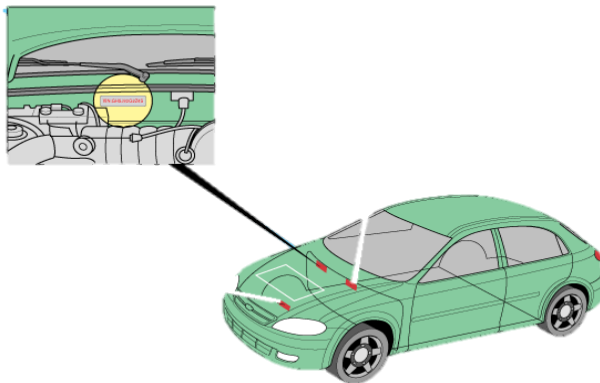
Esto, porque al ser los más comercializados, son los más robados o los que más les interesa a los delincuentes, el orden en el que se describe cada marca de vehículos se estableció en forma alfabética.

### **1.2.1. Identificación de chasis de vehículos fabricados para mercado norteamericano**

En esta parte se describe el área donde va la identificación de chasis de vehículos fabricados para la venta en América del Norte y que, después son ingresados a Guatemala para su comercialización como vehículos de segunda.

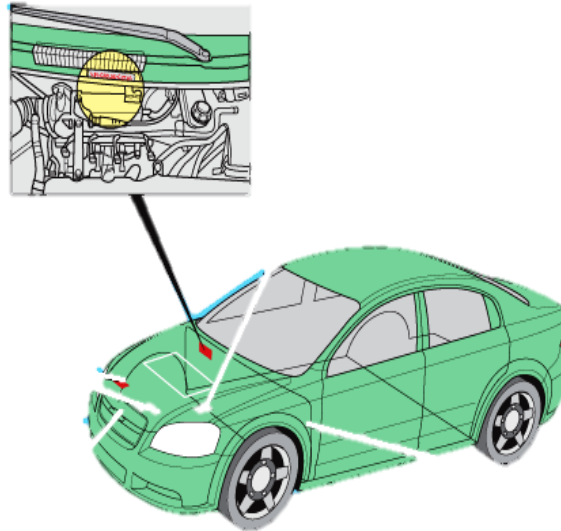
- Chevrolet: en esta marca de vehículo, cuando son tipo sedán, la identificación de chasis está estampada en la pared de fuego en la parte central de la misma, ver figura 2, en algunas líneas o estilo de la marca la identificación viene en la parte superior de la pared de fuego siempre en la parte central ver figura 3.

Figura 2. **Identificación de chasis estampada en pared de fuego**



Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

Figura 3. **Identificación de chasis estampada en parte superior derecha de pared de fuego**



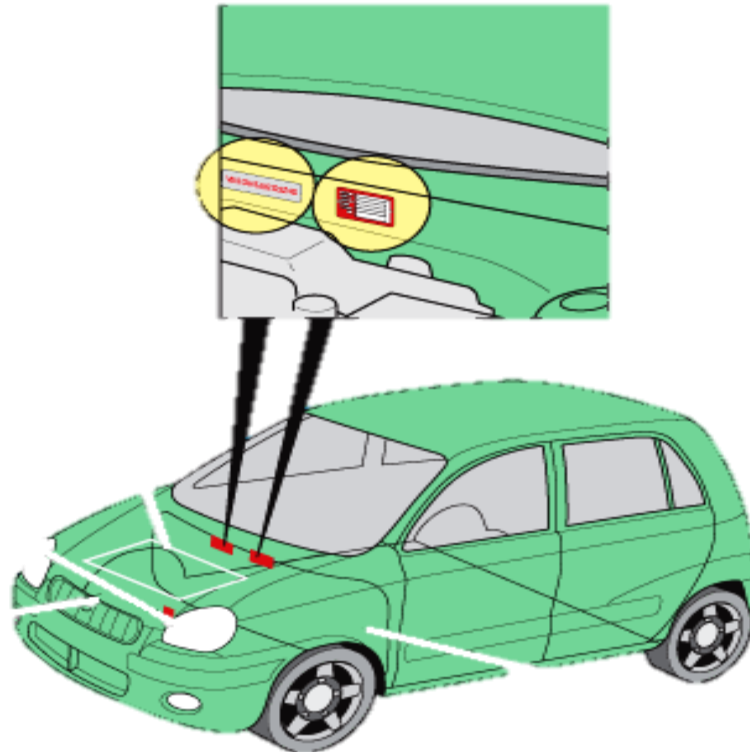
Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

En los vehículos tipo camioneta y picop no lleva estampada identificación de chasis, estos llevan una identificación confidencial, que en ocasiones se puede tomar como identificación de chasis, esta se encuentra estampada en el riel de lado izquierdo en la parte superior del riel y el tipo de estampado es grabado con pin o matriz de puntos.

En los vehículos tipo camionetilla no lleva identificación de chasis estampada.

- Hyundai: esta marca de vehículo tiene una gran variedad de líneas o estilos, en los que tiene el baúl recortado, la identificación de chasis va estampado en pared de fuego, ver figura 4.

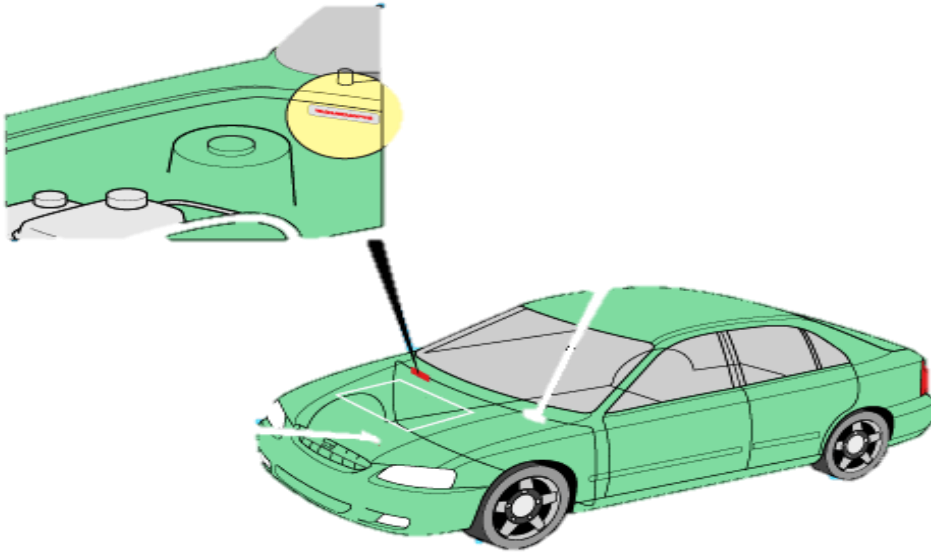
Figura 4. **Identificación de chasis estampada en pared de fuego 1**



Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

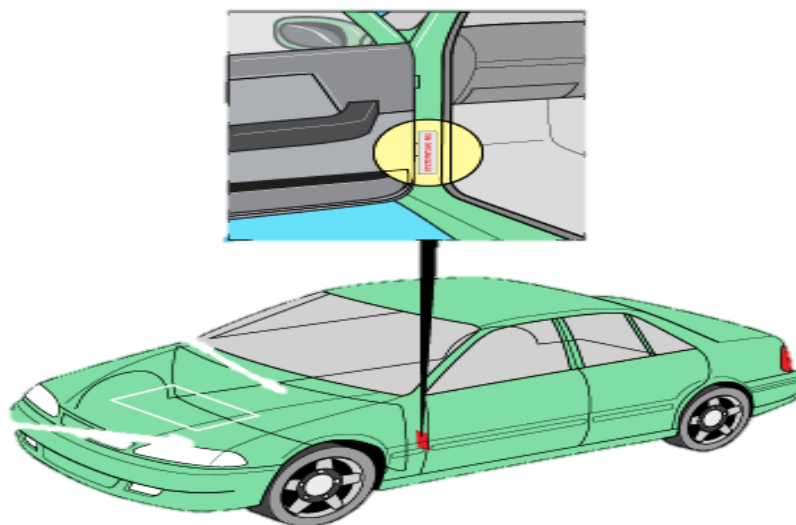
En los vehículos tipo sedán, la identificación de chasis va estampada en pared de fuego, pero en la parte derecha o en dirección del centro hacia la derecha, ver figura 5. Hay una línea de esta marca de vehículos, siempre entre los sedán, que la identificación la lleva en el poste delantero donde se une el guardabarros con la cabina de pasajeros, de la puerta delantera izquierda, ver figura 6.

Figura 5. **Identificación de chasis estampada en pared de fuego 2**



Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

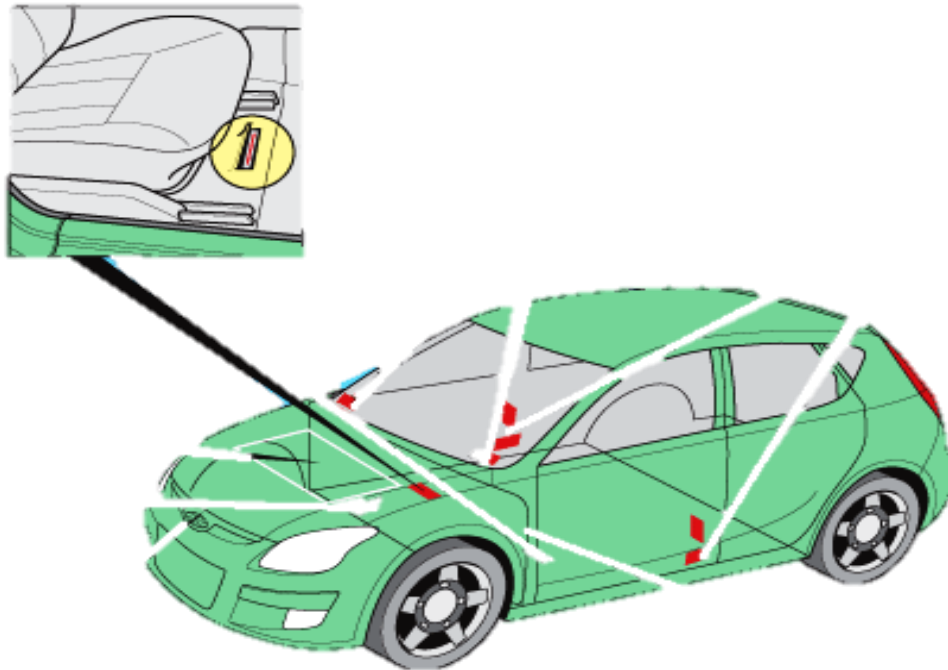
Figura 6. **Identificación de chasis estampada en poste de puerta delantera izquierda**



Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

En los vehículos tipo camionetilla con baúl recortado, la identificación de chasis la lleva estampada en la parte inferior del asiento delantero derecho en el piso. Ver figura 7, y en el tipo camionetilla con baúl completo no tiene identificación de chasis estampada.

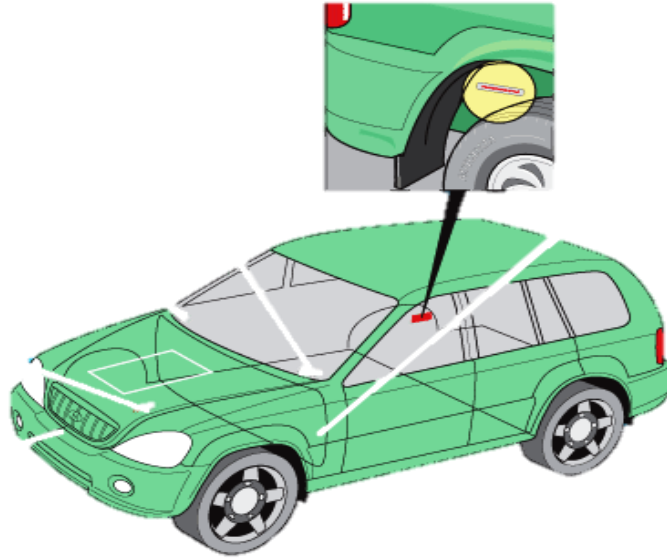
Figura 7. **Identificación de chasis estampada en parte inferior de asiento de copiloto**



Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

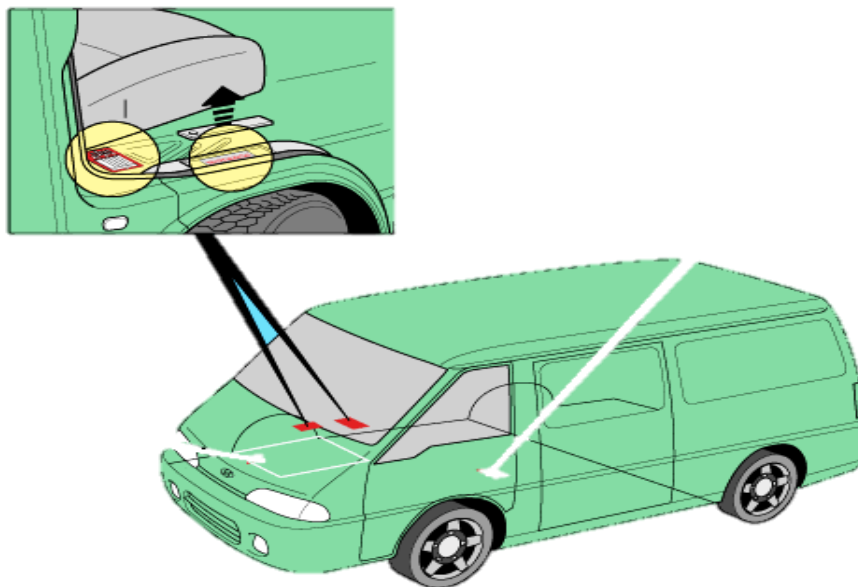
En los vehículos tipo camioneta, la identificación de chasis va estampada en el riel del lado derecho atrás de la llanta trasera, ver figura 8 y, por último están los vehículos tipo microbús o panel, estos llevan la identificación de chasis estampada en la parte inferior derecha del asiento delantero derecho a un costado de la puerta, se debe quitar un compuerta plástica pequeña, ver figura 9.

Figura 8. **Identificación de chasis estampada en riel derecho**



Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

Figura 9. **Identificación de chasis estampada al costado derecho del asiento del copiloto**

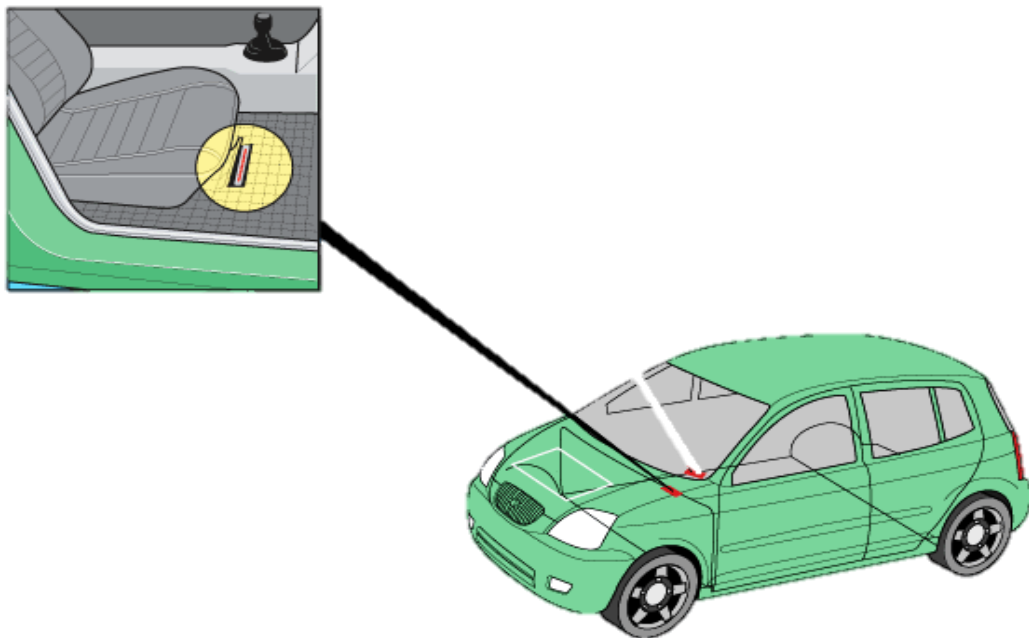


Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.



- Kia: esta marca de vehículo, al igual que la Hyundai tiene una gran variedad de líneas o estilos, y se toma el mismo orden que la marca anterior para ilustrar dónde va troquelada la identificación de chasis, comenzando con los que tiene el baúl recortado la identificación de chasis va estampado en la parte inferior del asiento delantero derecho en el piso, ver figura 10.

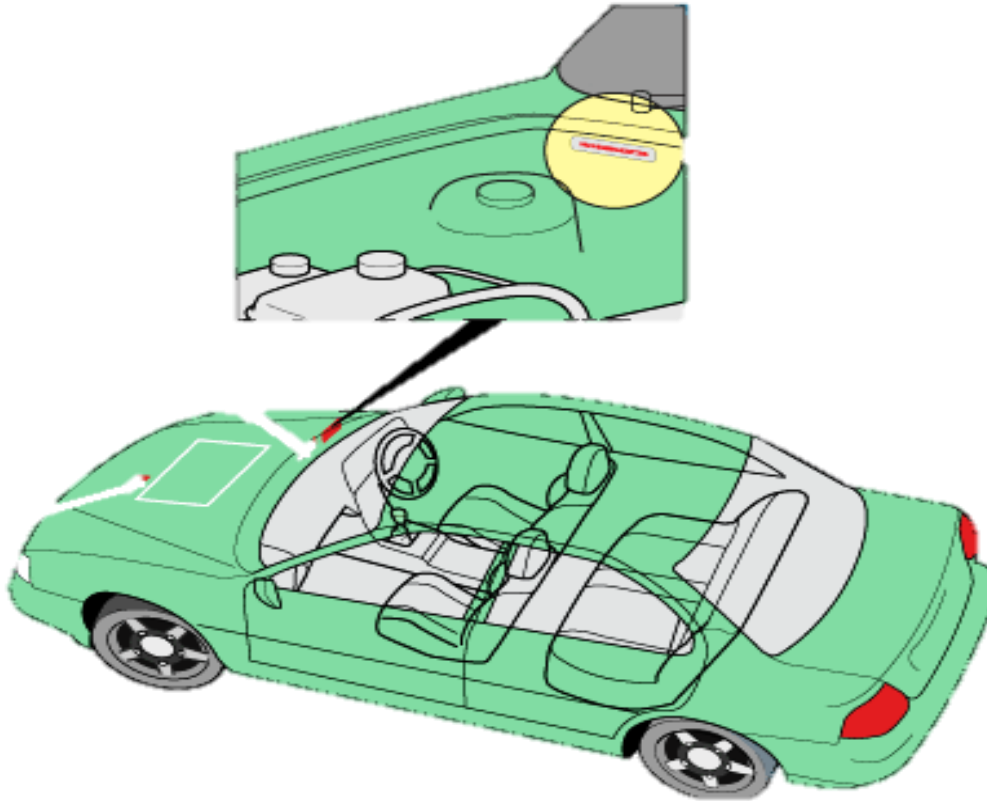
Figura 10. **Identificación de chasis en estilos baúl recortado**



Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

En los vehículos tipo sedán la identificación de chasis va estampada en pared de fuego, pero en la parte derecha o en dirección del centro hacia la derecha, ver figura 11. Hay varias líneas o estilos de esta marca de vehículos que no llevan identificación de chasis estampada.

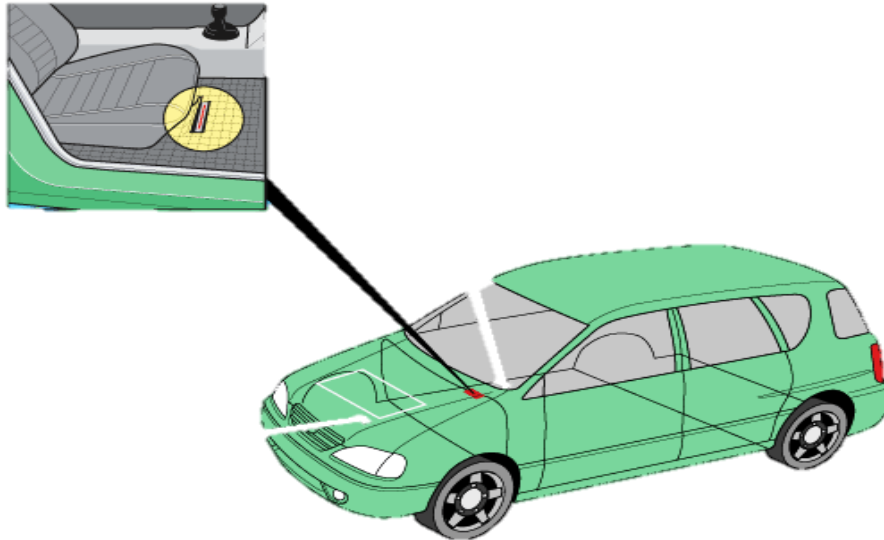
Figura 11. **Identificación de chasis en estilos sedán**



Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

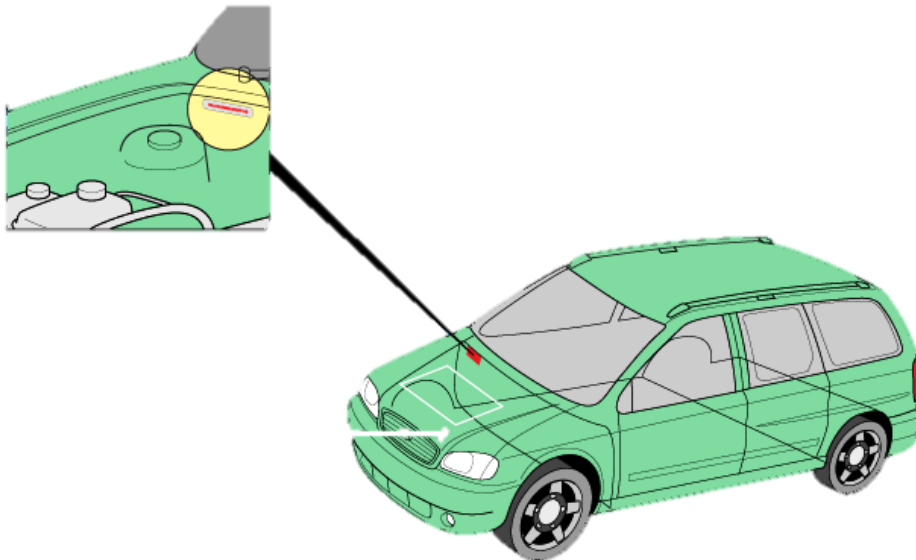
En los vehículos tipo camionetilla, la identificación de chasis la puede llevar estampada en tres partes diferentes, dependiendo la línea o estilo de la misma, la primera identificación va la parte inferior del asiento delantero derecho en el piso. Ver figura 12, hay otra camionetilla que lleva la identificación en la pared de fuego, ver figura 13 y, la última, que es una camionetilla con tracción en las cuatro llantas lleva estampada la identificación en el riel del lado derecho debajo de la puerta delantera derecha, ver figura 14.

Figura 12. **Identificación de chasis en camionetilla debajo de asiento de copiloto**



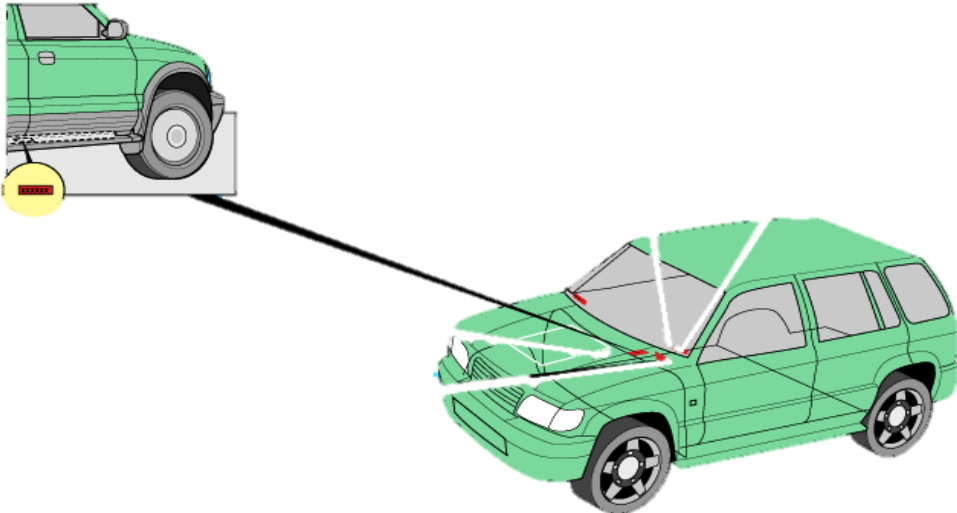
Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

Figura 13. **Identificación de chasis en pared de fuego en camionetilla**



Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

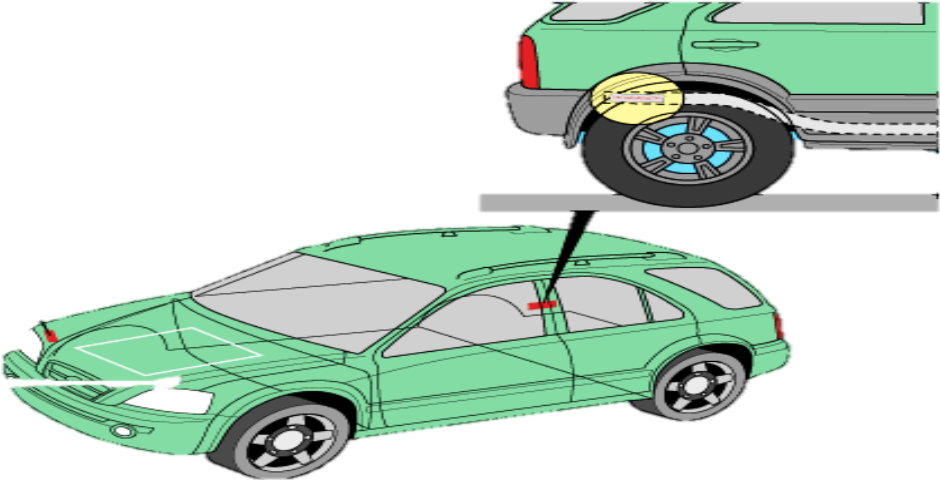
Figura 14. **Identificación de chasis en camionetilla con tracción en las cuatro llantas**



Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

En los vehículos tipo camioneta, la identificación de chasis va estampada en el riel del lado derecho, atrás de la llanta trasera derecha, ver figura 15.

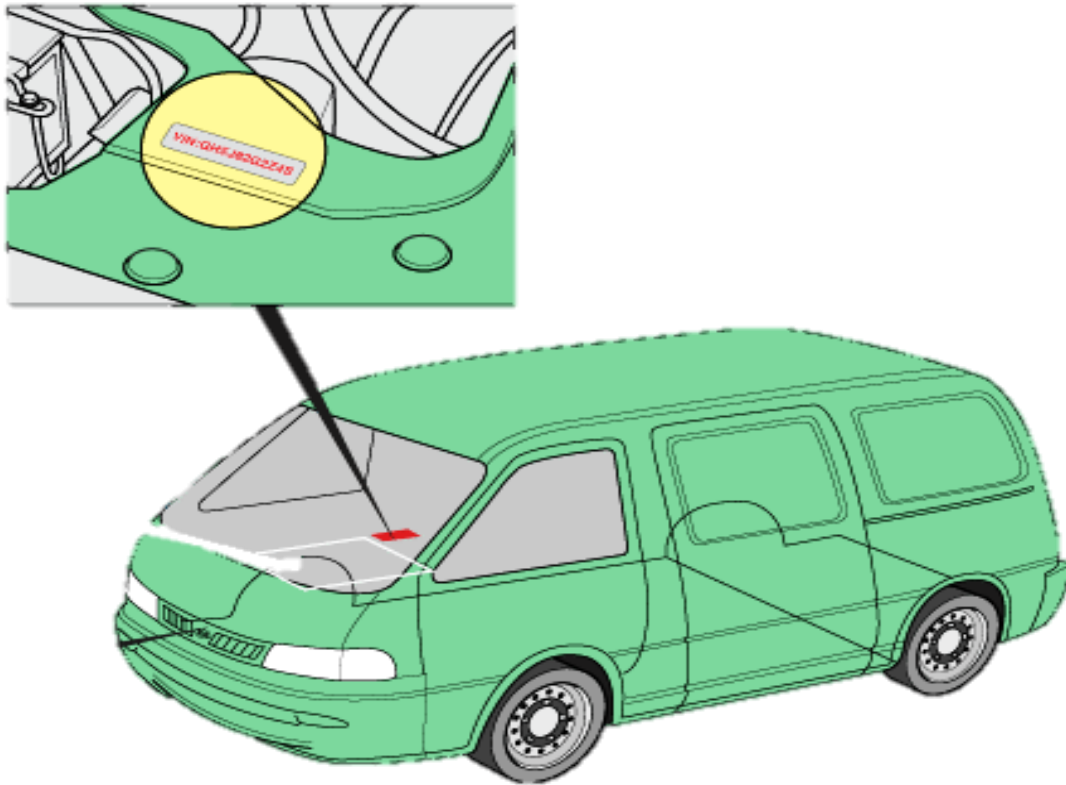
Figura 15. **Identificación de chasis en camioneta**



Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

Los vehículos tipo microbús o panel llevan la identificación de chasis estampada en la parte inferior del asiento delantero derecho, se debe abatir el asiento hacia atrás para poder ver la identificación, ver figura 16.

Figura 16. **Identificación de chasis en microbús o panel**

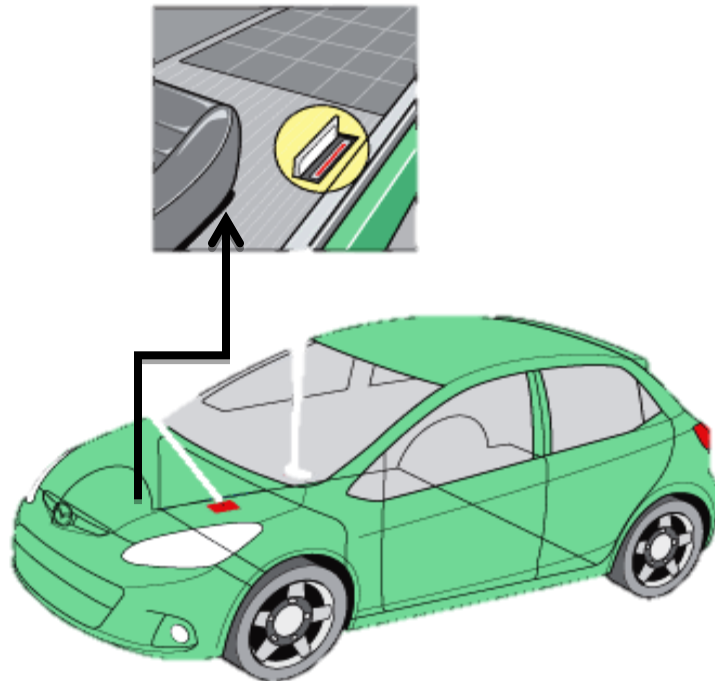


Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

En los vehículos tipo picop, la identificación de chasis va estampada en el riel del lado derecho. Se debe verificar a partir del centro del riel hacia atrás de la llanta trasera derecha, ya que sí puede variar exactamente donde va estampada la identificación.

- Mazda: esta marca de vehículo, al igual que las anteriores, tiene una gran variedad de líneas o estilos, y se toma el mismo orden que la marca anterior para ilustrar donde va troquelada la identificación de chasis, comenzando con los que tiene el baúl recortado, la identificación de chasis va estampado en la parte inferior del asiento delantero derecho en el piso, ver figura 17.

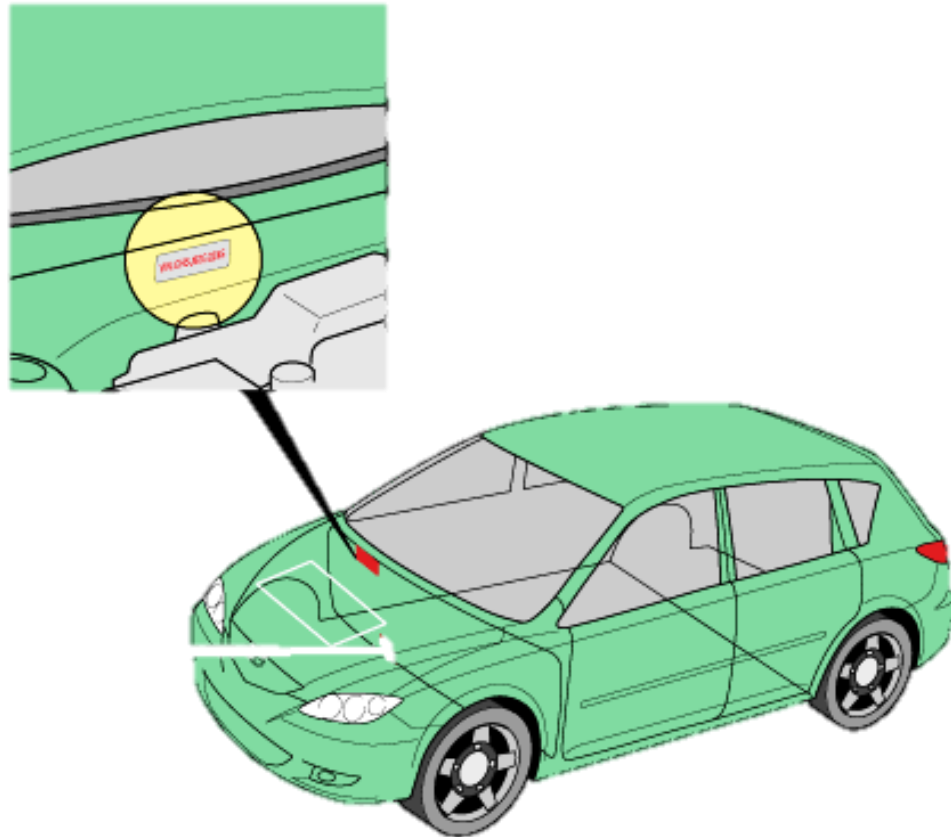
Figura 17. **Identificación de chasis en estilos baúl recortado 1**



Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

En los vehículos tipo sedán, ya sea con baúl recortado o baúl completo, la identificación de chasis va estampada en pared de fuego en la parte derecha o en dirección del centro hacia la derecha, ver figura 18. Hay una línea o estilo de esta marca de vehículos que no lleva identificación de chasis estampada.

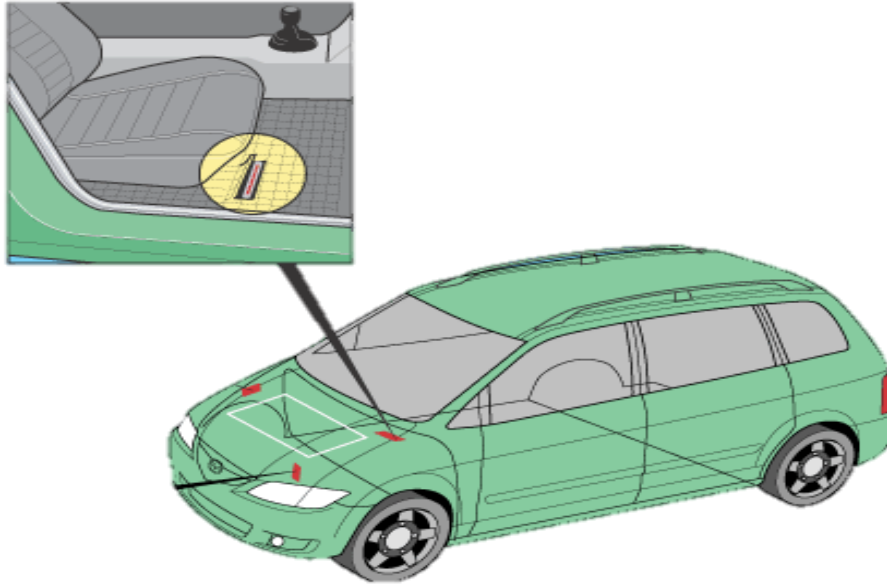
Figura 18. **Identificación de chasis en estilos baúl recortado 2**



Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

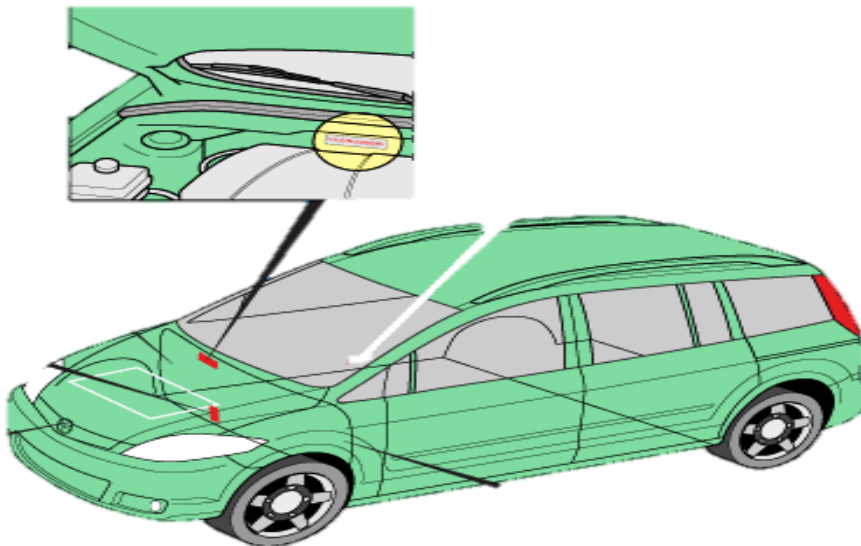
En los vehículos tipo camioneta, la identificación de chasis la puede llevar estampada en tres partes diferentes dependiendo la línea o estilo de la misma, la primera identificación va en la parte inferior del asiento delantero derecho en el piso, ver figura 19. Hay otra camioneta que lleva la identificación en la pared de fuego, ver figura 20 y la última es una camioneta que lleva estampada la identificación arriba de la pared de fuego en el larguero que sirve para el desahogue de agua que cae sobre el parabrisas, ver figura 21.

Figura 19. **Identificación de chasis en camionetilla debajo de asiento**



Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

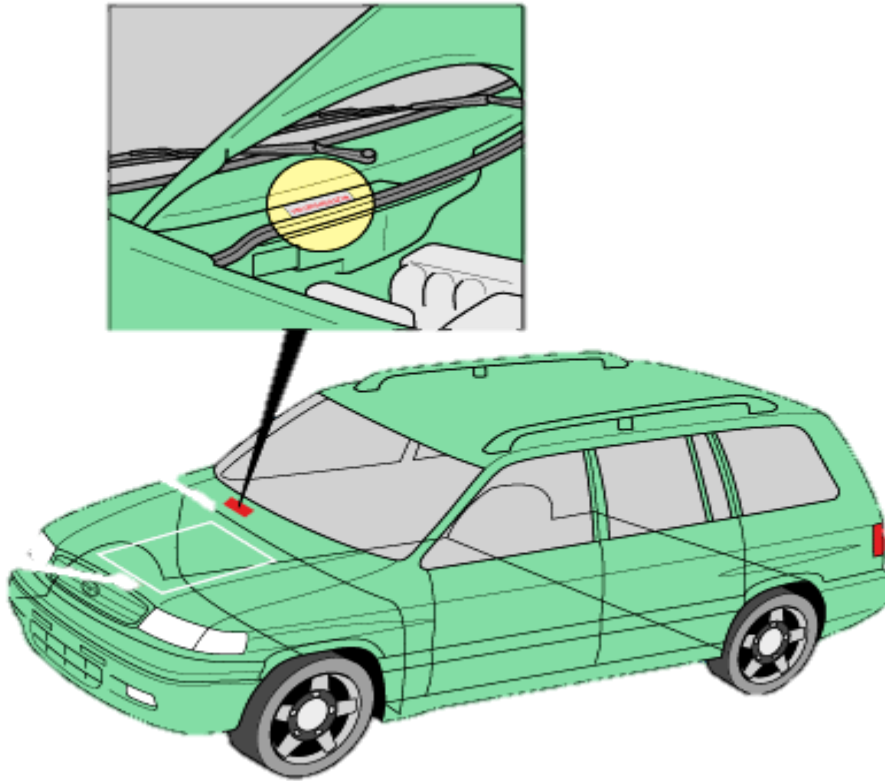
Figura 20. **Identificación de chasis en pared de fuego**



Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.



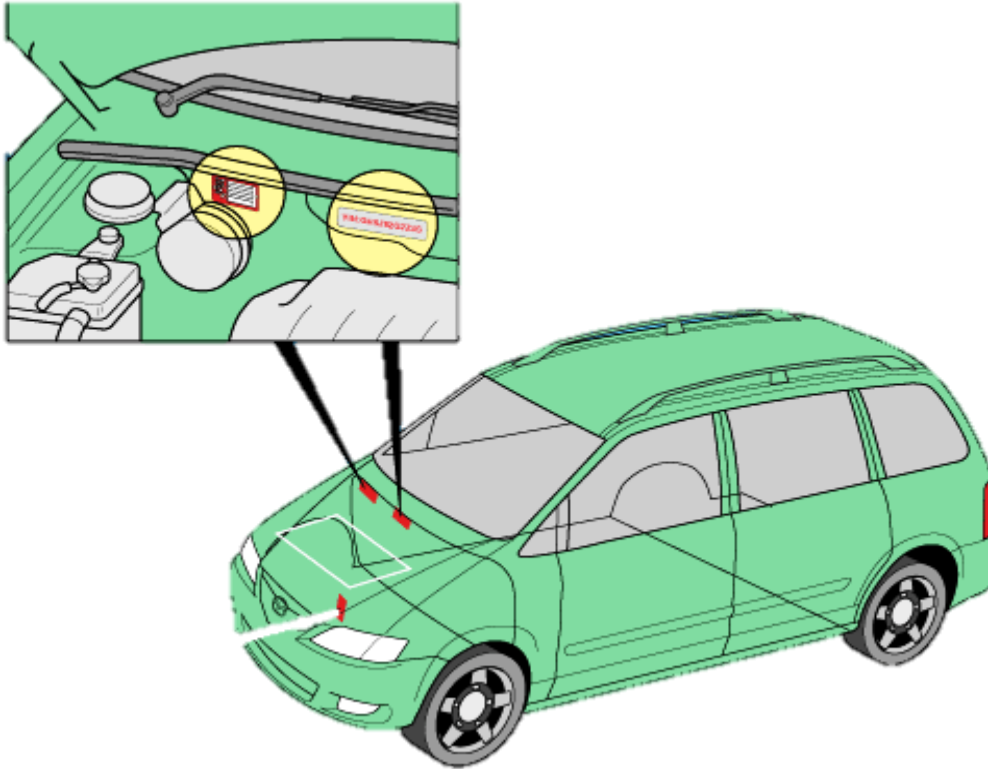
Figura 21. **Identificación de chasis arriba de pared de fuego**



Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

En los vehículos tipo camioneta, la identificación de chasis va estampada en una sola parte, hay una línea o estilo que no lo lleva, en esta la serie se toma como identificación de chasis, en la línea o estilo que si lo lleva esta va en la pared de fuego, ver figura 22.

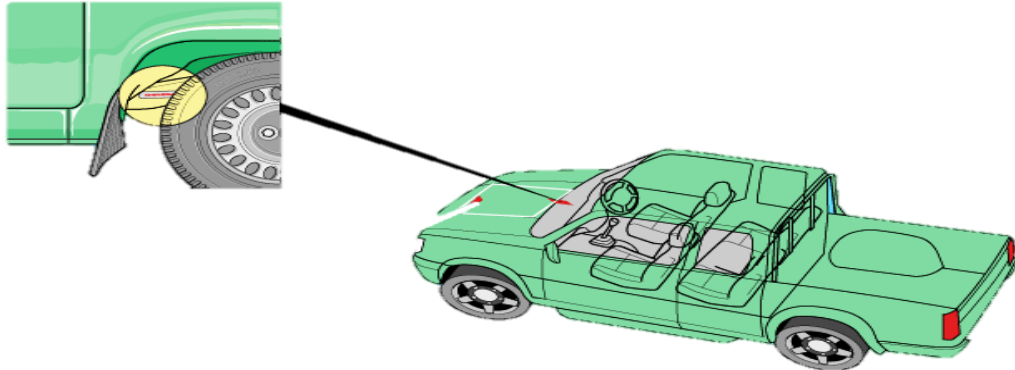
Figura 22. **Identificación de chasis en pared de fuego**



Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

En los vehículos agrícolas tipo picop, la identificación de chasis la lleva estampada en el riel del lado derecho en la parte frontal, atrás de la llanta delantera derecha, ver figura 23. Hay otras líneas que pertenecen a un periodo de años donde no se les troqueló identificación de chasis, pero traen identificación confidencial, que dependiendo de la persona que lo registre en aduana, puede tomarla como identificación de chasis.

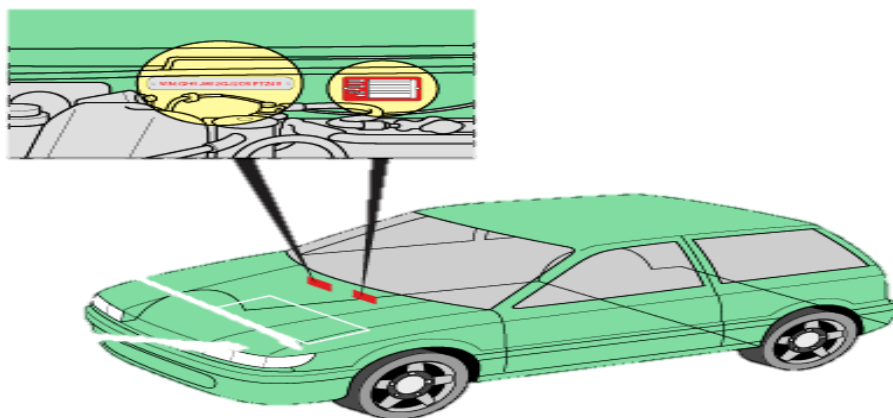
Figura 23. **Identificación de chasis en riel o larguero**



Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

- Mitsubishi: esta marca de vehículo, al igual que las anteriores, tiene una gran variedad de líneas o estilos, y se toma el mismo orden que la marca anterior para ilustrar dónde va troquelada la identificación de chasis, comenzando con los que tiene el baúl recortado, los cuales lo llevan estampado en la pared de fuego, ver figura 24.

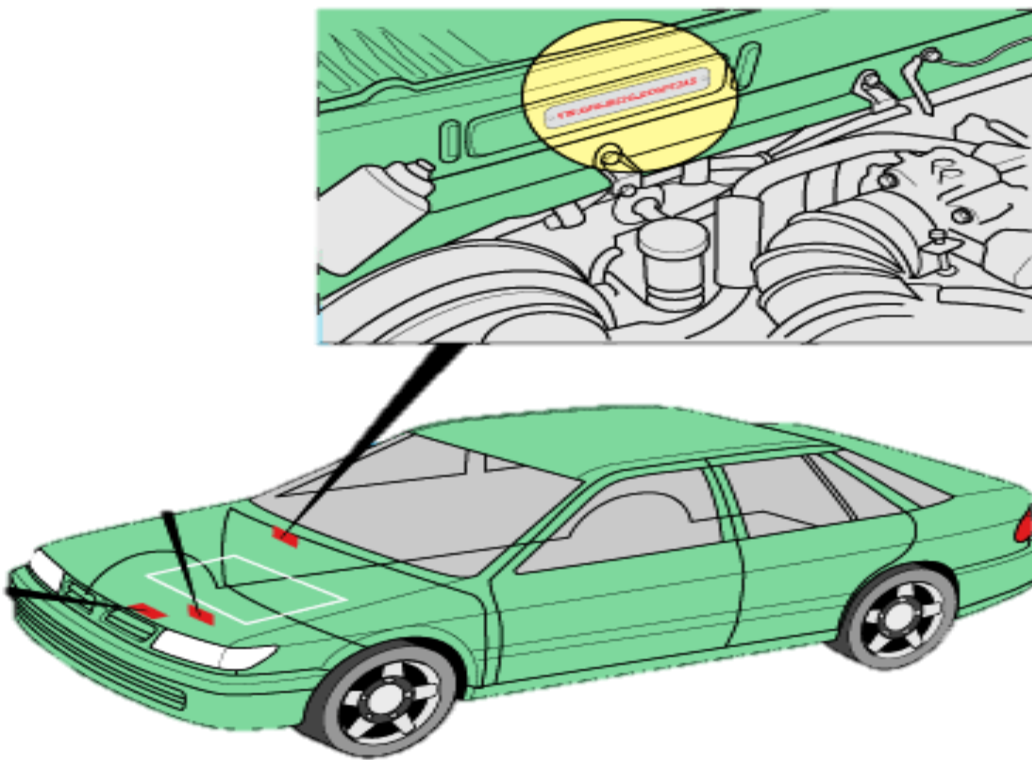
Figura 24. **Identificación de chasis en pared de fuego 1**



Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

En los vehículos tipo sedán, la identificación de chasis va estampada en una sola parte, hay una línea o estilo que no lo lleva, en esta la serie se toma como identificación de chasis, en los que si lo tienen lo llevan en la pared de fuego, ver figura 25.

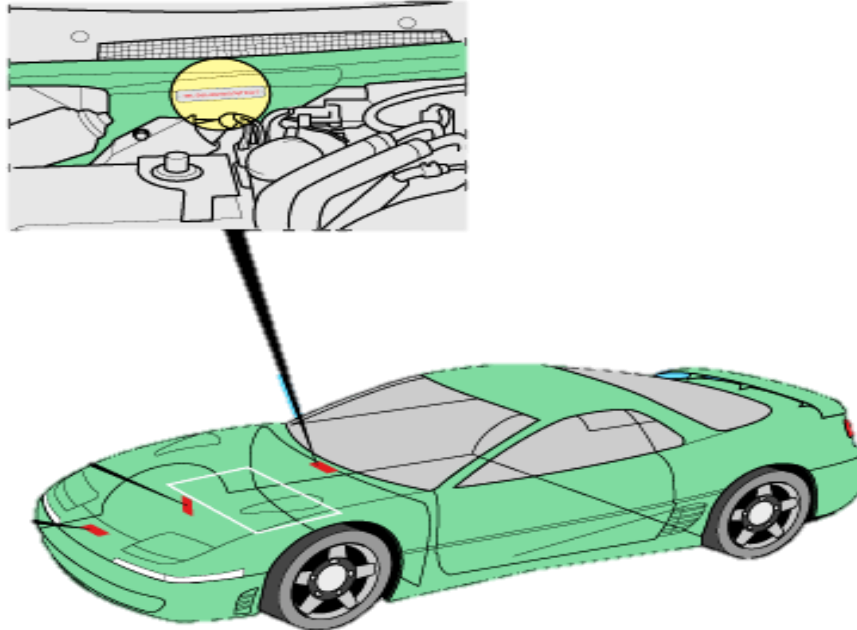
Figura 25. **Identificación de chasis en pared de fuego 2**



Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

En los vehículos tipo coupé y deportivos, la identificación de chasis va estampada en pared de fuego, hay una línea que no lo lleva y, al igual que la anterior, la serie se toma como identificación de chasis, ver figura 26.

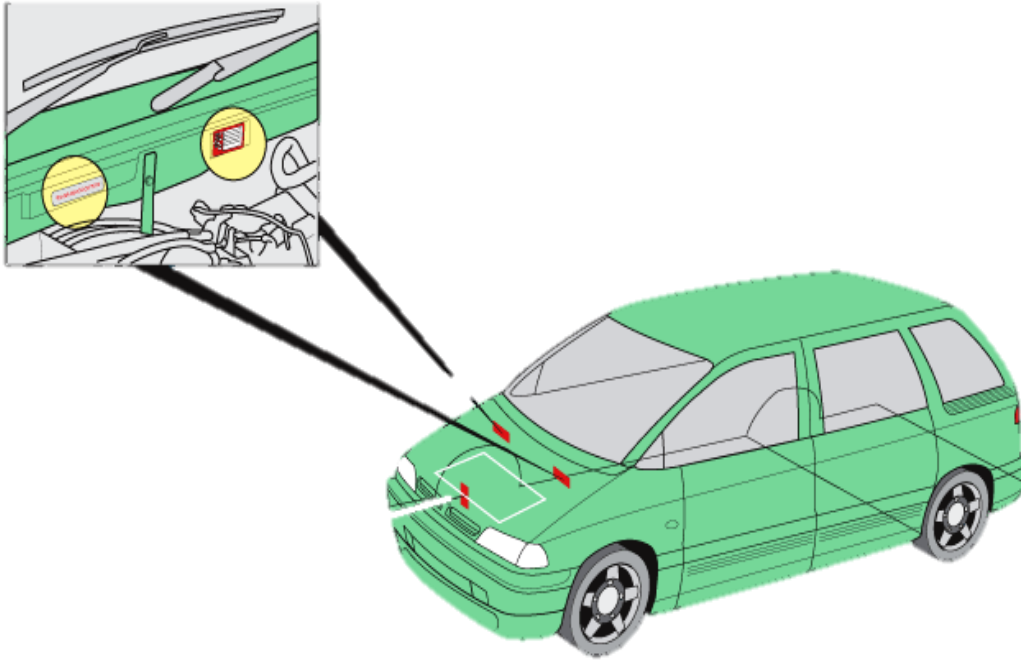
Figura 26. **Identificación de chasis en pared de fuego 3**



Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

Los vehículos tipo camionetilla, la identificación de chasis va estampada en pared de fuego, siempre verificando en toda la pared de fuego, esto debido a que dependiendo de la fábrica de ensamblaje esta puede ir en la parte central o en la derecha, siempre de la pared de fuego. Hay una línea que no lleva identificación de chasis y, al igual que la anterior, la serie se toma como identificación de chasis, ver figura 27.

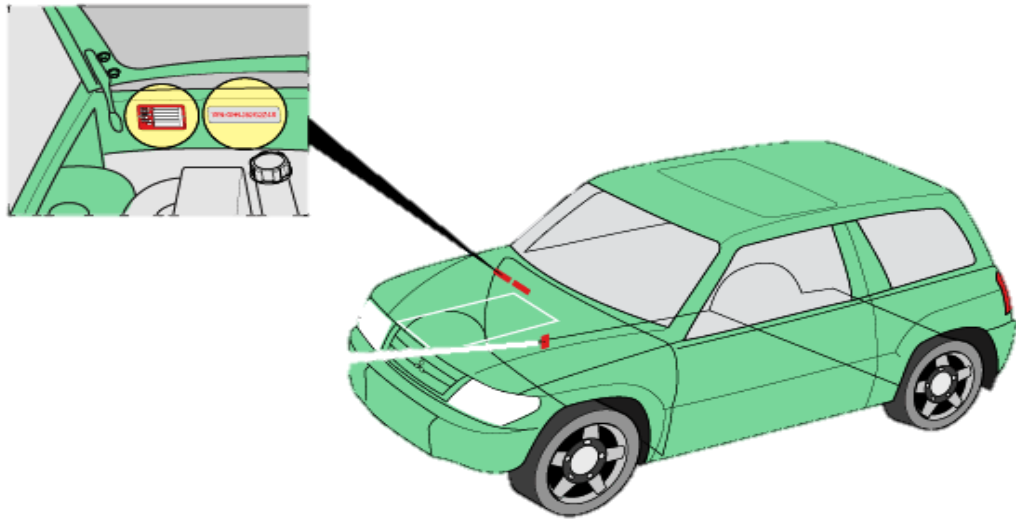
Figura 27. **Identificación de chasis en pared de fuego lado derecho 1**



Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

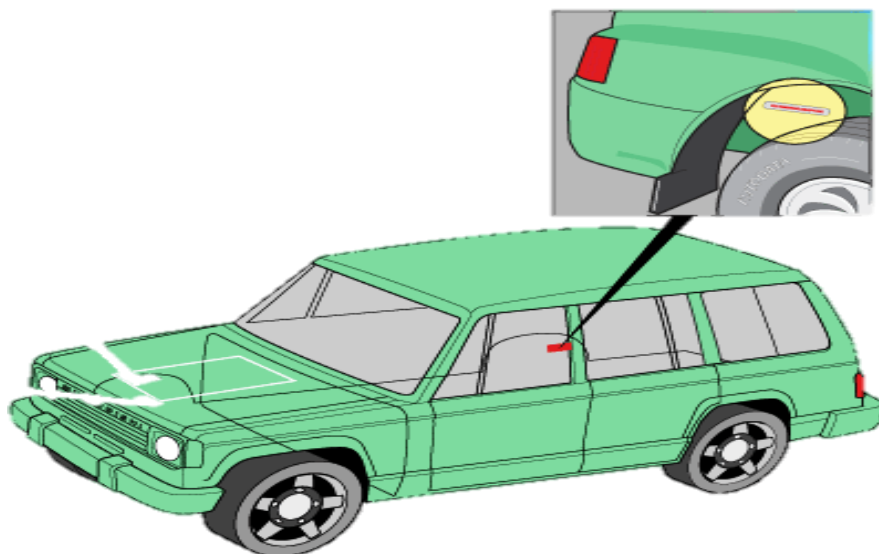
Los vehículos tipo camioneta, la identificación de chasis va estampada en el lado derecho de la pared de fuego, en esta línea hay dos variantes: una con dos puertas y otra con cuatro puertas, pero la identificación siempre va en el mismo lugar; ver figura 28. Hay otra línea que lleva la identificación de chasis estampada en el riel del lado derecho en la parte de atrás de la llanta trasera derecha, ver figura 29. En las versiones antes mencionadas se pueden encontrar con caja sencilla o con caja de doble transmisión para todo terreno

Figura 28. **Identificación de chasis en pared de fuego lado derecho 2**



Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

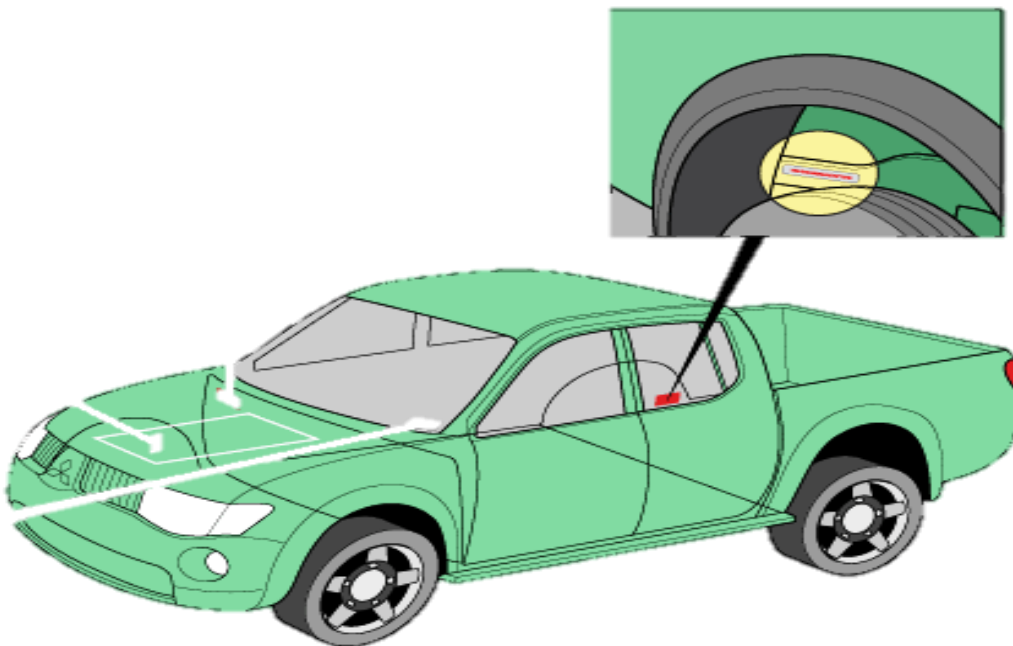
Figura 29. **Identificación de chasis en riel lado derecho parte trasera 1**



Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

Los vehículos tipo picop lleva la identificación de chasis estampada en el riel del lado derecho en la parte de atrás de la llanta trasera derecha, ver figura 30.

Figura 30. **Identificación de chasis en riel lado derecho parte trasera 2**

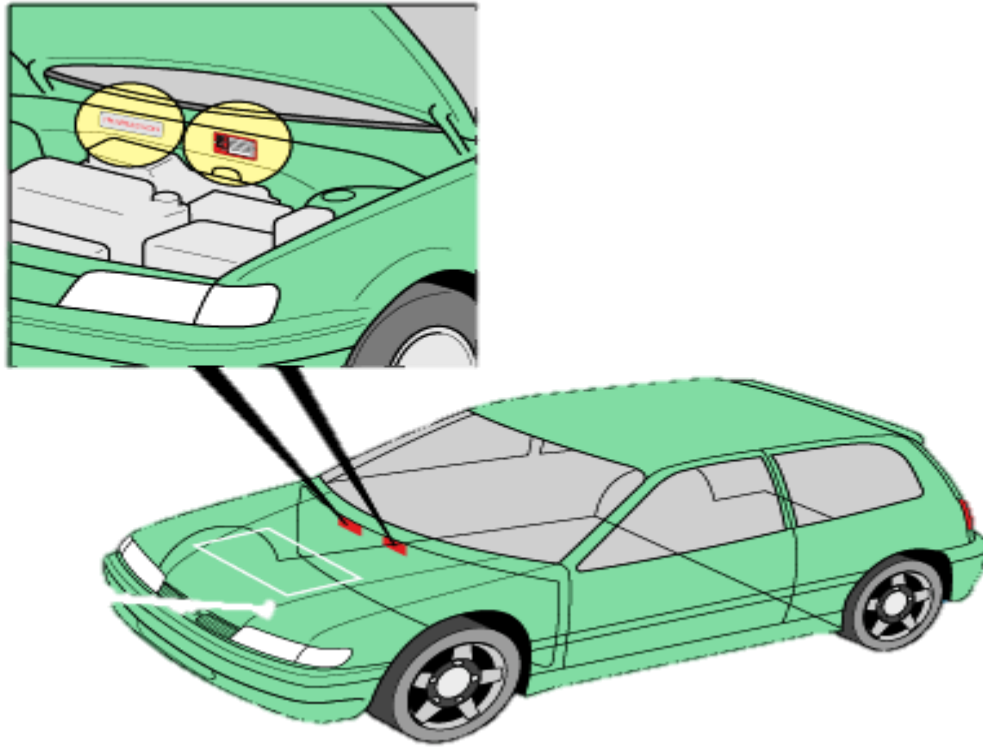


Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

- Nissan: esta marca de vehículo, al igual que las anteriores, tiene una gran variedad de líneas o estilos, para el mercado de estudio algunas no son comercializadas en Guatemala, se toma el mismo orden que la marca anterior para ilustrar dónde va troquelada la identificación de chasis, comenzando con los tipos sedán y coupé, la identificación de chasis va estampado en la pared de fuego, ver figura 31.



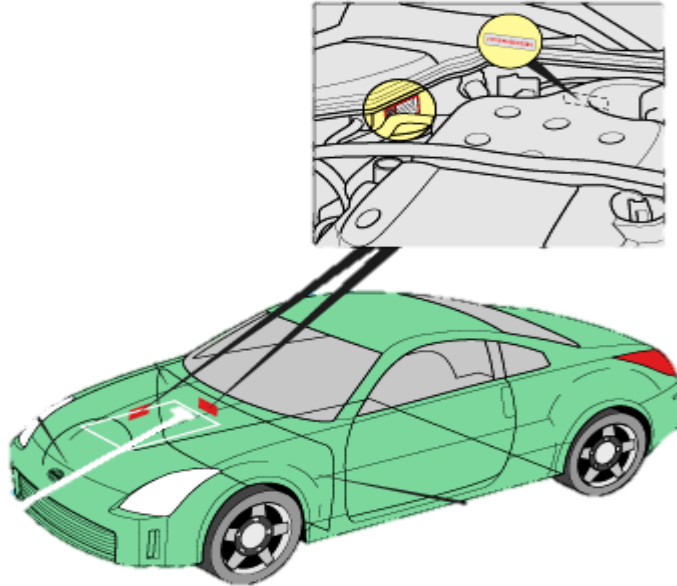
Figura 31. **Identificación de chasis en pared de fuego 1**



Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

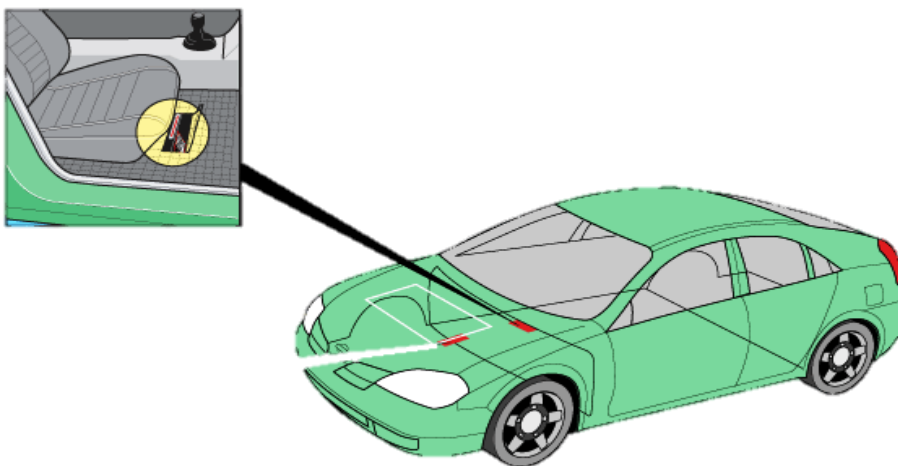
En los vehículos deportivos, la identificación de chasis va estampada en pared de fuego, ver figura 32, o en la parte inferior del asiento del copiloto, ver figura 33.

Figura 32. **Identificación de chasis en pared de fuego 2**



Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

Figura 33. **Identificación de chasis en parte inferior del asiento del copiloto**

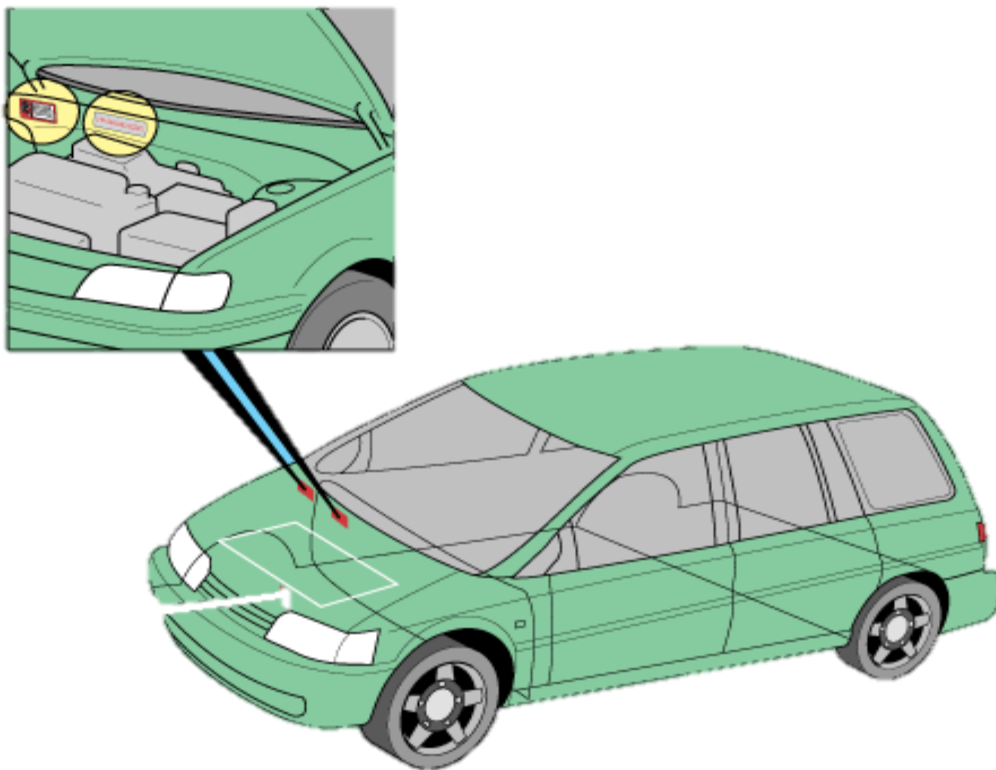


Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

Los vehículos tipo camioneta, la identificación de chasis puede ir estampada en dos áreas distintas dependiendo la línea: en el bastidor o en el monocasco o autoportante.

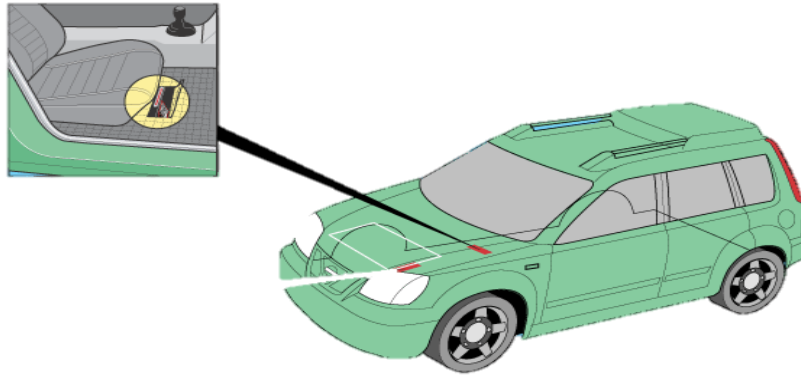
Si el chasis es tipo monocasco o autoportante, la identificación va troquelada en el lado derecho de la pared de fuego, ver figura 34 o también puede ir en la parte inferior del asiento del copiloto, ver figura 35.

Figura 34. **Identificación de chasis en pared de fuego lado derecho**



Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

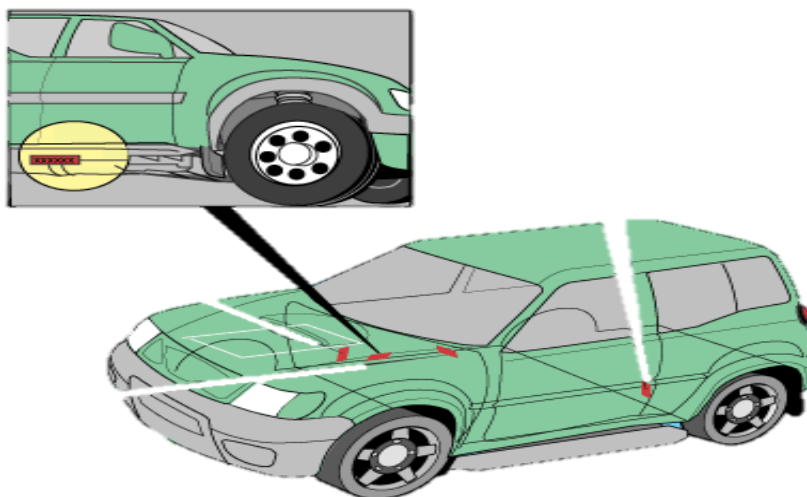
Figura 35. **Identificación de chasis en la parte inferior del asiento del copiloto**



Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

Si el chasis es tipo bastidor, la identificación va troquelada en riel del lado derecho, abajo del principio de la puerta delantera, ver figura 36.

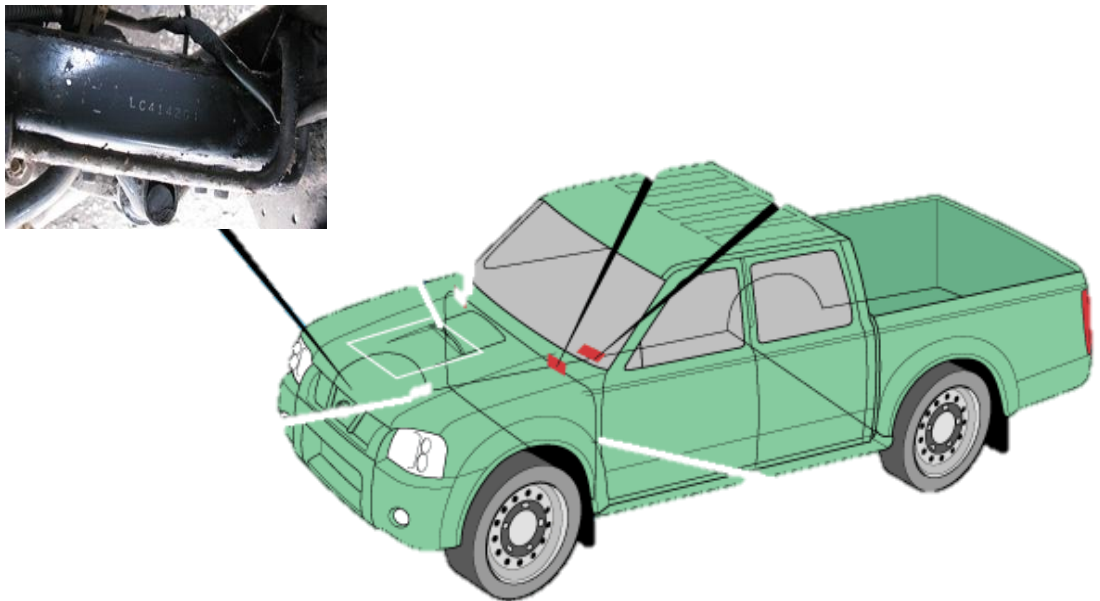
Figura 36. **Identificación de chasis en el riel lado derecho debajo de puerta**



Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

En los picop, el chasis es de tipo bastidor, entonces lleva la identificación de chasis estampada o troquelada en el riel del lado derecho, en la parte frontal superior y solo van los últimos ocho caracteres de la identificación de serie a partir del carácter que indica el año modelo del vehículo, ver figura 37.

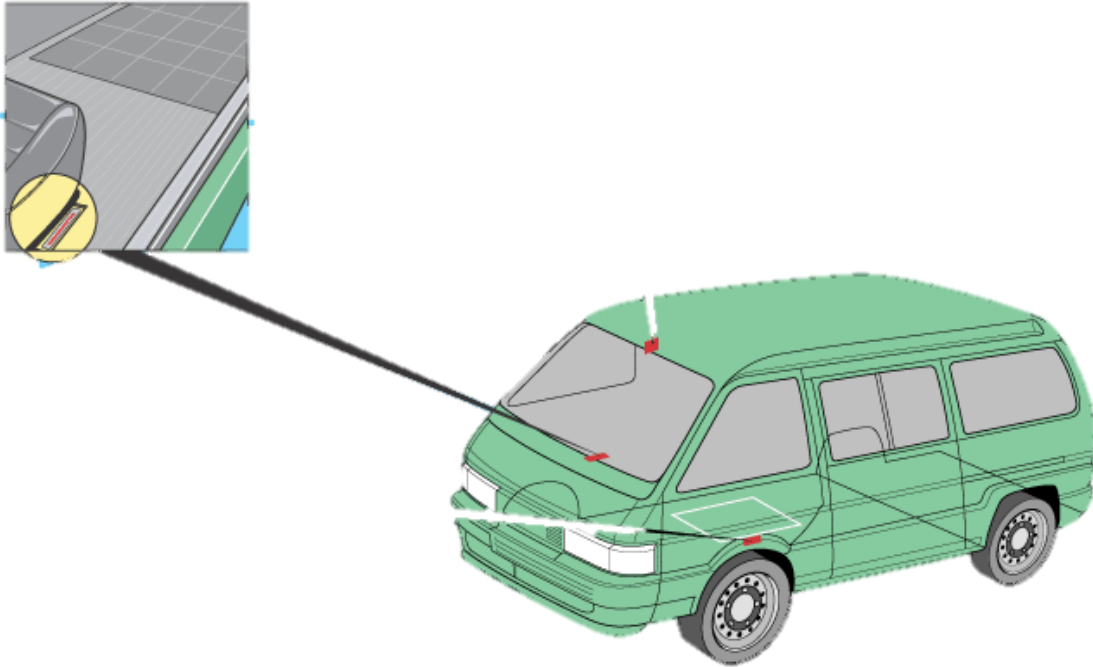
**Figura 37. Identificación de chasis en riel lado derecho**



Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

En los microbús o panel, el chasis es tipo monocasco o autoportante, por lo que la identificación de chasis va estampada o troquelada a un costado del asiento del copiloto del lado derecho, hay que levantar parte de la tapicería o va cubierta por una ventana plástica que, también hay que retirar, ver figura 38.

Figura 38. **Identificación de chasis en microbús o panel**

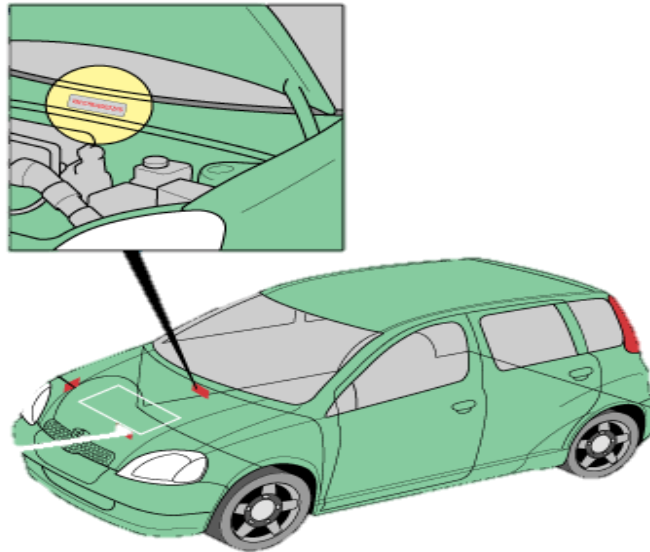


Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

- Toyota: esta marca de vehículo, al igual que las anteriores, tiene una gran variedad de líneas o estilos, para el mercado de estudio hay estilos comercializados en Guatemala que no traen troquelada o estampada la identificación de chasis, se toma el mismo orden que la marca anterior, para ilustrar donde está troquelada la identificación de chasis en las líneas o estilos que si traen identificación.

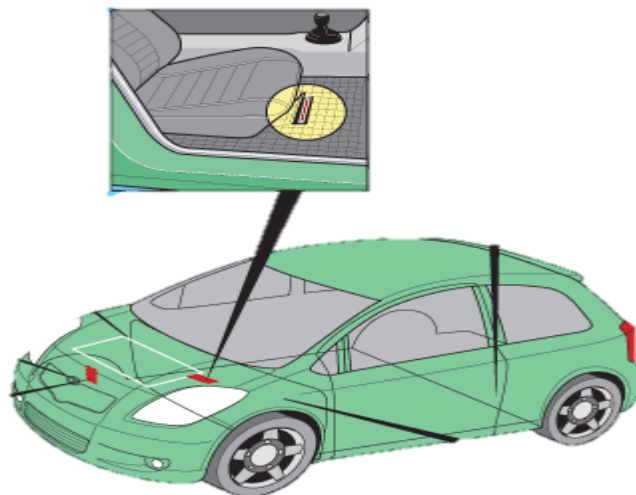
Comenzando con los tipos sedán y baúl recortado, la identificación de chasis va estampado en la pared de fuego, ver figura 39 o en la parte inferior del asiento del copiloto, ver figura 40, ya que este tipo de chasis es monocasco o autoportante.

Figura 39. **Identificación de chasis en pared de fuego**



Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

Figura 40. **Identificación de chasis en la parte inferior del asiento del copiloto**

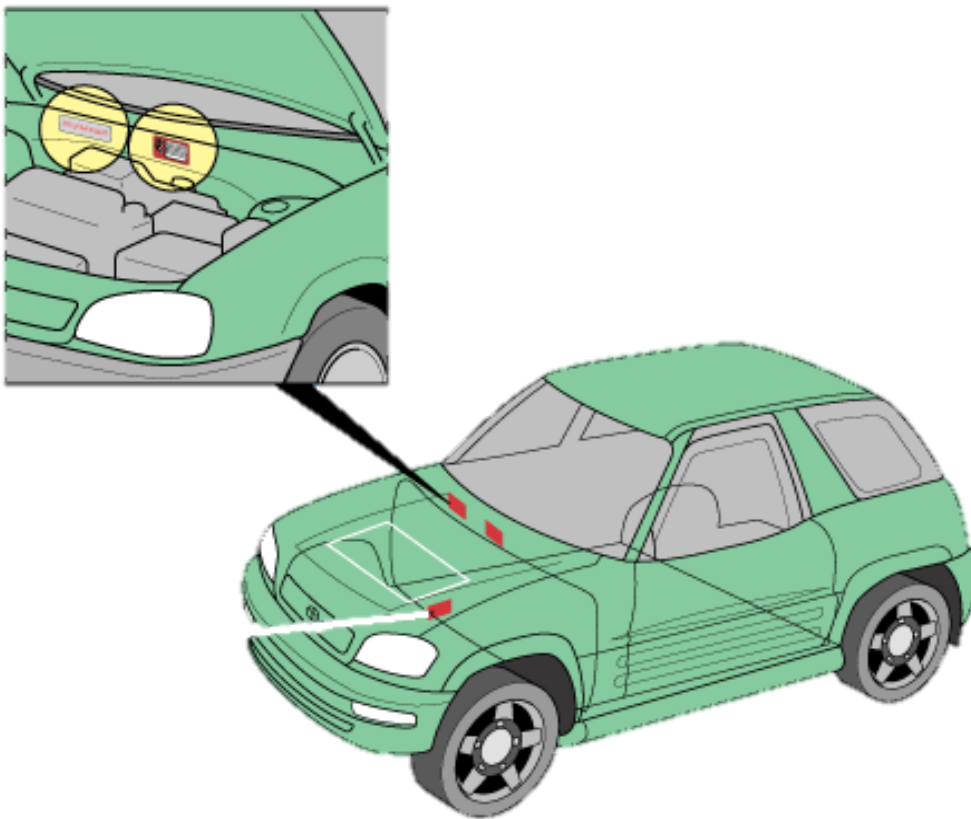


Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

Los vehículos tipo camioneta, la identificación de chasis va estampada en dos áreas distintas dependiendo la línea de la camioneta, puede ir en el bastidor o en el monocasco o autoportante.

Si el chasis es tipo monocasco o autoportante, la identificación va troquelada en el lado derecho de la pared de fuego, ver figura 41 o también puede ir en la parte inferior del asiento del copiloto, ver figura 42.

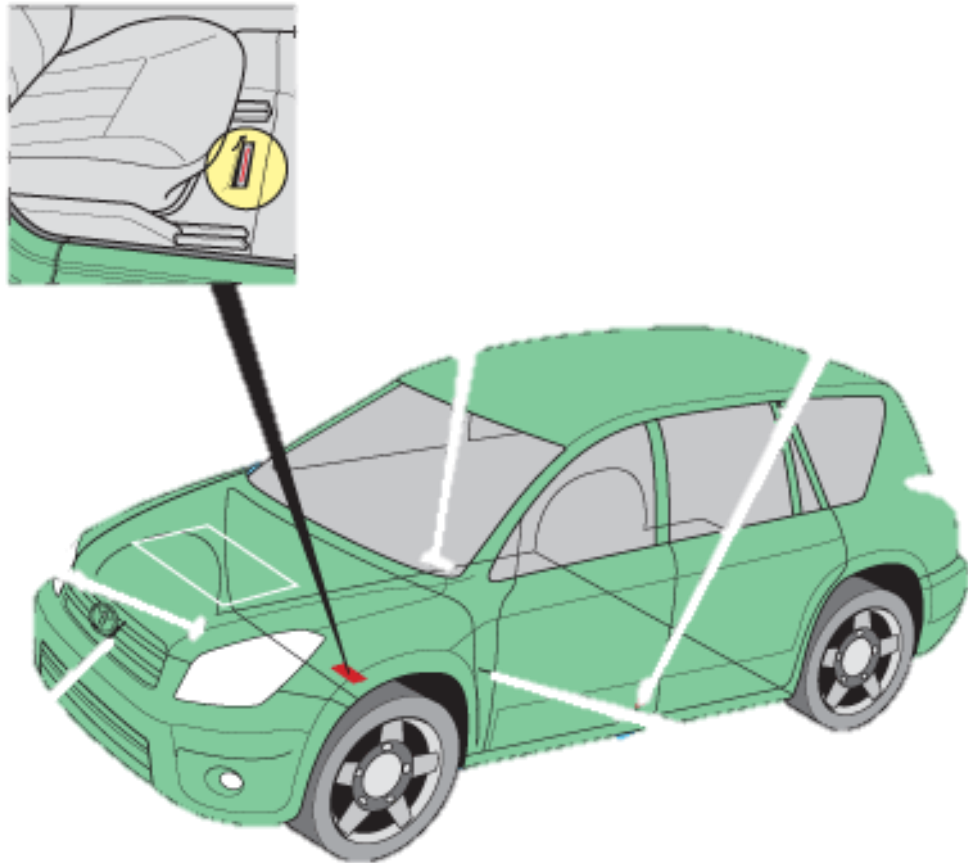
Figura 41. **Identificación de chasis en pared de fuego**



Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.



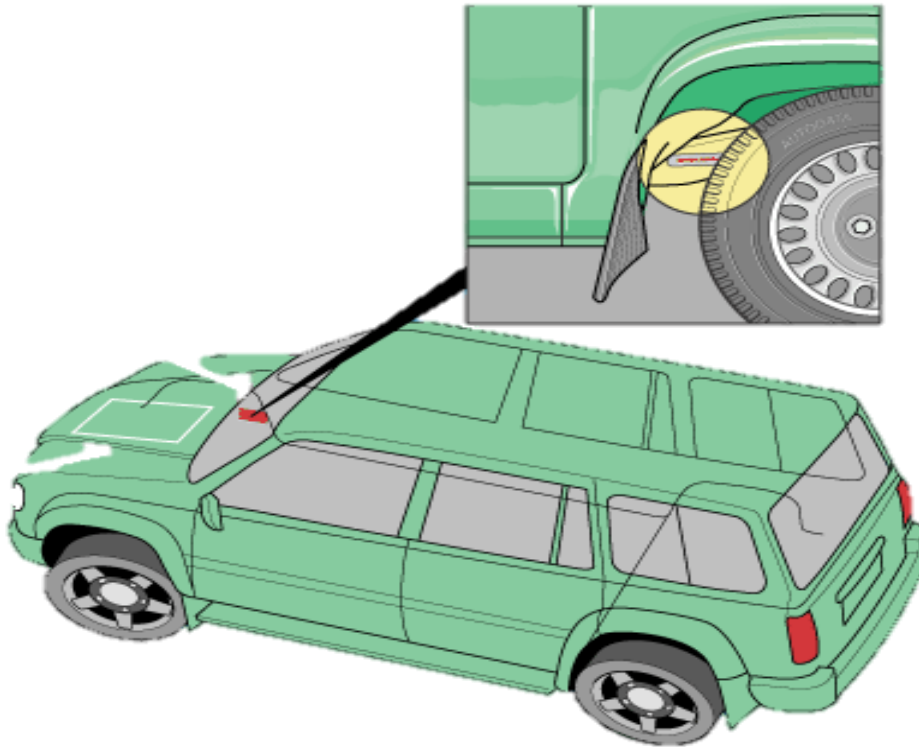
Figura 42. **Identificación de chasis en parte inferior de asiento de copiloto**



Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

En las camionetas donde el chasis es tipo bastidor, la identificación va troquelada o estampada en la parte delantera del riel del lado derecho, atrás de la llanta, ver figura 43.

Figura 43. **Identificación de chasis en camioneta con chasis tipo bastidor**

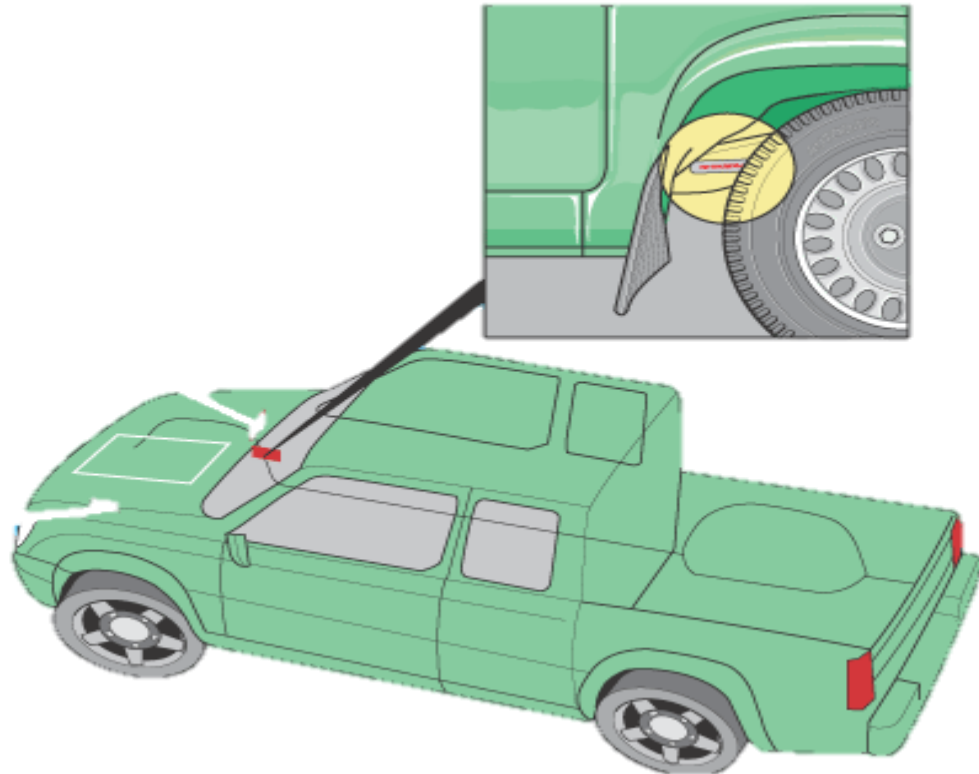


Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

En los picop, el chasis es de tipo bastidor y lleva la identificación de chasis estampada o troquelada en la parte frontal del riel del lado derecho, atrás de la llanta, igual como las camionetas, ver figura 44.

Hay algunas líneas de picop que no llevan troquelada la identificación de chasis, en lugar de esta llevan una calcomanía de seguridad donde los caracteres que van impresos tiene que coincidir con la identificación de serie.

Figura 44. **Identificación de chasis en riel lado derecho**

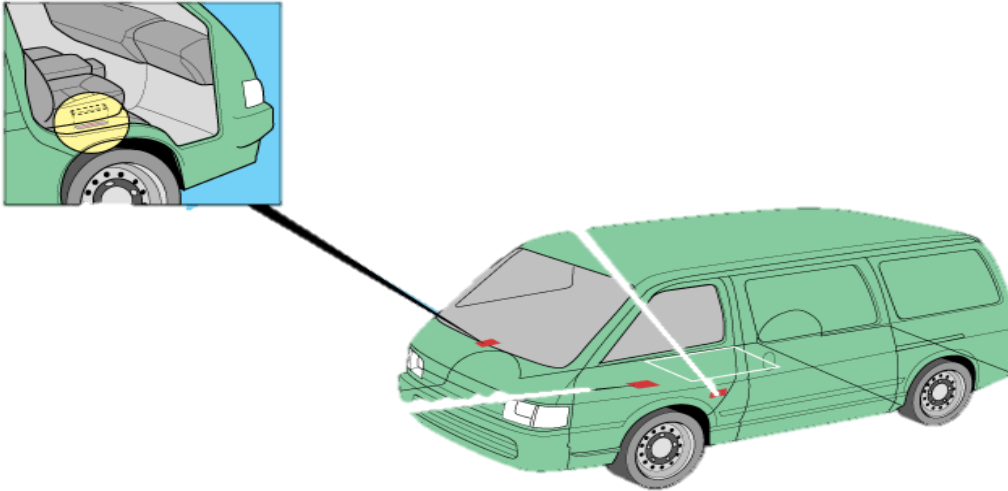


Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

En el microbús o panel, el chasis puede ser de tipo monocasco o autoportante y bastidor, cuando es de tipo monocasco o autoportante, la identificación de chasis va estampada o troquelada a un costado del asiento del copiloto del lado derecho, ver figura 45.

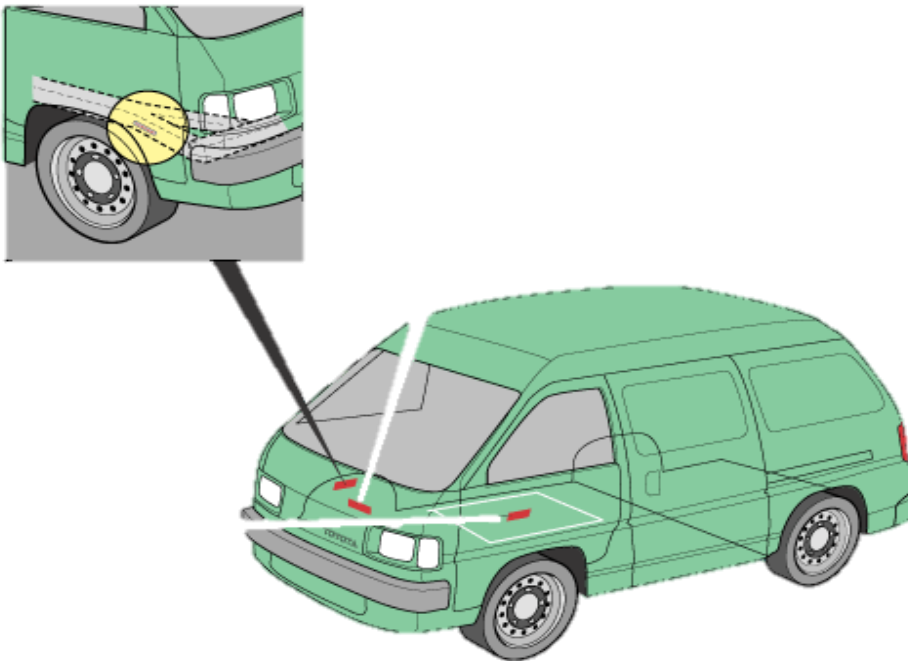
Si el chasis es de tipo bastidor va troquelada en el riel del lado derecho adelante de la llanta, ver figura 46.

Figura 45. **Identificación de chasis en monocasco o autoportante**



Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

Figura 46. **Identificación de chasis en bastidor**



Fuente: elaboración propia, con los Programa Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

### **1.2.2. Identificación de chasis de vehículos fabricados para mercado europeo**

En esta parte se describe el área donde va la identificación de chasis de vehículos fabricados para la venta en Europa y, al igual que los fabricados para mercado norteamericano, de los cuales hay gran cantidad de estos vehículos circulando en Guatemala.

Hay marcas que no comercializan vehículos para el mercado europeo siendo estas Chevrolet, Hyundai y Kia, por lo que estas marcas no se describen en esta sección, pero se sigue el mismo orden que en el subíndice 1.2.1. con las marcas que son comercializadas en Europa.

La estructura del VIN siempre es de diecisiete dígitos y de igual forma consta de cuatro partes:

- La primera: conformada por los tres primeros caracteres que indican la nación de origen, el fabricante, la marca y tipo de vehículo (siglas en inglés WMI).
- La segunda: consta de cinco caracteres, esta identifica los atributos del vehículo como: modelo, estilo, motor, etc. (siglas en inglés VDS).
- La tercera: consta de un caracter el dígito verificador o *check digit*, el cual va en la novena posición de izquierda a derecha.

- La cuarta: consta de ocho caracteres con la única diferencia que el primer carácter de esta subdivisión del VIN no siempre indica el año modelo del vehículo; y los siguientes caracteres representan el número sucesivo de producción (siglas en inglés VIS). Esta estructura ya fue descrita con mayor detalle en el subíndice 1.1.2. Normas ISO 3779 VIN.
- Mazda: esta marca de vehículo tiene una gran variedad de líneas o estilos, y se toma el mismo orden que el subíndice anterior para ilustrar dónde va troquelada la identificación de chasis, los que tienen el baúl recortado, la identificación de chasis va estampado en la parte superior del amortiguador delantero derecho. Al levantar el capó se visualiza fácilmente sobre la base del amortiguador, ver figura 47.

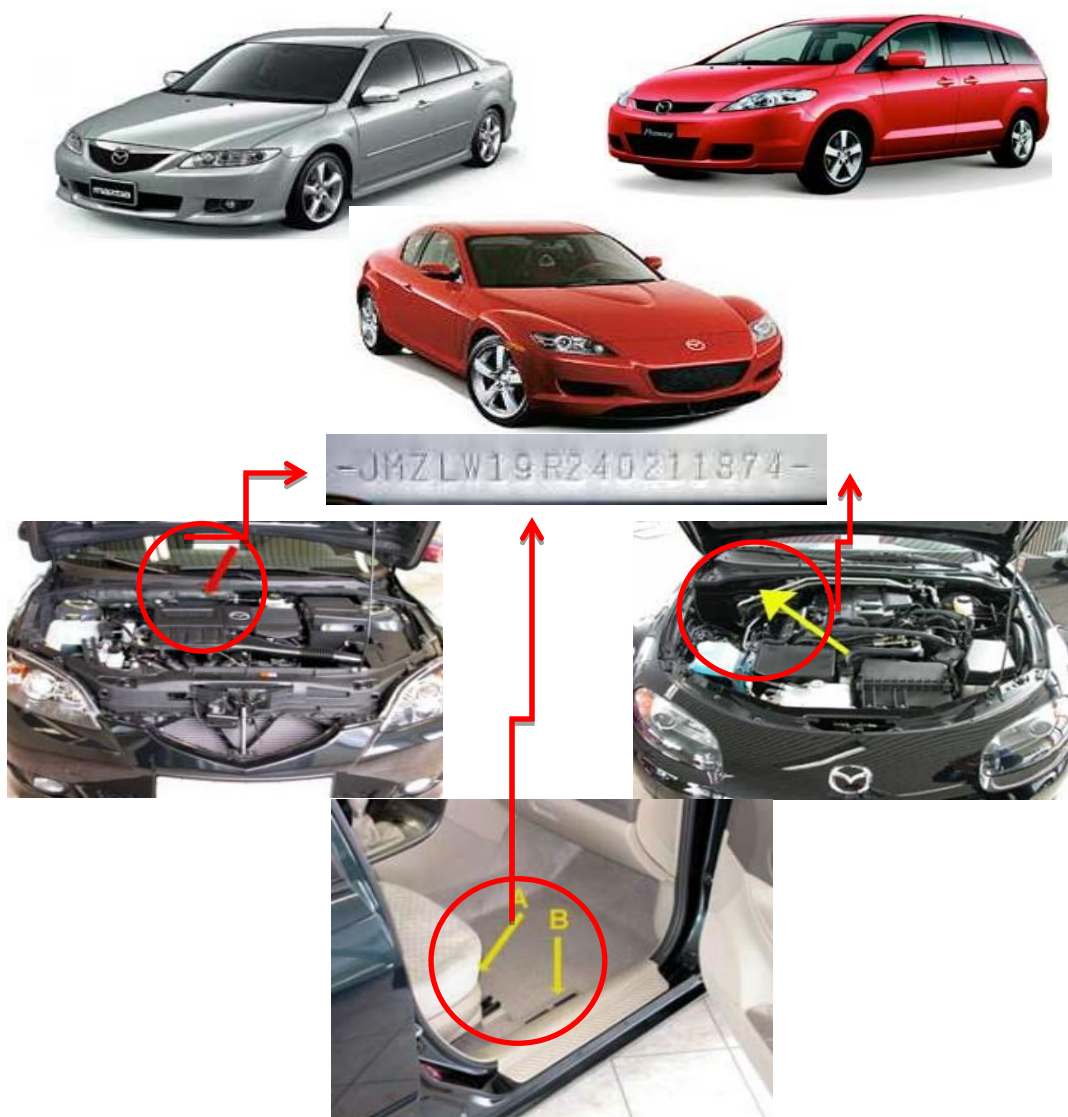
Figura 47. **Identificación de chasis en amortiguador delantero derecho**



Fuente: elaboración propia, con los Programas EUROVIN y Microsoft Office Picture Manager.

En los vehículos tipo sedán, camionetilla y deportivo, la identificación puede ir troquelada en tres partes; en pared de fuego parte central, en pared de fuego del centro hacia la derecha y en el reposapiés del lado del copiloto abajo del asiento o a un costado del asiento, ver figura 48.

Figura 48. **Identificación de chasis para vehículos sedán, camionetilla y deportivos**



Fuente: elaboración propia, con los Programas EUROVIN y Microsoft Office Picture Manager.

En los vehículos tipo camioneta o todo terreno, la identificación de chasis va estampada en la pared de fuego del centro hacia la derecha, ver figura 49.

Figura 49. **Identificación de chasis para vehículos tipo camioneta**



Fuente: elaboración propia, con los Programas EUROVIN y Microsoft Office Picture Manager.

En los vehículos tipo picop, como el chasis es de tipo bastidor la identificación de este va estampada en el riel del lado derecho atrás de la llanta delantera derecha, ver figura 50.



Figura 50. **Identificación de chasis para vehículos tipo picop**



Fuente: elaboración propia, con los Programas EUROVIN y Microsoft Office Picture Manager.

En los vehículos tipo microbús o panel, la identificación va estampada en habitáculo abajo y a un costado del asiento del copiloto, ver figura 51.

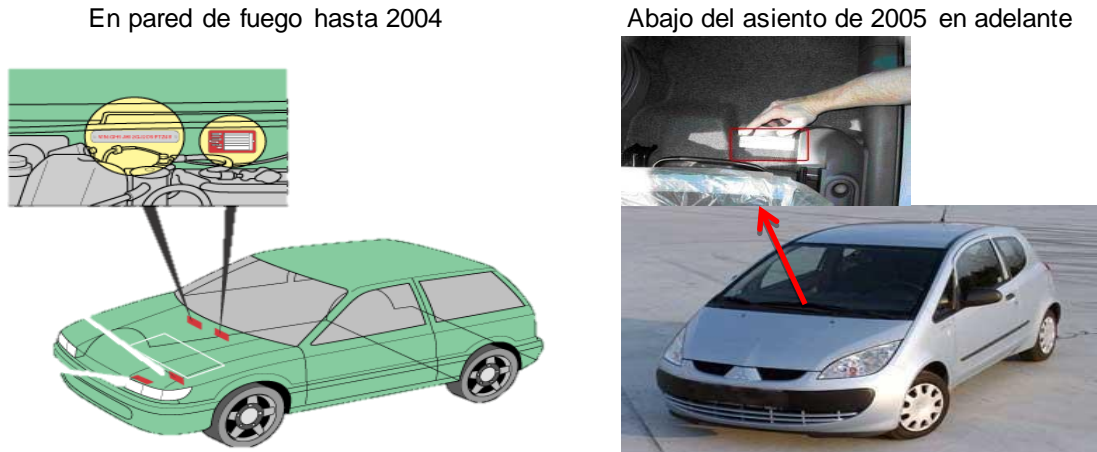
Figura 51. **Identificación de chasis para vehículos tipo microbús o panel**



Fuente: elaboración propia, con los Programas EUROVIN y Microsoft Office Picture Manager.

- Mitsubishi: esta marca de vehículo tiene una gran variedad de líneas o estilos, y se toma el mismo orden que el subíndice 1.1.1. para ilustrar dónde va troquelada la identificación de chasis, comenzando con los que tienen el baúl recortado, la identificación va estampada en pared de fuego del lado derecho hasta los modelos del 2004 y del siguiente año en adelante va estampada delante del asiento del acompañante, colocado en el monocasco en el piso del reposapiés hay que levantar la lengüeta de la tapicería, ver figura 52.

Figura 52. **Identificación de chasis para vehículos tipo baúl recortado**



Fuente: elaboración propia, con los Programas EUROVIN y Microsoft Office Picture Manager.

En los vehículos tipo sedán, deportivo, camionetilla y camioneta donde el chasis es de tipo monocasco o autoportante la identificación va troquelada en pared de fuego del centro hacia la derecha, ver figura 53.

Figura 53. **Identificación de chasis para vehículos tipo monocasco**



Fuente: elaboración propia, con los Programas EUROVIN y Microsoft Office Picture Manager.

En los vehículos tipo camioneta y picop con chasis de tipo bastidor, la identificación de chasis va troquelada en el riel del lado derecho, en la parte de atrás de la llanta trasera derecha, ver figura 54.

Figura 54. **Identificación de chasis para vehículos tipo bastidor**

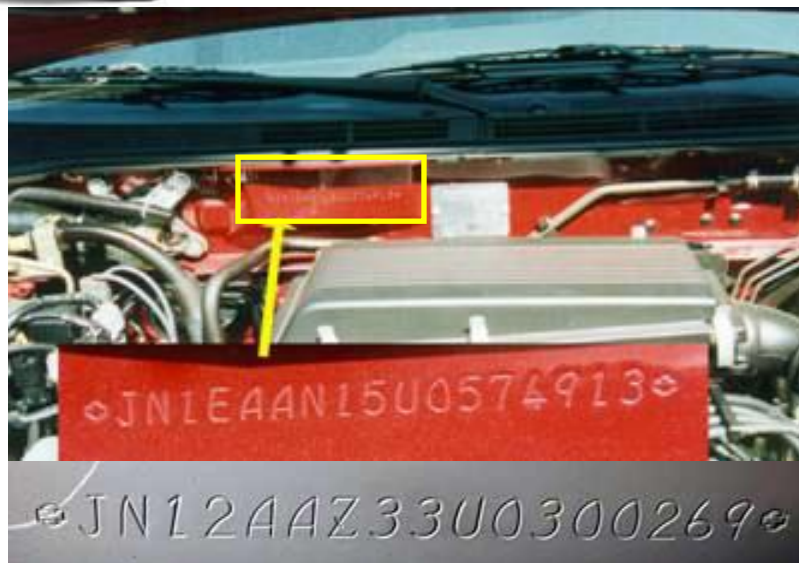


Fuente: elaboración propia, con los Programas EUROVIN y Microsoft Office Picture Manager.

- Nissan: esta marca de vehículo tiene una gran variedad de líneas o estilos, se toma el mismo orden que el subíndice 1.1.1. para ilustrar donde va troquelada la identificación de chasis, en esta primera parte se integran los tipo baúl recortado con los tipo sedán y los deportivos.

La identificación de chasis va estampado en el mismo lugar para estos diferentes tipos, siendo en pared de fuego del centro hacia el lado derecho, y el tipo de chasis que tienen estos es monocasco o autoportante, ver figura 55.

Figura 55. **Identificación de chasis para vehículos tipo monocasco**



Fuente: elaboración propia, con los Programas EUROVIN y Microsoft Office Picture Manager.

Hay unas camionetas con chasis tipo monocasco que llevan la identificación troquelada delante del asiento del acompañante, colocado en el monocasco en el piso del reposapiés hay que levantar la lengüeta de la tapicería o una cubierta de plástico, ver figura 56.

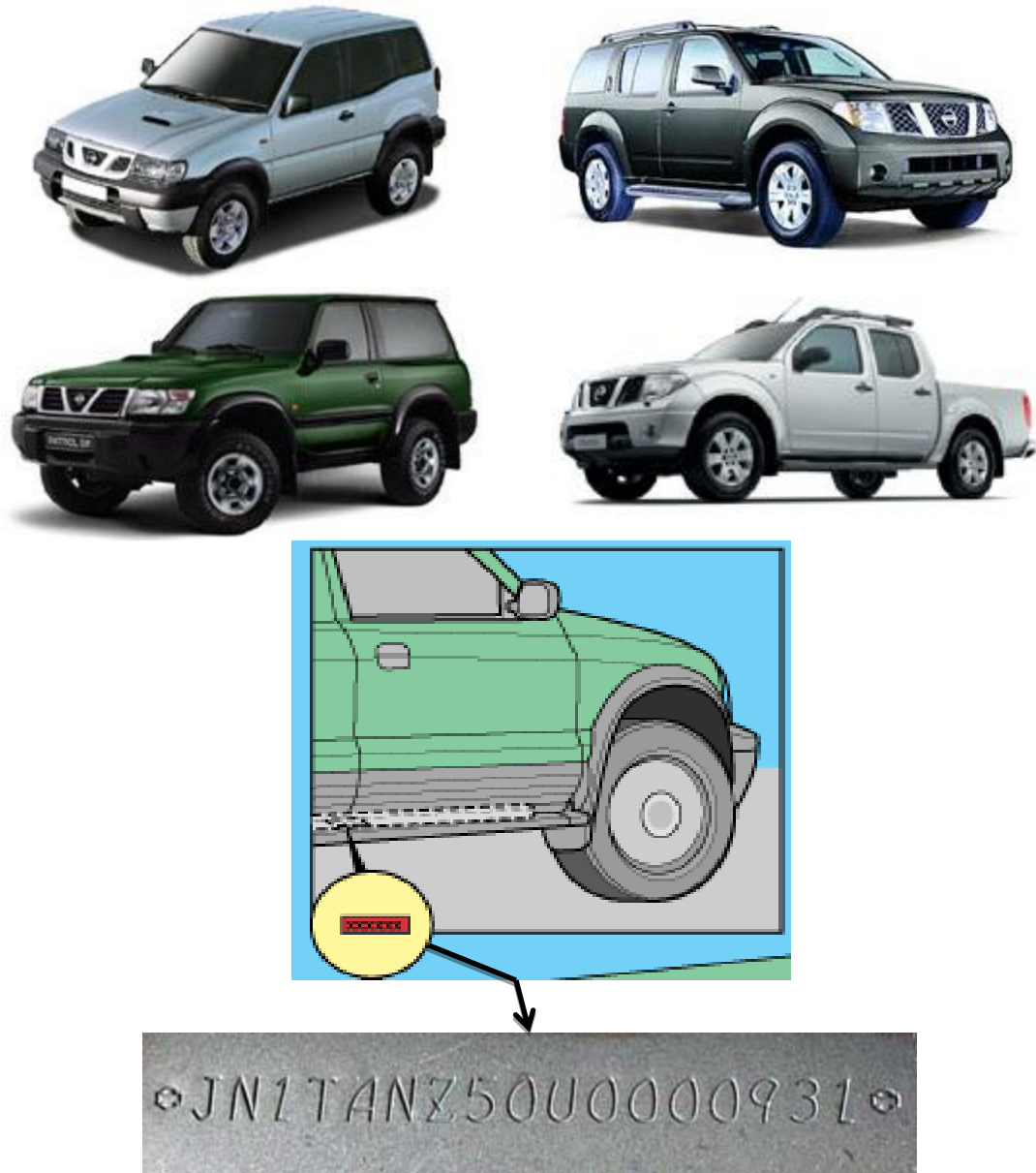
Figura 56. **Identificación de chasis para camionetas tipo monocasco**



Fuente: elaboración propia, con los Programas EUROVIN y Microsoft Office Picture Manager.

En los vehículos tipo camioneta y picop con chasis tipo bastidor, este va troquelado en el riel del lado derecho debajo de la puerta delantera, casi donde principia la misma, ver figura 57.

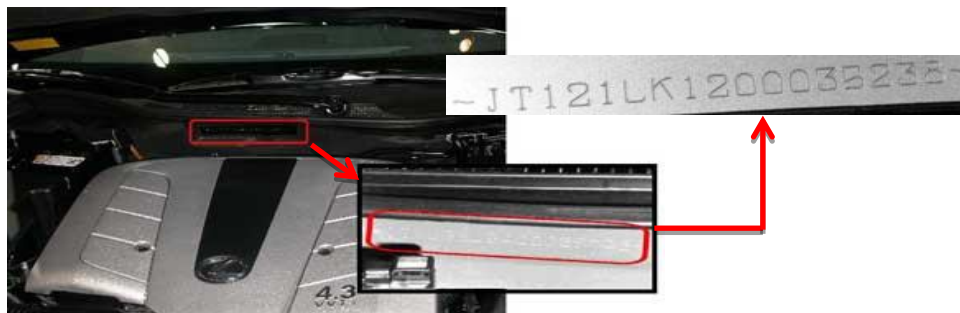
Figura 57. Identificación de chasis para vehículos tipo bastidor



Fuente: elaboración propia, con los Programas EUROVIN y Microsoft Office Picture Manager.

- Toyota: esta marca de vehículo tiene una gran variedad de líneas o estilos, se toma el mismo orden que el subíndice 1.1.1. para ilustrar dónde va troquelada la identificación de chasis, se muestra en esta parte los vehículos con chasis de tipo monocasco o autoportante que llevan la identificación troquelada en la pared de fuego. Aquí se incluyen los de tipo baúl recortado hasta el modelo 2005, sedán, deportivos, camionetilla y camioneta hasta el modelo 2001, ver figura 58.

Figura 58. **Identificación de chasis para vehículos tipo monocasco en pared de fuego**



Fuente: elaboración propia, con los Programas EUROVIN y Microsoft Office Picture Manager.



En esta siguiente parte se muestra vehículos con chasis de tipo monocasco o autoportante que llevan la identificación troquelada debajo del asiento del acompañante, colocado en el monocasco en el piso del reposapiés hay que correr el asiento del copiloto hacia atrás y levantar la lengüeta de la tapicería o una cubierta de plástico, ver figura 59. Aquí se incluyen los de tipo baúl recortado a partir del modelo 2006, una línea de sedán a partir del modelo 2002 y camioneta a partir del modelo 2002.

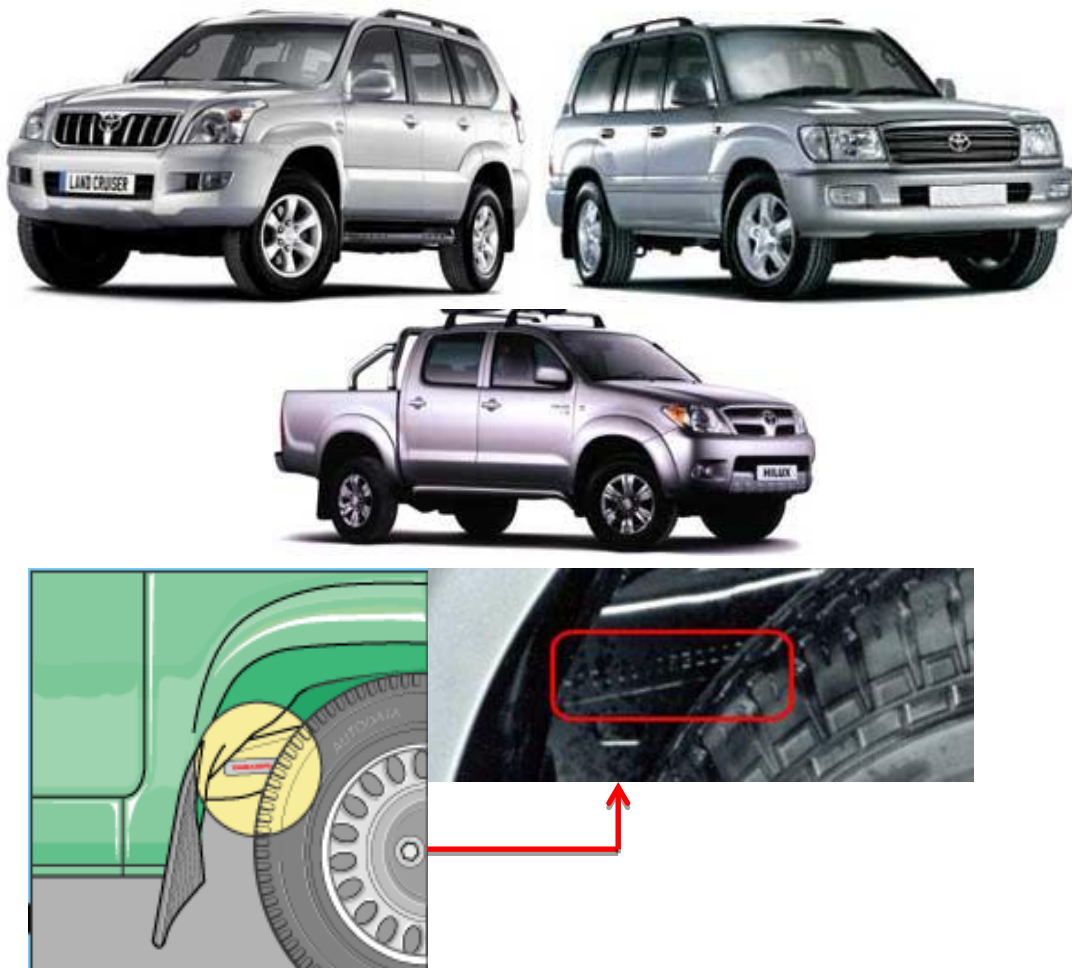
Figura 59. **Identificación de chasis para vehículos tipo monocasco debajo de asiento de copiloto**



Fuente: elaboración propia, con los Programas EUROVIN y Microsoft Office Picture Manager.

En los vehículos tipo camioneta y picop con chasis tipo bastidor, la identificación va troquelado en el riel del lado derecho atrás de la llanta delantera, casi donde principia la misma, ver figura 60.

Figura 60. **Identificación de chasis para vehículos tipo bastidor**



Fuente: elaboración propia, con los Programas EUROVIN y Microsoft Office Picture Manager.

### **1.2.3. Identificación de chasis de vehículos fabricados para mercado latinoamericano**

En esta parte se describe el área donde va la identificación de chasis de vehículos fabricados para la venta en latinoamérica, básicamente se describen los que distribuyen las fábricas de las diferentes marcas por medio de distintos concesionarios o franquicias, no está de más recordar que se describen las identificaciones de chasis de los vehículos con mayor demanda o comercialización en Guatemala, se sigue el mismo orden que en el subíndice 1.2.1.

La estructura del VIN siempre es de diecisiete dígitos y, de igual forma, consta de cuatro partes.

- La primera: conformada por los tres primeros caracteres que indican la nación de origen, el fabricante, la marca y tipo de vehículo (siglas en inglés WMI).
- La segunda: consta de cinco caracteres, esta identifica los atributos del vehículo como: modelo, estilo, motor, etc. (siglas en inglés VDS).
- La tercera: consta de un caracter el dígito verificador o *check digit*, va en la novena posición de izquierda a derecha.
- La cuarta: consta de ocho caracteres con la única diferencia que el primer carácter de esta subdivisión del VIN no siempre indica el año modelo del vehículo; y los siguientes caracteres representan el número sucesivo de producción (siglas en inglés VIS).

Esta estructura ya fue descrita con mayor detalle en el subíndice 1.1.2. Normas ISO 3779 VIN.

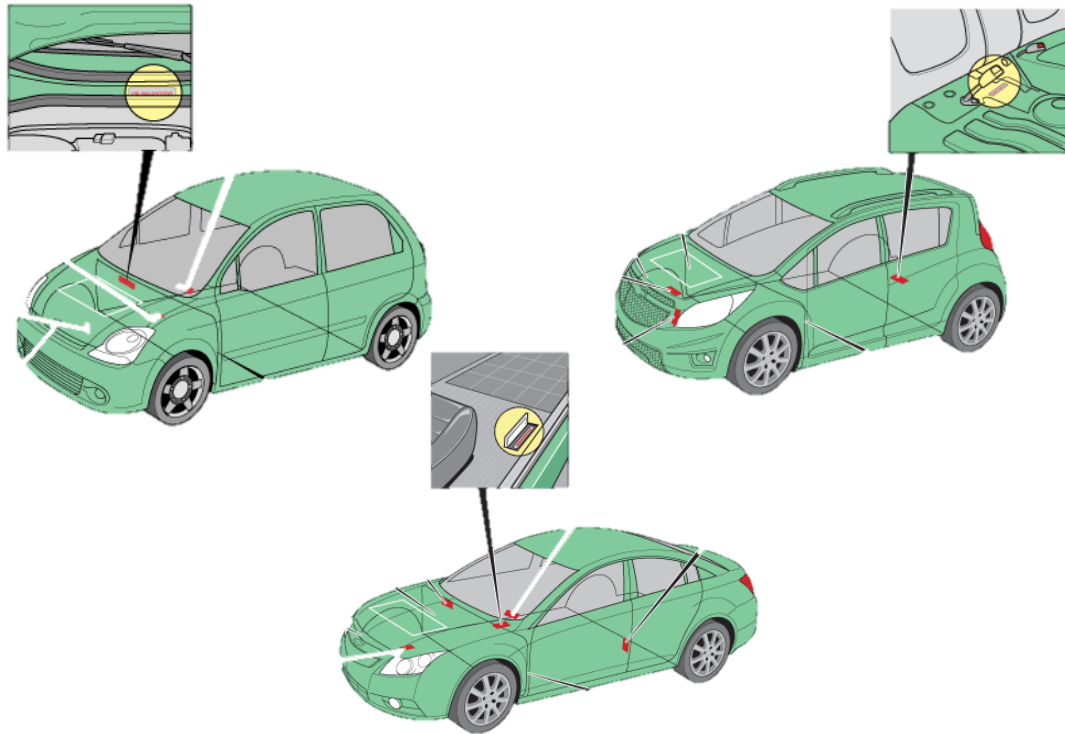
- Chevrolet: los concesionarios y franquicias que distribuyen esta marca de vehículo los traen de las plantas que fabrican o ensamblan los diferentes tipos y líneas de esta, como la fábrica matriz en Estados Unidos, con la diferencia que son elaborados con especificaciones para el mercado latinoamericano o las plantas de ensamble ubicadas en México y Corea.

Esta marca de vehículo cuando son tipo baúl recortado y sedán el chasis es de tipo monocasco o autoportante, por lo que la identificación de chasis está troquelada en la pared de fuego en la parte central de la misma, así como también, puede ir en la parte superior de la pared de fuego siempre en la parte central en el canal o desfogue de agua que viene del parabrisas.

En los modelos más recientes y compactos va en la parte inferior y trasera del asiento trasero en el piso o monocasco y para los sedán a un costado del asiento del copiloto del lado derecho, ver figura 61. Las camionetillas, camionetas y picops no traen identificación de chasis troquelada.

- Hyundai: los concesionarios y franquicias que distribuyen esta marca de vehículo los traen de las plantas que fabrican o ensamblan los diferentes tipos y líneas de esta, como la fábrica matriz en Corea, con la diferencia que son elaborados con especificaciones para el mercado latinoamericano o la planta de ensamble ubicada en Malasia.

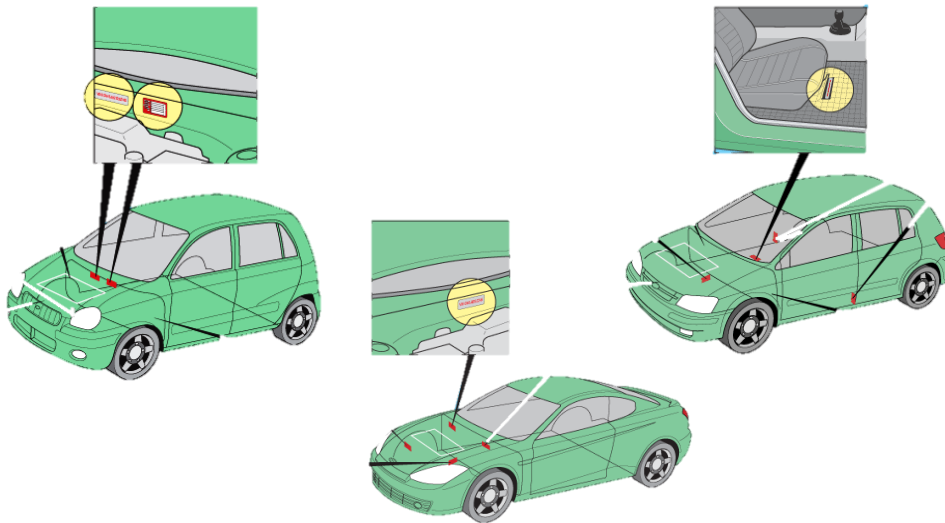
Figura 61. **Identificación de chasis para vehículos tipo monocasco 1**



Fuente: elaboración propia, con los Programas Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

Los vehículos de tipo baúl recortado, sedán, deportivo y algunas líneas de camioneta, el chasis es de tipo monocasco o autoportante, por lo que la identificación de chasis puede ir troquelada en pared de fuego en la parte central o hacia la derecha, así como en el monocasco en el piso del reposapiés hay que correr el asiento del copiloto hacia atrás y levantar la lengüeta de la tapicería o una cubierta de plástico, ver figura 62.

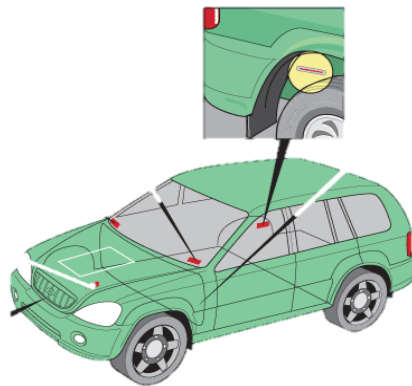
Figura 62. **Identificación de chasis para vehículos tipo monocasco 2**



Fuente: elaboración propia, con los Programas Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

En los vehículos tipo camioneta con chasis tipo bastidor, la identificación va troquelado en el riel del lado derecho atrás de la llanta delantera, casi donde principia la misma, ver figura 63.

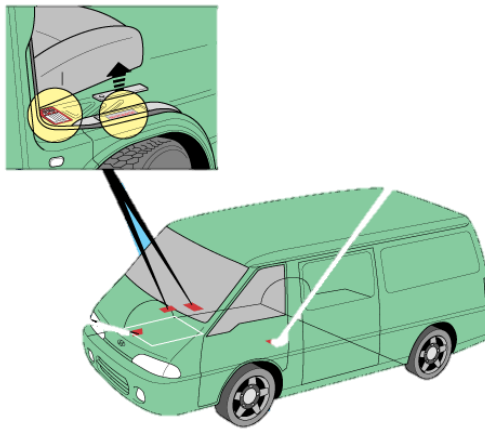
Figura 63. **Identificación de chasis para vehículos tipo bastidor**



Fuente: elaboración propia, con los Programas Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

Los vehículos tipo microbús o panel con chasis tipo monocasco o autoportante, la identificación va troquelado a un costado del asiento del copiloto del lado derecho, se levanta una cubierta de plástico, ver figura 64.

Figura 64. **Identificación de chasis para vehículos tipo microbús o panel**

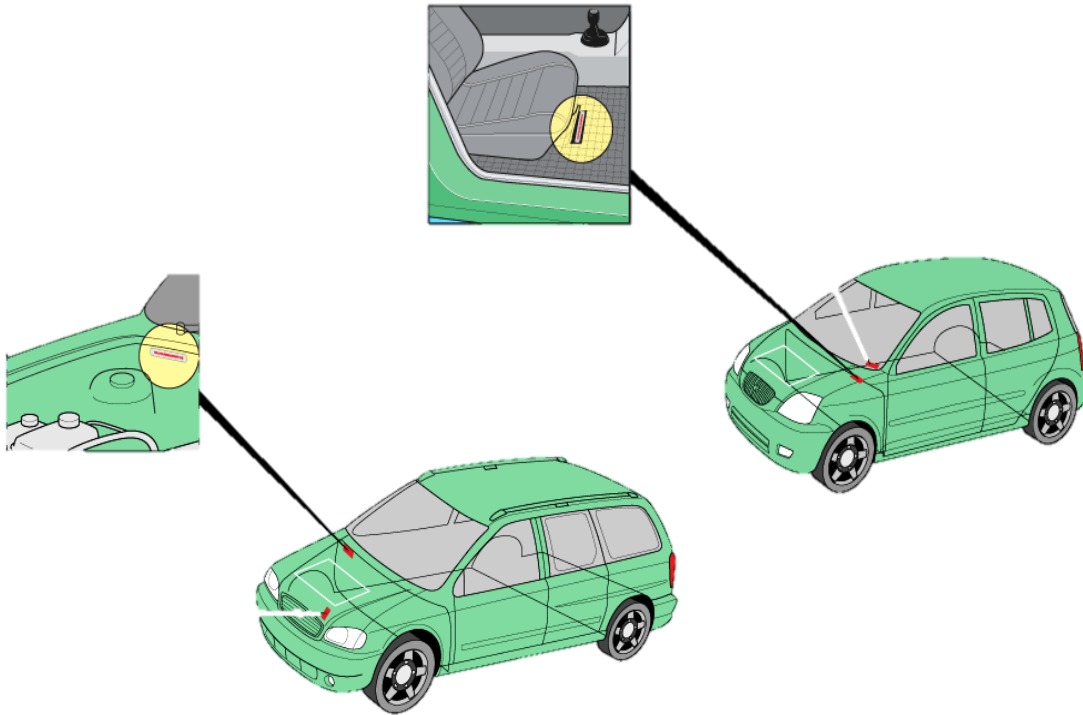


Fuente: elaboración propia, con los Programas Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

- Kia: los concesionarios y franquicias que distribuyen esta marca de vehículo los traen de las plantas que fabrican o ensamblan los diferentes tipos y líneas de esta, como la fábrica matriz en Corea, con la diferencia que son elaborados con especificaciones para el mercado latinoamericano o la planta de ensamble ubicadas en Malasia.

Los vehículos de tipo baúl recortado, sedán y algunas líneas de camionetilla, el chasis es de tipo monocasco o autoportante, por lo que la identificación de chasis puede ir troquelada en pared de fuego en la parte central o hacia la derecha, así como en el monocasco en el piso del reposapiés hay que correr el asiento del copiloto hacia atrás y levantar la lengüeta de la tapicería o una cubierta de plástico, ver figura 65.

Figura 65. **Identificación de chasis para vehículos tipo monocasco**

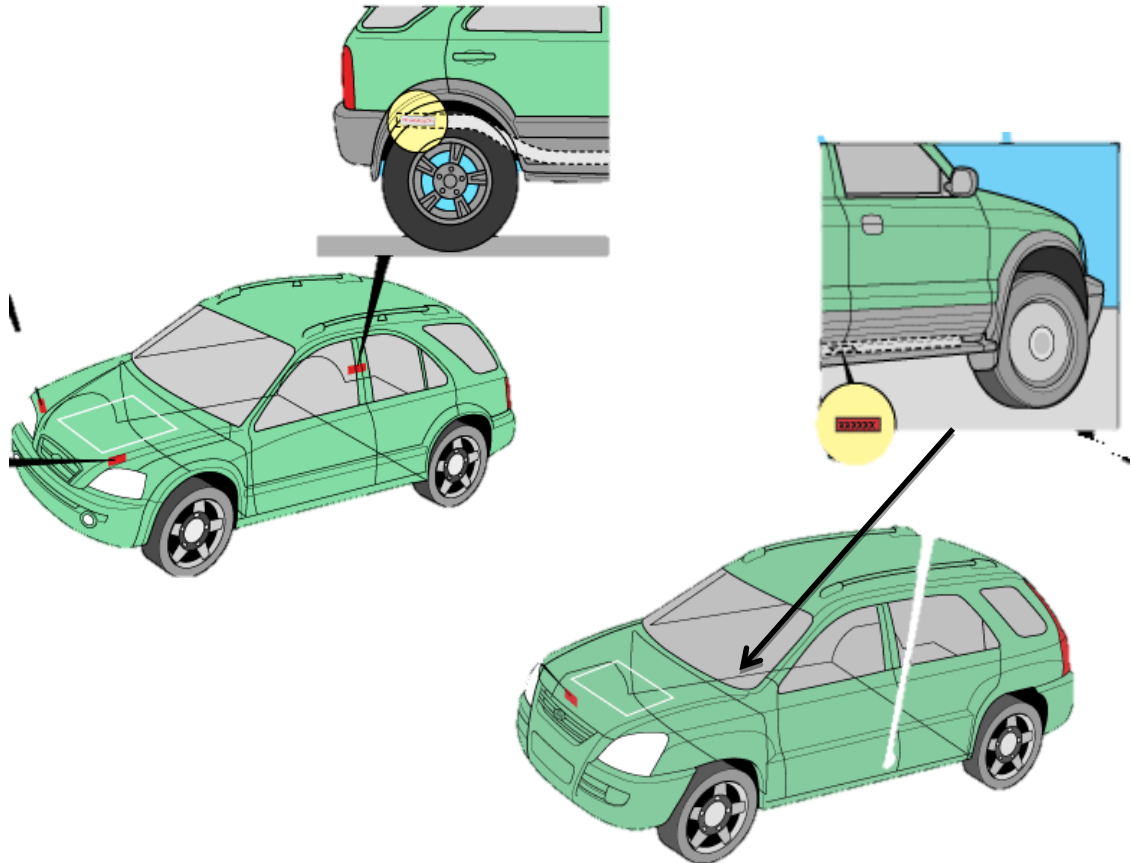


Fuente: elaboración propia, con los Programas Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

En los vehículos tipo camioneta con chasis tipo bastidor, la identificación va troquelado en el riel del lado derecho atrás de la llanta delantera, casi donde principia la misma, o debajo y a la mitad de la puerta delantera derecha, siempre en el riel, ver figura 66.



Figura 66. **Identificación de chasis para vehículos tipo bastidor**



Fuente: elaboración propia, con los Programas Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

- Mazda: esta marca de vehículo tiene una gran variedad de líneas o estilos, con la diferencia que el concesionario o franquicia que trae este vehículo vienen directamente de la fábrica en Japón, siempre con especificaciones para el mercado latinoamericano, en el tipo de chasis es monocasco o autoportante se describen los vehículos que tienen el baúl recortado, sedán, camionetilla y deportivo, la identificación puede ir troquelada en tres partes:

- En pared de fuego parte central.
- En pared de fuego del centro hacia la derecha
- En el reposapiés del lado del copiloto, abajo del asiento o a un costado del asiento, ver figura 67.

Figura 67. **Identificación de chasis en vehículo tipo monocasco o autoportante**



Fuente: elaboración propia, con los Programas Autodata CDA-3, EUROVIN y Microsoft Office Picture Manager.

En los vehículos tipo picop, como el chasis es de tipo bastidor la identificación de chasis va estampada en el riel del lado derecho atrás de la llanta delantera derecha, igual que los vehículos fabricados para mercado europeo, ver figura 68.

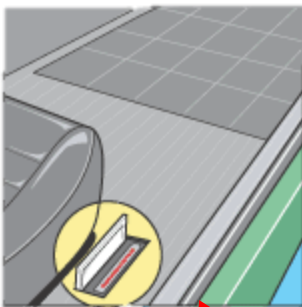
Figura 68. **Identificación de chasis para vehículos tipo picop**



Fuente: elaboración propia, con los Programas Autodata CDA-3, EUROVIN y Microsoft Office Picture Manager.

En los vehículos tipo microbús o panel, la identificación va estampada en habitáculo abajo y a un costado del asiento del copiloto, igual que los fabricados para mercado europeo, ver figura 69.

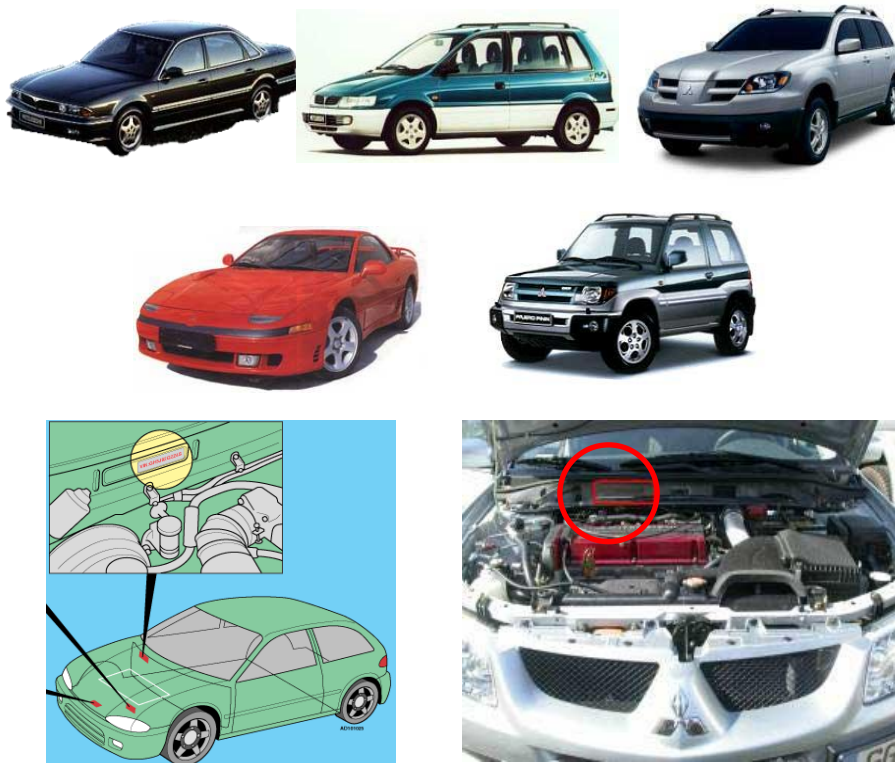
Figura 69. **Identificación de chasis para vehículos tipo microbús o panel**



Fuente: elaboración propia, con los Programas Autodata CDA-3, EUROVIN y Microsoft Office Picture Manager.

- Mitsubishi: esta marca de vehículo tiene una gran variedad de líneas o estilos, con la diferencia que el concesionario o franquicia que trae este automóvil, vienen directamente de la fábrica en Japón, siempre con especificaciones para el mercado latinoamericano, en el tipo de chasis que es monocasco o autoportante, se describen los vehículos que tienen el baúl recortado, sedán, camionetilla y deportivo la identificación puede ir troquelada en; pared de fuego parte central, en pared de fuego del centro hacia la derecha, igual a los vehículos fabricados para mercado europeo, ver figura 70.

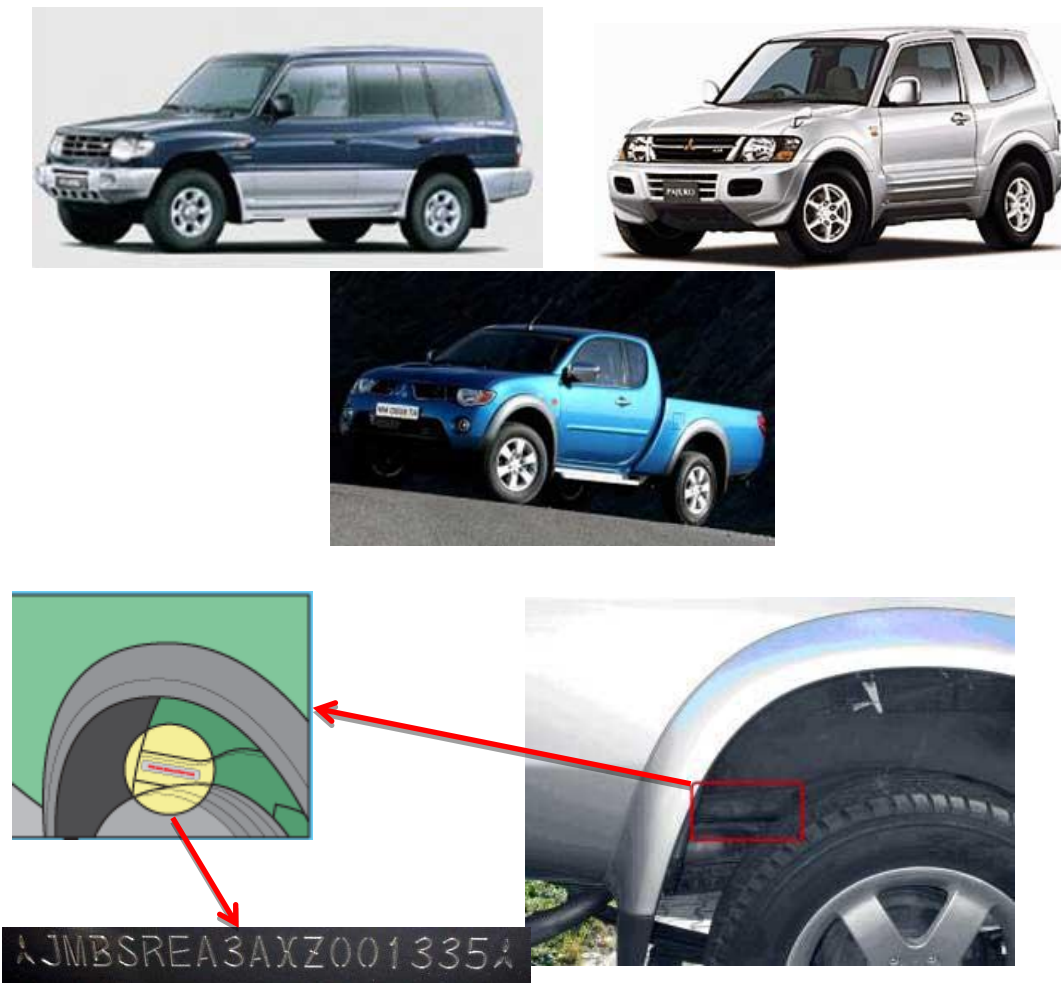
**Figura 70. Identificación de chasis para vehículo tipo monocasco o autoportante**



Fuente: elaboración propia, con los Programas Autodata CDA-3, EUROVIN y Microsoft Office Picture Manager.

En los vehículos tipo camioneta y picop con chasis de tipo bastidor, la identificación de chasis va troquelada en el riel del lado derecho, en la parte de atrás de la llanta trasera derecha, igual a los fabricados para mercado europeo, ver figura 71.

Figura 71. **Identificación de chasis para vehículos tipo bastidor**



Fuente: elaboración propia, con los Programas Autodata CDA-3, EUROVIN y Microsoft Office Picture Manager.

- Nissan: esta marca de vehículo tiene una gran variedad de líneas o estilos, con la diferencia que el concesionario o franquicia que trae este automóvil, vienen directamente de la fábrica en Japón o de la planta de ensamblaje en México, siempre con especificaciones para el mercado latinoamericano, el tipo de chasis que es monocasco o autoportante, se describen los vehículos sedán, camionetilla y deportivo la identificación puede ir troquelada en; pared de fuego del centro hacia la derecha, igual a los vehículos fabricados para mercado europeo, ver figura 72.

Figura 72. **Identificación de chasis para vehículo tipo monocasco o autoportante**



Fuente: elaboración propia, con los Programas Autodata CDA-3, EUROVIN y Microsoft Office Picture Manager.

Hay camionetas con chasis tipo monocasco que llevan la identificación de chasis troquelada delante del asiento del acompañante, colocado en el monocasco en el piso del reposapiés, hay que levantar la lengüeta de la tapicería o una cubierta de plástico o puede ir en pared de fuego del lado derecho y va cubierta con una tapadera plástica corrediza, ver figura 73.

Figura 73. **Identificación de chasis para camionetas tipo monocasco**



Fuente: elaboración propia, con los Programas EUROVIN y Microsoft Office Picture Manager.



En los vehículos tipo camioneta y picop con chasis tipo bastidor, la identificación de chasis va troquelado en el riel del lado derecho debajo de la puerta delantera, igual a los fabricados para mercado europeo, ver figura 74.

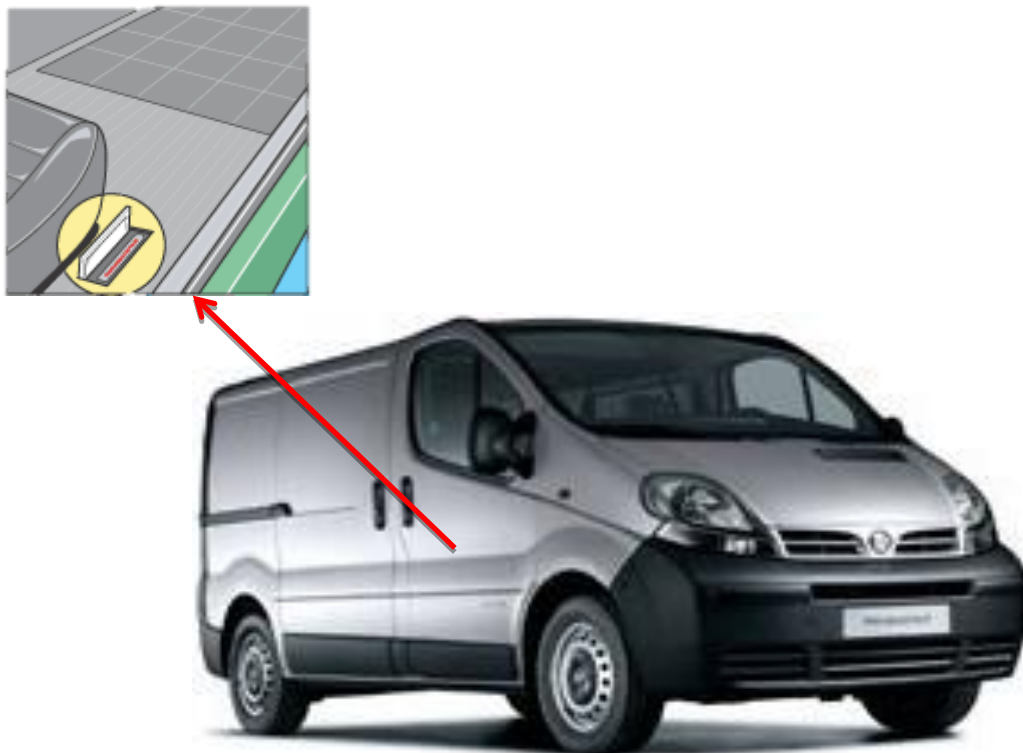
Figura 74. **Identificación de chasis para vehículos tipo bastidor**



Fuente: elaboración propia, con los Programas Autodata CDA-3, EUROVIN y Microsoft Office Picture Manager.

En los vehículos tipo microbús o panel, la identificación va estampada en habitáculo abajo y a un costado del asiento del copiloto, hay que levantar la lengüeta de la tapicería o una cubierta de plástico o abatir hacia atrás el asiento del copiloto, ver figura 75.

Figura 75. **Identificación de chasis para vehículos tipo microbús o panel**



Fuente: elaboración propia, con los Programas Autodata CDA-3, EUROVIN y Microsoft Office Picture Manager.

- Toyota: esta marca de vehículo tiene una gran variedad de líneas o estilos, con la diferencia que el concesionario o franquicia que trae este vehículo vienen directamente de la fábrica en Japón o de las plantas de ensamblaje en Argentina, Brasil o Malasia, siempre con especificaciones para el mercado latinoamericano.

Se muestra en esta parte los vehículos con chasis de tipo monocasco o autoportante que llevan la identificación troquelada en la pared de fuego, aquí se incluyen los de tipo baúl recortado hasta el modelo 2005, sedán, deportivos, camionetilla y camioneta hasta el modelo 2001, ver figura 76.

Figura 76. **Identificación de chasis para vehículos tipo monocasco en pared de fuego**



Japón

~JTDBT1139003843B7~

Brasil

~9BR53ZEC208585379~

Fuente: elaboración propia, con los Programas EUROVIN y Microsoft Office Picture Manager.

En esta siguiente parte se muestra vehículos con chasis de tipo monocasco o autoportante que llevan la identificación troquelada debajo del asiento del acompañante, colocado en el monocasco en el piso del reposapiés hay que correr el asiento del copiloto hacia atrás y levantar la lengüeta de la tapicería o una cubierta de plástico, ver figura 77. Aquí se incluyen los de tipo baúl recortado a partir del modelo 2006, una línea de sedán a partir del modelo 2002 y camioneta a partir del modelo 2002.

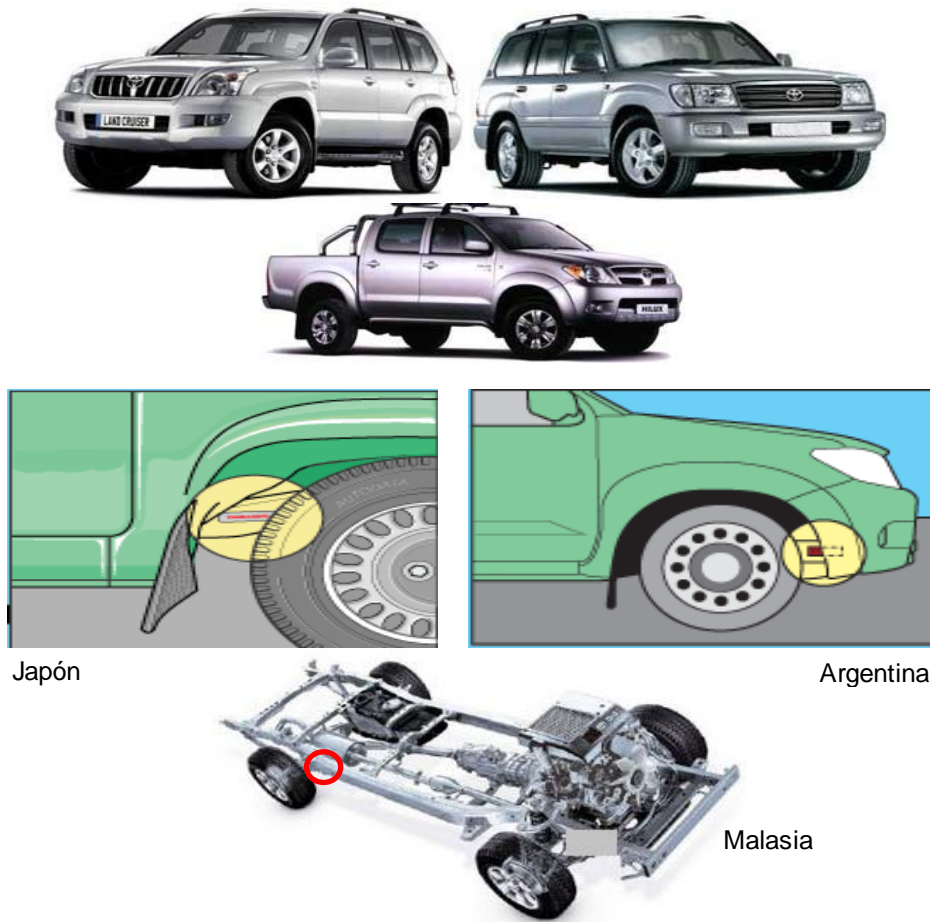
Figura 77. **Identificación de chasis para vehículos tipo monocasco debajo de asiento de copiloto**



Fuente: elaboración propia, con los Programas EUROVIN y Microsoft Office Picture Manager.

En los vehículos tipo camioneta y picop con chasis tipo bastidor, la identificación va troquelado en el riel del lado derecho atrás de la llanta delantera, casi donde principia la misma para el fabricado en Japón, si es hecho en Argentina en la misma posición, solo que más adelante casi donde termina la llanta de izquierda a derecha y, si es fabricado en Malasia en el riel del mismo lado, solo que hasta atrás casi donde finaliza la llanta trasera de izquierda a derecha, ver figura 78.

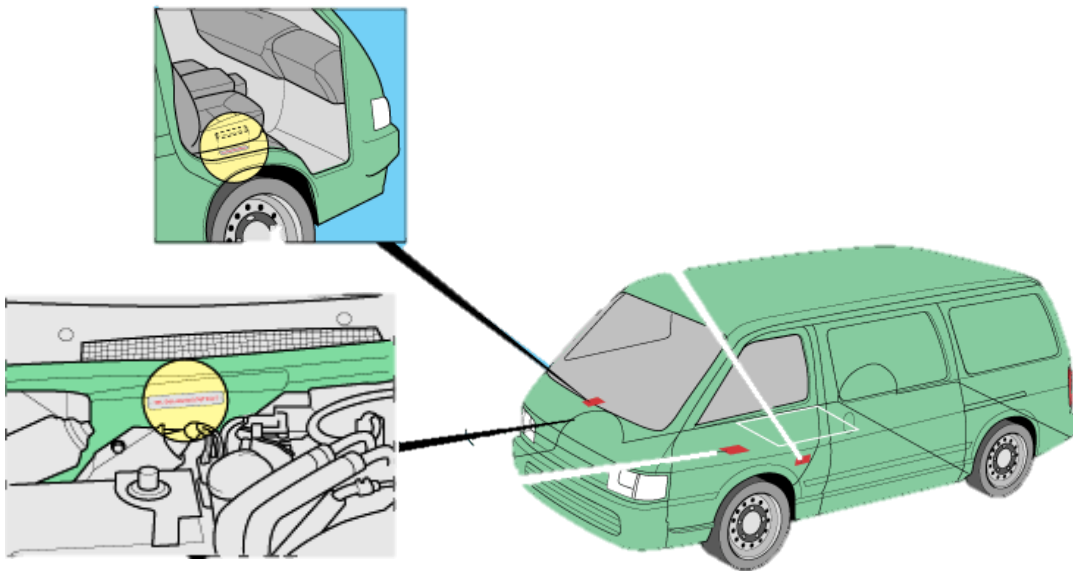
Figura 78. **Identificación de chasis para vehículos tipo bastidor**



Fuente: elaboración propia, con los Programas Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

En los vehículos tipo microbús o panel, la identificación va estampada en habitáculo abajo y a un costado del asiento del copiloto, hay que levantar la lengüeta de la tapicería o una cubierta de plástico o abatir hacia atrás el asiento del copiloto, en modelos más recientes va en pared de fuego del centro a la derecha, ver figura 79.

Figura 79. **Identificación de chasis para vehículos tipo microbús o panel**



Fuente: elaboración propia, con los Programas Autodata CDA-3 y Microsoft Office Picture Manager.

### 1.3. Deformación del metal y sus efectos

Al examinar los objetos que alrededor en los hogares o en la calle, se observa que la propiedad más útil de los metales es su facultad para resistir o transmitir esfuerzos. Hay docenas de ejemplos de este caso en un automóvil. La estructura y los parachoques resisten muchos esfuerzos impuestos y el tren de potencia transmite el esfuerzo de los pistones a las ruedas.

En estos casos, todas las partes se deforman un poco y luego retornan a su forma original cuando se retira el esfuerzo. Esta es una deformación elástica. Debido a las deformaciones que ocurren en la estructura cristalina del metal cuando se estampa una identificación de chasis, esto facilita la restauración de los caracteres obliterados. A continuación se hace una breve descripción de la teoría de la deformación del metal.

### **1.3.1. Deformación plástica**

La porción de la deformación total bajo carga que no desaparece cuando esta se retira, se denomina deformación plástica o permanente. Si se excede la carga apropiada en un automóvil, los resortes de la suspensión pueden ceder permanentemente. Si se estrella el auto contra un árbol, se deformará el parachoques.

Esta facultad para deformarse sin romperse, es una característica que solo se presenta en los metales y que permite conformar láminas y barras metálicas en las formas que se quiera, tales como carrocerías de automóviles, columnas estructurales, vigas y alas de aviones.

Cuando se aplica un esfuerzo (tensión, compresión o torsión) a un metal, sus granos se deforman. Si el esfuerzo rebasa el límite elástico del metal, la estructura no vuelve a su condición original cuando cesa el esfuerzo. El resultado es la deformación permanente, también llamada deformación plástica. Como los metales presentan esta propiedad, se les puede dar forma con procesos, tales como: limado, revenido, doblado, extrusión y forja.

Es sabido que un trozo de alambre doblado es difícil de enderezar. En particular, la porción doblada tiene una fuerza especial que se opone a que vuelva a la forma original. Esta observación ilustra uno de los muchos modos en que la deformación plástica afecta a un metal. La industria aprovecha tales efectos para modificar las propiedades de los metales en la forma deseada como se indicó anteriormente.

Todos los procesos de fabricación, tales como: el laminado en frío, la forja, el revenido, el estampado, el prensado y el doblado, producen deformación plástica. Los trabajadores metalistas acostumbran las expresiones endurecimiento por trabajo, endurecimiento mecánico o endurecimiento en frío para describir los resultados de estos procesos. Aun el proceso de maquinar o bruñir un metal puede tener el efecto de endurecerlo.

En general, todas las propiedades de un metal se ven afectadas por el endurecimiento mecánico. Las propiedades cuyas magnitudes se sabe que aumenta son:

- Dureza
- Resistencia eléctrica
- Fragilidad
- Velocidad de disolución por químicos
- Resistencia a la tensión
- Retentividad magnética



Como podría esperarse, por los efectos arriba mencionados, el endurecimiento mecánico disminuye estas las siguientes propiedades:

- Ductilidad
- Resistencia al ataque químico
- Resistencia al choque
- Permeabilidad magnética
- Densidad
- Plasticidad

Los efectos de endurecimiento mecánico se eliminan si el metal es recocido. En este proceso, el metal se calienta a un punto en que desaparece la estructura deformada. Todos los procedimientos de restauración de números de chasis se basan en el principio de que el metal deformado o endurecido mecánicamente que se halla inmediatamente abajo del estampado tiene propiedades diferentes que el que la rodea.

En pocas palabras, la deformación plástica es el cambio permanente sin fractura en la forma o el tamaño de un cuerpo sólido como resultado de la aplicación de un esfuerzo sostenido más allá de su límite elástico o la distorsión permanente de un material sometido a esfuerzos que deforman el material más allá de su límite elástico.

La deformación plástica produce dos clases de movimientos de átomos dentro del cristal, estas son conocidas como deslizamiento o esfuerzo cizallante crítico y maclaje.

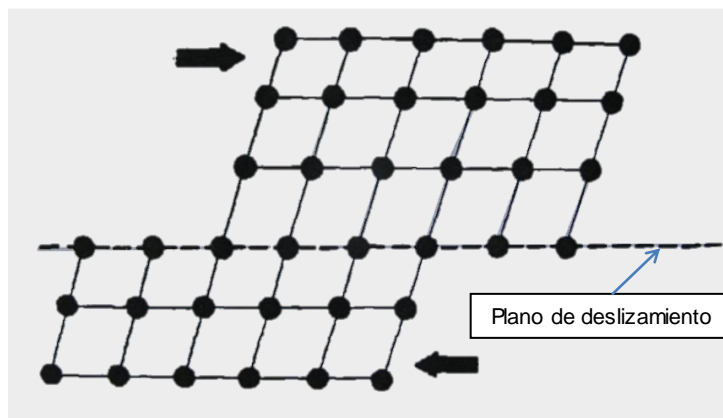
### 1.3.2. Esfuerzo cizallante crítico en la deformación plástica

El deslizamiento involucra que un bloque de átomos se corre sobre el resto del reticulado por algún múltiplo de la distancia interatómica. Semejante deformación ocurre a lo largo de direcciones cristalográficas específicas, llamadas planos de deslizamiento.

El proceso crea bordes nuevos en la superficie del cristal, lo que produce líneas de deslizamiento observables bajo observación metalográfica, ver figura 80.

Para ilustrar cómo ocurre la deformación plástica cizallante, se presenta el siguiente ejemplo: se forman algunos cristales sencillos de zinc en forma de barras. Esto puede hacerse simplemente fundiendo el zinc en un tubo de ensayo en un horno vertical y sacándolo lentamente por la parte inferior del horno. En la figura 80 las flechas negras muestran la dirección de los esfuerzos cortantes que causan la deformación.

Figura 80. Deformación de cristales por deslizamiento



Fuente: TRETOW, Richar S. *Manual de métodos para la restauración de números de serie borrados*. p 20.

Cuando comienza a enfriarse el zinc, se formará un solo cristal y el resto del metal se solidificará teniendo a este como núcleo. De esta manera formamos un solo cristal en forma de barra, se sujeta los extremos de las barras en una máquina de tracción y tensionamos hasta que ocurra una deformación permanente apreciable.

Habrán diferencias grandes entre probetas en relación con el esfuerzo axial que se requiera para producir esta deformación permanente, sin embargo, en todos los casos del flujo ocurre por un movimiento cizallante, llamado también deslizamiento en los planos {0001}.

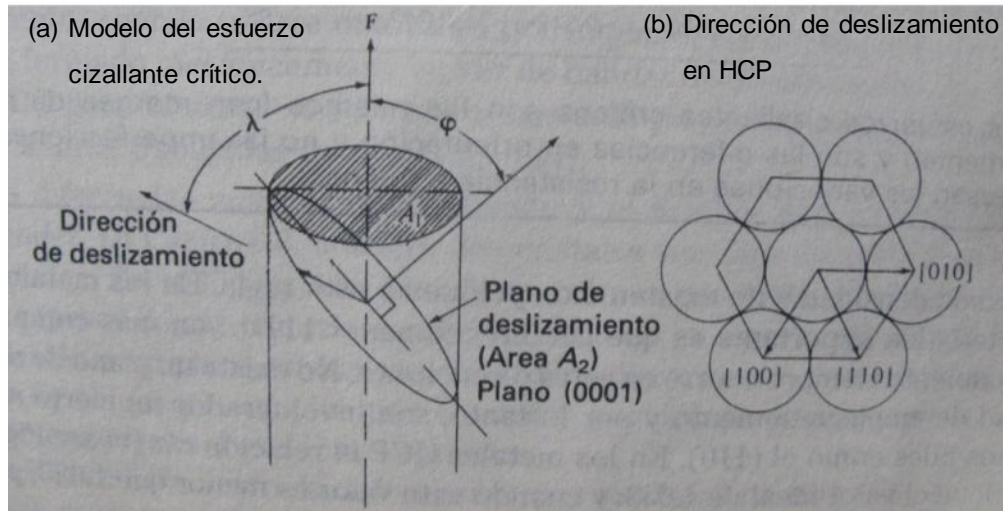
Las probetas que requieren el menor esfuerzo para que ocurra el deslizamiento o flujo plástico son aquellas que tienen tanto la normal a los planos {0001}, como las direcciones <110> a 45° del eje de la probeta.

Para explicar esto, se necesita una derivación simple pero muy importante. Se considera la barra de la figura 81 que corresponde a un cristal de zinc. Por medio de rayos X se localiza la orientación de los planos {0001}, tales como A<sub>2</sub> (área dos). Los planos {0001} son los planos basales de la estructura HCP en el cristal de la barra. Se observará que el deslizamiento ocurre en estos planos y en la dirección [110].

Primero se busca la componente de la fuerza en el plano de deslizamiento. Esta es  $F \cos \lambda$ . Es esfuerzo cizallante en el plano de deslizamiento será esta fuerza dividida por el área A<sub>2</sub>. Luego, por trigonometría, A<sub>2</sub> puede relacionarse con el área conocida A<sub>1</sub>;  $A_2 = A_1 / \cos \varphi$ . Por lo tanto es esfuerzo cizallante  $\tau$  es:

$$\tau = \frac{F}{A_1} \cos \lambda \cos \varphi = \sigma \cos \lambda \cos \varphi$$

Figura 81. **Deformación de cristales por deslizamiento cizallante**



Fuente: FLINN, Richar A., TROJAN, Paul K. *Materiales de ingeniería y sus aplicaciones*. p 63.

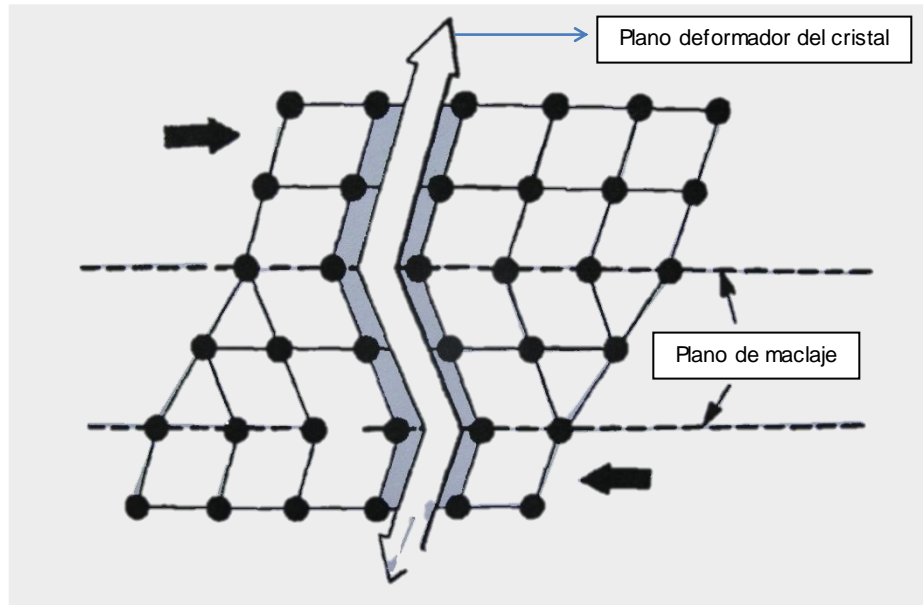
### 1.3.3. Maclaje

El maclaje se produce cuando planos paralelos de átomos se deslizan consecutivamente uno sobre el otro por una fracción de la distancia interatómica. A lo largo de los planos de maclaje, se genera una nueva orientación de la estructura reticular. La deformación dobla cualquier plano cristalino que cruce los planos de maclaje.

De manera tal, que la región situada entre los planos se puede observar metalográficamente y se conoce como banda de maclaje, ver figura 82.

Las flechas negras de la figura 82 muestran la dirección de los esfuerzos cortantes que causan la deformación.

Figura 82. **Deformación de cristales por maclaje**



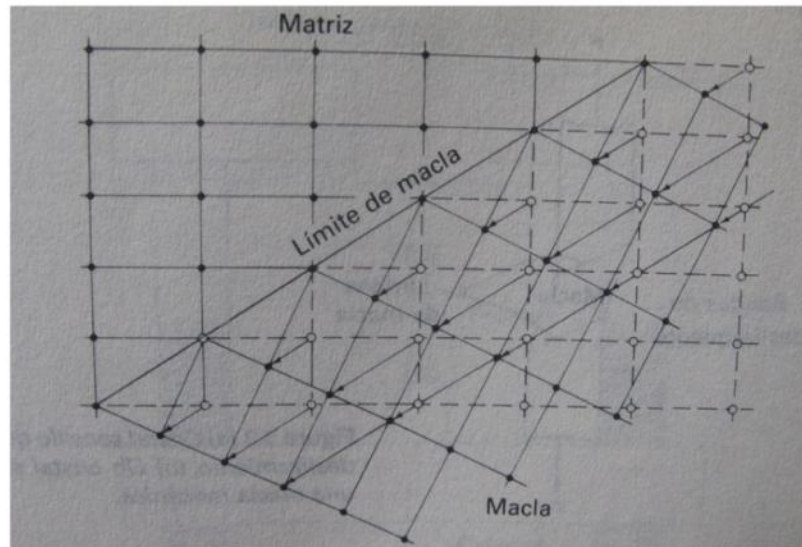
Fuente: TRETOW, Richar S. *Manual de métodos para la restauración de números de serie borrados*. p 20.

El maclaje es importante en los cristales hexagonales, ya que el deslizamiento normalmente puede darse en un solo plano, (0001). Si este plano es normal al eje de la probeta, no hay esfuerzo cizallante, y si el fenómeno de maclaje no pudiera suceder, se presentaría una fractura frágil.

La diferencia esencial entre las dos clases de deformación plástica es que en el deslizamiento, cada átomo en un lado del plano de deslizamiento se mueve una distancia constante, mientras que en el maclaje, el movimiento es proporcional a la distancia del límite de macla, ver figura 83.

En la figura 83 se muestra como se da un cizallamiento uniforme de los átomos paralelos al límite de macla. Las líneas punteadas representan la red antes del maclaje. Las líneas negras representan la red después del maclaje.

Figura 83. **Formación de una macla en una red tetragonal**



Fuente: FLINN, Richar A., TROJAN, Paul K. *Materiales de ingeniería y sus aplicaciones*. p 65.

El maclaje es más común en metales BCC y HCP y puede suceder más rápidamente que el deslizamiento. Por lo tanto, cuando ocurre una carga por impacto, se encuentra frecuentemente maclaje formado mecánicamente en vez de bandas de deslizamiento. En las estructuras FCC, generalmente se forma maclaje solo por calentamiento (recocido) de las estructuras trabajadas en frío.

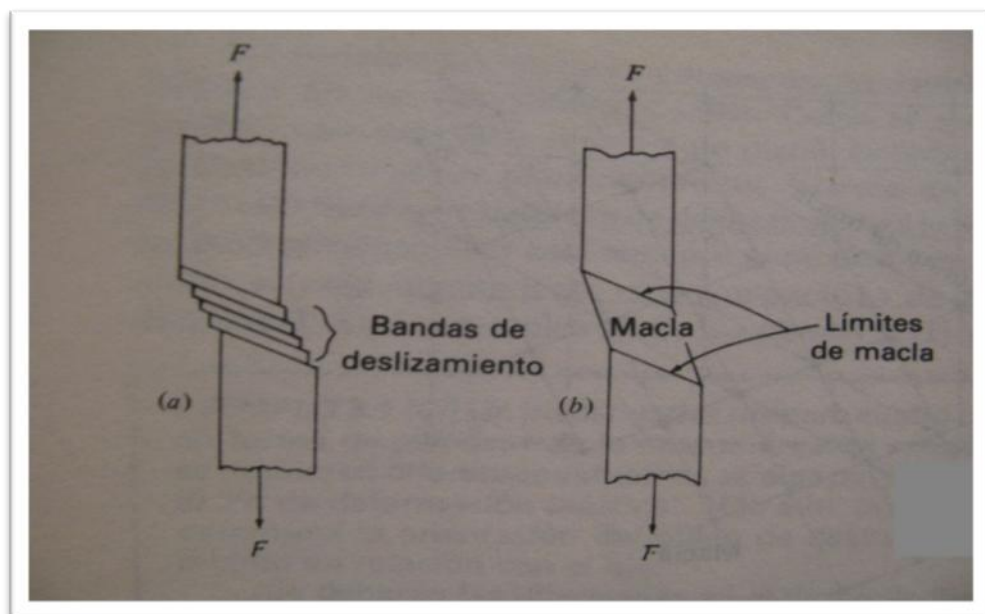
Las diferencias entre el deslizamiento y el maclaje son a veces difíciles de comprender. La figura 84 muestra dos cristales sencillos después de la deformación plástica. En la figura 84 a la deformación es por deslizamiento.

Cada plano, con un espesor de aproximadamente 1 000 átomos, se mueve una cantidad integral con relación a un plano adyacente.

El movimiento es análogo a aquel que sucede cuando se colocan las manos por encima y por debajo de un mazo de cartas y luego se mueven en direcciones opuestas.

La figura 84 b ilustra la deformación por maclaje. Los átomos se mueven una distancia proporcional a la distancia de sus límites de macla. La capa de átomos entre los límites se denomina macla mecánica.

Figura 84. (a) Cristal sencillo que presenta deslizamiento. (b) Un cristal sencillo con una macla mecánica



Fuente: FLINN, Richar A., TROJAN, Paul K. *Materiales de ingeniería y sus aplicaciones*. p 66.

#### 1.3.4. Deformación de los cristales

Exámenes microscópicos revelan que los metales poseen estructura policristalina. Están formados de cristales de forma irregular, o granos, que se forman cuando el metal fundido enfría hasta el punto de solidificación. Entre los granos, hay regiones entrelazadas conocidas como límites intergranulares.

Los átomos del metal en los granos cristalinos se disponen en cierto orden tridimensional, o reticulado espacial. La disposición atómica dentro de los límites intergranulares es menos regular que la de los cristales individuales, y se cree que esta sea la razón de la mayor resistencia que se observa en los límites intergranulares. Regulando la velocidad de enfriamiento durante la solidificación, se puede controlar el tamaño de los granos y la densidad de los límites intergranulares.

Las propiedades mecánicas se ven afectadas por ello en general, los granos pequeños resultan en mayor solidez y dureza, mientras que los granos grandes promueven mayor plasticidad.

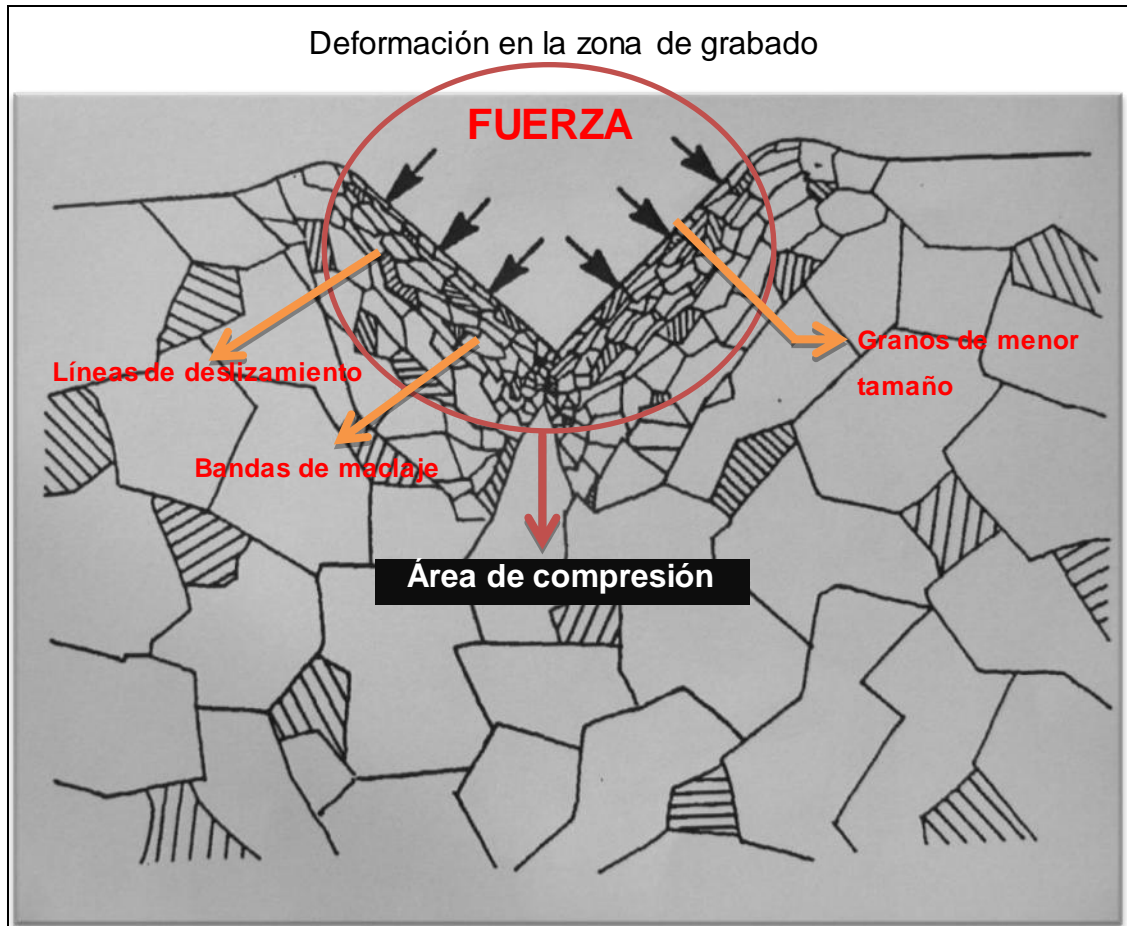
En un metal policristalino, el esfuerzo aplicado se trasmite a través del material de un grano a otro, causando deformación plástica en cada parte.

Como resultado, aparecen líneas de deslizamiento y bandas de maclaje, al tiempo que disminuye el tamaño del grano. Cuando se estampa o imprime una identificación de chasis en un metal, el esfuerzo creado es mayor en el punto de aplicación del dado.

La figura 85 ilustra esquemáticamente las fuerzas de compresión resultantes y la región de deformación plástica por debajo de la identificación estampada en el metal.



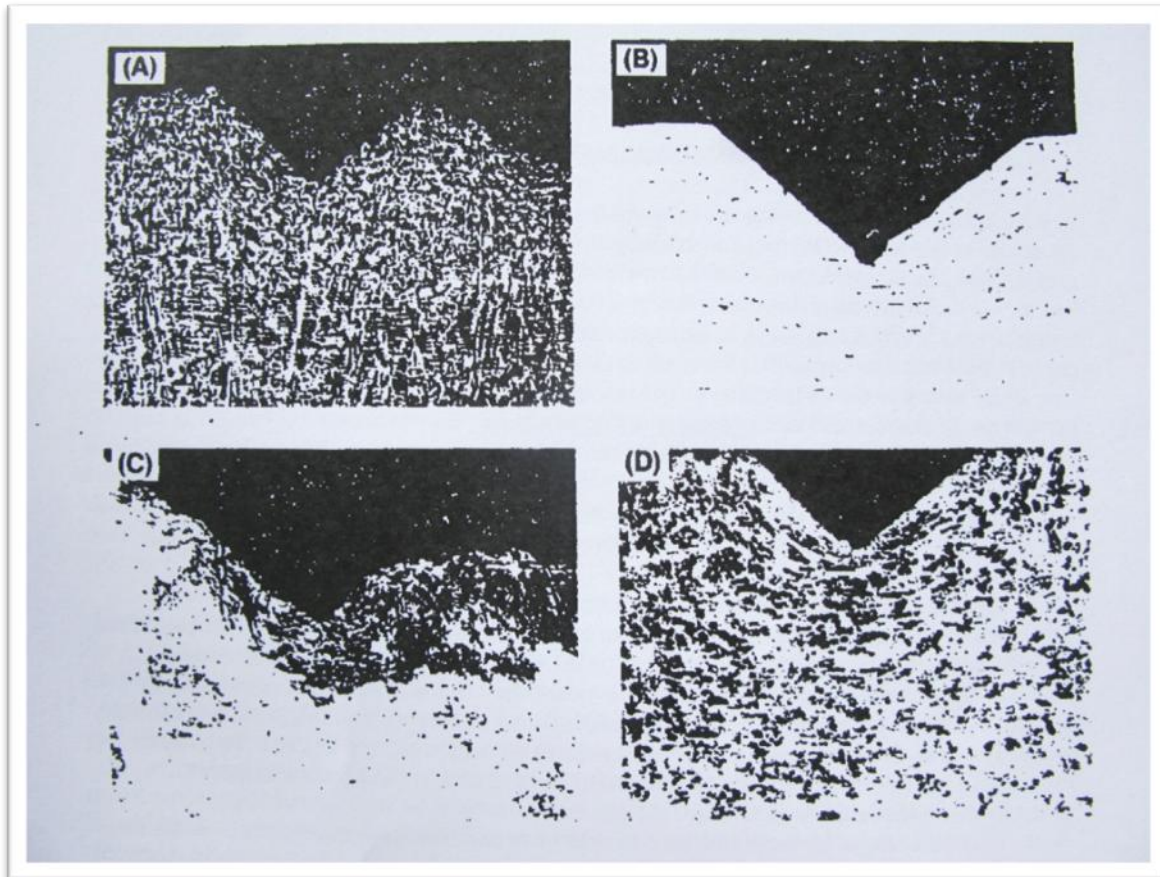
Figura 85. **Corte transversal esquemático de la deformación en una identificación de chasis estampada**



Fuente: elaboración propia, con Programa Microsoft Office Picture Manager.

Más allá de esta región localizada, las fuerzas de compresión están demasiado disipadas para causar deformación plástica, pero sí hay una región más profunda de deformación elástica. En la figura 86 se muestra cortes transversales de identificaciones estampadas en varios metales: (A) hierro fundido (50X), (B) acero bajo en carbono (100X), (C) latón fundido (100X) y (D) aleación de cinc (50X).

Figura 86. **Cortes transversales de numerales en especímenes de laboratorio**



Fuente: TRETOW, Richar S. *Manual de métodos para la restauración de números de serie borrados*. p 20.

### 1.3.5. Corrosión

La corrosión no es el tema favorito de los ingenieros. Muchos de ellos que orgullosamente diseñaron o proyectaron un nuevo componente o proceso con un rendimiento excepcional se encontraron con fallas prematuras debidas a la corrosión.

Además, a pesar de la investigación activa de los ingenieros dedicados a la corrosión, una simple visita a un patio de chatarra mostrará que un gran porcentaje de automóviles y artefactos domésticos todavía fallan debido a la corrosión.

Prácticamente, cualquier caso de corrosión se puede explicar usando los principios básicos de la misma. Sin embargo, hay varios casos de corrosión o fenómenos que se encuentran con frecuencia y a los cuales se les da nombres especiales y que merecen un análisis cuidadoso. Los fenómenos que se tratan en este trabajo de graduación son: corrosión galvánica, corrosión galvánica microscópica y aleaciones monofásicas esto debido a que estos fenómenos son los que ocurren en la restauración de identificaciones de chasis por el método Fry.

#### **1.3.5.1. Corrosión galvánica**

En forma general, toda corrosión depende de la acción galvánica, pero el término corrosión galvánica significa específicamente un tipo de corrosión que ocurre debido a que dos materiales de diferente potencial de solución están en contacto. La corrosión galvánica es un proceso electroquímico en el que un metal se corroe preferentemente cuando está en contacto eléctrico con un tipo diferente de metal (más noble) y ambos metales se encuentran inmersos en un electrolito o medio húmedo.

El ataque galvánico puede ser uniforme o localizado en la unión entre aleaciones, dependiendo de las condiciones. La corrosión galvánica puede ser particularmente severa cuando las películas protectoras de corrosión no se forman o son eliminadas por erosión.

Esta forma de corrosión es la que producen las celdas galvánicas. Sucede que, cuando la reacción de oxidación del ánodo se va produciendo se van desprendiendo electrones de la superficie del metal que actúa como el polo negativo de la pila (el ánodo) y así se va produciendo el desprendimiento paulatino de material desde la superficie del metal. Este caso ilustra la corrosión en una de sus formas más simples.

Hay dos tipos de corrosión galvánica: la macroscópica y la microscópica, para el estudio de este caso, en particular se toma solo la corrosión galvánica microscópica.

#### **1.3.5.2. Corrosión galvánica microscópica**

Hay dos tipos de corrosión galvánica microscópica: la que se da bajo tensiones y la que interesa en este estudio que es la intergranular.

Este tipo de corrosión intergranular, a la que se hallan especialmente expuestos los aceros inoxidable de tipo austenítico (18/8 y 18/8/Mo), se manifiesta a través de fallas debidas a que el material se vuelve poroso, frágil y con grandes fisuras.

Este tipo de ataque se manifiesta en aceros del tipo mencionado que han estado sometidos a una temperatura entre 500 °C y 900 °C durante un tiempo, que depende de la composición del acero, y que luego se exponen a medios determinados que, desde el punto de vista agresividad, son considerados como suaves.

Los aceros así tratados se llaman sensibilizados. Los medios capaces de producir corrosión intergranular en aceros sensibilizados son entre otros: agua de mar, crudos de petróleo, disolventes orgánicos clorados, ácido acético, ácido crómico, cloruro férrico, ácido sulfúrico, nítrico y sus mezclas, etc.

Este fenómeno se atribuyó a la precipitación de carburos y por mucho tiempo, se creyó que era la única causa posible de corrosión intergranular. Luego se demostró que este tipo de ataque puede producirse también en aceros no sensibilizados, en medios nítricos a ebullición con iones oxidantes ( $\text{Cr}^{6+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{V}^{5+}$ , etc.), o en  $\text{K}(\text{OH})$  al 40-50 % y 250 °C.

La teoría más aceptada para explicar la corrosión intergranular en aceros sensibilizados, es la de empobrecimiento de cromo en los bordes del grano. Según la misma, el enfriamiento lento de una aleación austenítica desde 1050-1100 °C, temperatura a la cual la solubilidad del carbono es de 0,2 %, hace que el carbono se precipite, de acuerdo a la disminución de su solubilidad, principalmente en los bordes de los granos en forma de carburos de cromo.

Como la velocidad de difusión del Cr es mucho menor que la del carbono, en los bordes del grano se consume muchos átomos de cromo y hacen que el porcentaje de cromo en esa zona sea menor del 13 %. En estas condiciones el acero adquiere un potencial activo respecto del resto del grano que es pasivo; se produce entonces un ataque electroquímico en el cual el borde del grano es anódico.

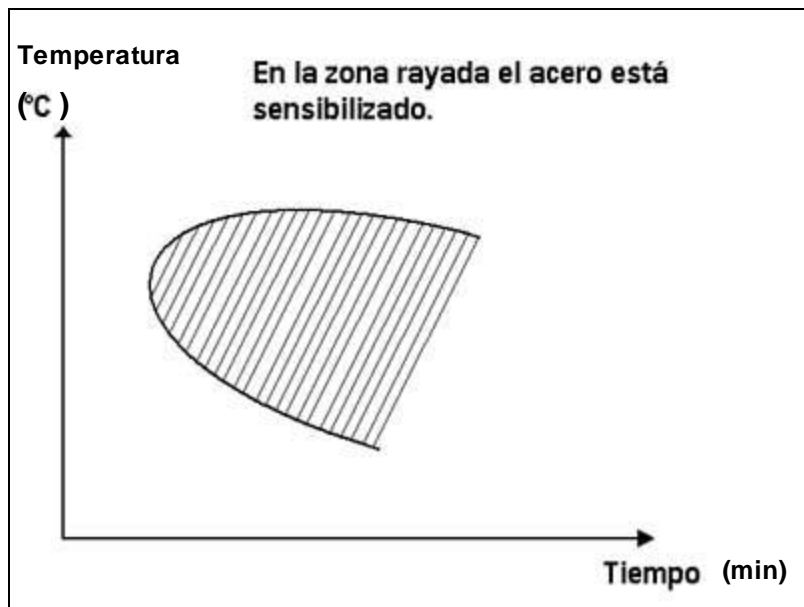
Si la aleación se enfría pasando rápidamente la zona de temperatura de sensibilización los carburos no precipitan, y el acero es inmune a este tipo de corrosión.

Si por el contrario se mantiene el acero en esta zona de temperatura un tiempo largo, los carburos precipitan y se verifica la descromatización mencionada.

Cabe acotar que de acuerdo al diagrama TTT, si el acero permanece dentro de la zona de sensibilización un tiempo suficientemente largo, los carburos pueden llegar a redisolverse y, aunque esta solución no es práctica ni económica, es posible (la intersección temperatura-tiempo debe caer fuera del bucle).

Estos efectos se grafican en los diagramas TTT (temperatura, tiempo, transformación), ver figura 87, en los cuales se puede determinar el tiempo durante el cual el acero está sensibilizado para cada temperatura.

Figura 87. **Temperatura *versus* tiempo del acero**



Fuente: <http://www.fortinox.com/corrosion-aspecto.html>. Consulta: octubre de 2011.

Para evitar este problema se reduce el contenido de carbono de la aleación a valores inferiores del 0,03 por ciento, dando origen a los aceros tipo L: 304L; 316L; 317L; etc. Un ejemplo de la corrosión galvánica microscópica son las aleaciones monofásicas.

### **1.3.5.3. Aleaciones monofásicas**

Aun en las aleaciones monofásicas se pueden producir efectos galvánicos. Una fuente común de diferencia de potencial es la segregación durante la solidificación. En la figura 88 se muestra una aleación de cuproníquel la figura 88 (a) aleación 70 % Cu, 30 % Ni, tal como sale de fundición, estructura dendrítica; 100X, atacada con cromato, figura 88 (b) la misma de (a), pero después del laminado y homogeneización a 927 °C; 100X, atacado con cromato. Al recalentar la aleación por debajo del solidus permitiendo que ocurra la difusión, el material se homogeneiza. Después del trabajo en frío, el material tiende a corroerse más que el material recocido.

El mejor ejemplo que se puede emplear de este efecto es en las investigaciones forenses como se muestra en la figura 89. Unos números de identificación se estamparon en la pieza metálica. Luego la identificación se limó. Sin embargo, al atacar la superficie limada con ácido sulfúrico reaparecen los números.

La razón es que el metal está trabajado en frío por debajo del fondo visible de la impresión y por lo tanto, todavía se deja atacar diferencialmente después de que se limó el estampado. Esto ilustra el potencial de solución más alto del metal trabajado en frío. Para evitar esta acción en la corrosión de partes trabajadas en frío, por lo menos se hace un recocido parcial (recuperación).

Figura 88. **Aleación de cuproníquel**



Fuente: FLINN, Richar A., TROJAN, Paul K. *Materiales de ingeniería y sus aplicaciones*. p 532.

Figura 89. **Proceso de recuperación de números estampados**



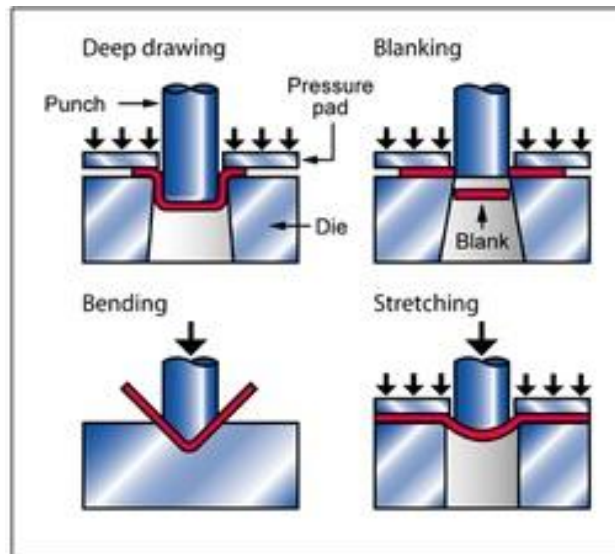
Fuente: FLINN, Richar A., TROJAN, Paul K. *Materiales de ingeniería y sus aplicaciones*. p 533.



## 2. MÉTODOS DE ESTAMPADO

El estampado es un tipo de proceso de fabricación por el cual se somete un metal a una carga de compresión entre dos moldes. La carga puede ser una presión aplicada progresivamente o una percusión, para lo cual se utilizan prensas y martinets. Los moldes, son estampas o matrices de acero, una de ellas deslizante a través de una guía (martillo o estampa superior) y la otra fija (yunque o estampa inferior) ver figura 90.

Figura 90. **Proceso de estampados**



Fuente: <http://es.wikipedia.org>. Consulta: 2 de noviembre de 2011.

Si la temperatura del material a deformar es mayor a la temperatura de recristalización, se denomina estampación en caliente.

Las identificaciones de chasis son estampadas en frío, la estampación en frío se realiza con el material a menor temperatura que la temperatura de recristalización, por lo que se deforma el grano durante el proceso, obteniendo anisotropía en la estructura microscópica. Suele aplicarse a piezas de menor espesor que cuando se trabaja en caliente, usualmente chapas o láminas de espesor uniforme.

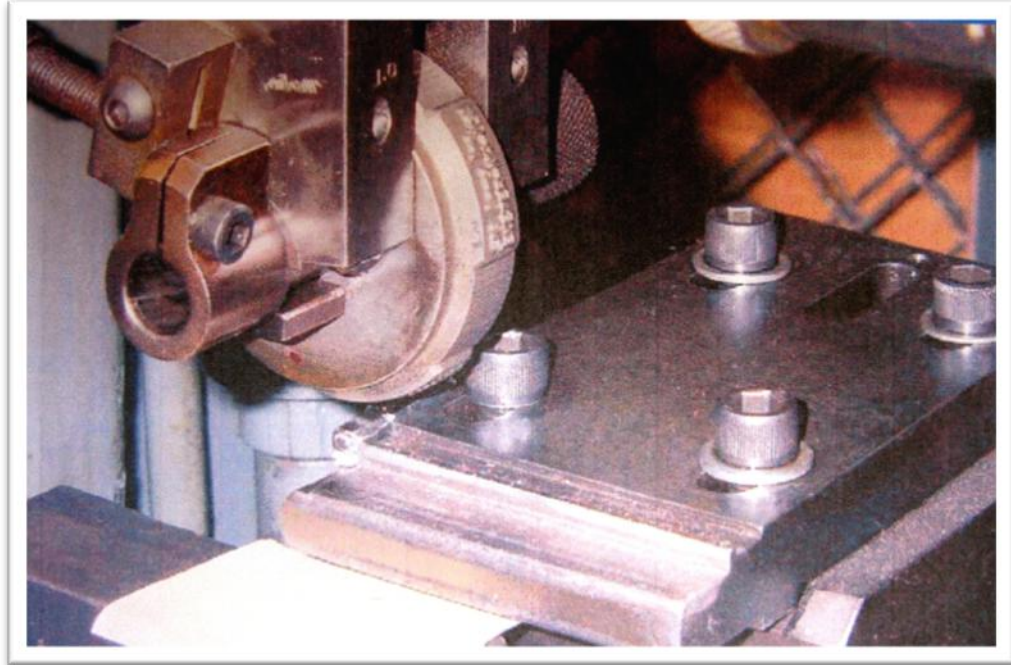
## **2.1. Grabado por rodillo**

El sistema de estampado en este tipo de máquinas es del tipo plano cilíndrico y consiste en un rodillo o un par de rodillos en donde va el molde o matriz que atacan por medio de una compresión neumática, hidráulica o mecánica una plancha de metal sobre la cual queda grabada la identificación requerida.

En la figura 91 se muestra cómo al accionar el mecanismo de arrastre de la máquina los rodillos, a los cuales se les ha aplicado presión en los extremos permiten el paso de la matriz grabada a la plancha de metal produciendo la estampa definitiva, también llamada grabado.

En la figura 92 se muestra cómo queda grabada la identificación en el área o plancha de metal.

Figura 91. **Mecanismo de grabado por rodillo**



Fuente: TRETOW, Richar S. *Manual de métodos para la restauración de números de serie borrados.* p 23.

Figura 92. **Grabado por rodillo**



Fuente: TRETOW, Richar S. *Manual de métodos para la restauración de números de serie borrados.* p 24.

## 2.2. Troquelado

El troquelado se realiza por medio de una herramienta llama troquel a la que, montada en una prensa permite realizar operaciones diversas tales como: cizallado, corte de sobrante, doblado, picado, perforado, estampado, embutido, marcado, rasurado, ver figura 93. El troquel es una herramienta empleada para dar forma a materiales sólidos, y en especial para el estampado de metales en frío.

Figura 93. Operaciones del troquel

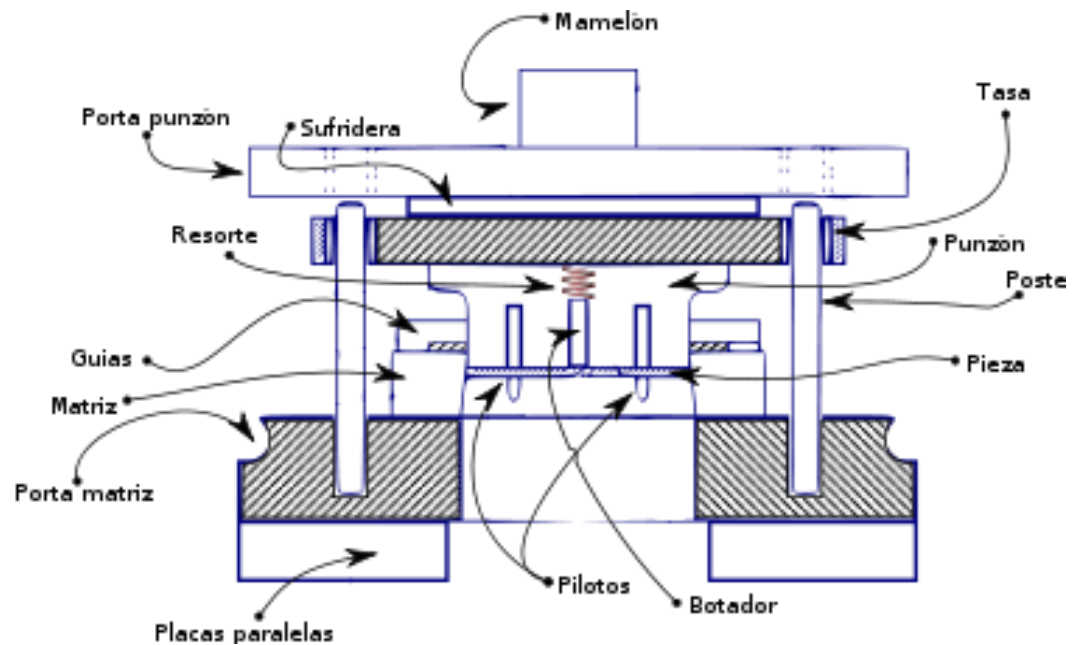


Fuente: <http://es.wikipedia.org>. Consulta: 2 de noviembre de 2011.

En el estampado se utilizan los troqueles en pares. El troquel más pequeño, o cuño, encaja dentro de un troquel mayor, o matriz. El metal al que va a darse forma, que suele ser una lámina o una pieza en bruto recortada, se coloca sobre la matriz en la bancada de la prensa. El cuño se monta en el pistón de la prensa y se hace bajar mediante presión hidráulica o mecánica, en las distintas operaciones se emplean troqueles de diferentes formas.

El troquel consta de varias partes o elementos entre ellos se pueden listar: porta troquel, punzón, piloto, porta punzones, sufridera, planchador, expulsor y puente (mascarilla), botadores, guías, matriz, boquillas, postes, tazas, elevadores, barras limitadoras o de ajuste, placas paralelas, bujes embalados, en la figura 94 se muestra el esquema simple de un troquel.

Figura 94. Esquema de un troquel



Fuente: <http://es.wikipedia.org>. Consulta: 2 de noviembre de 2011.

El troquelado es la acción ejercida entre un punzón y una matriz que actúa como una fuerza de cizallamiento en el material a procesar, una vez que el punzón ha penetrado este, sufriendo esfuerzos que rápidamente rebasan su límite elástico produciendo la ruptura o desgarramiento en ambas caras en el mismo lapso de tiempo, al penetrar más y más el punzón se produce la separación del material completando el proceso.

En el proceso de troquelado debe de existir una holgura y esta es la diferencia dimensional entre punzón y matriz, en donde el punzón es ligeramente más pequeño que la matriz. El correcto cálculo de la holgura en el diseño permite obtener un corte limpio, libre de rebabas y filos cortantes.

Esta holgura depende del tipo de material y el espesor del mismo; cuando la holgura es adecuada se puede observar que el desgarramiento ocurre en el último tercio del espesor del material, mientras que el resto se mantiene relativamente brillante.

Hay troqueladoras conocidas como punzonadoras, funcionan con un cabezal de activación mecánica o hidráulica según el caso, que lleva insertado varios troqueles de diferentes medidas, y una mesa amplia donde se coloca la chapa que se quiere mecanizar. En la figura 95 se muestra dos troqueladoras distintas.

Figura 95. **Troqueladoras**



Fuente: TRETOW, Richar S. *Manual de métodos para la restauración de números de serie borrados.* p 25.

Esta mesa es activada mediante CNC (Control Numérico Computarizado) y se desplaza a lo largo y ancho de la misma a gran velocidad, produciendo las piezas con rapidez y exactitud.

La forma del troquelado depende de la matriz, así como de la caligrafía que cada fabricante le quiera dar a las identificaciones de chasis, por lo que existe una gran cantidad de formas distintas en las identificaciones, en la figura 96 se muestra algunas formas de troquelado y caligrafía.

Figura 96. **Troquelado**

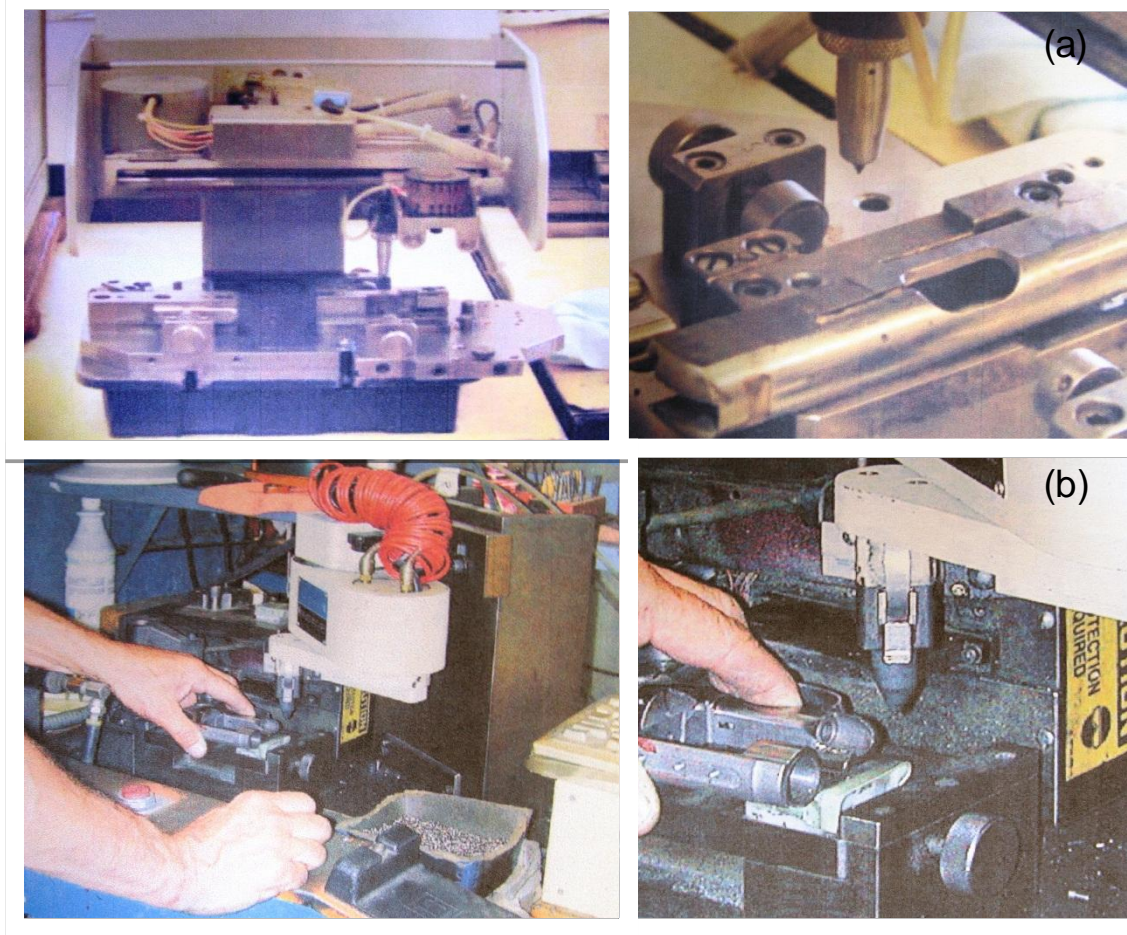


Fuente: TRETOW, Richar S. *Manual de métodos para la restauración de números de serie borrados.* p 26.

### 2.3. Grabado con pin y matriz de puntos

Este método de estampado o grabado difiere únicamente del troquelado en que la matriz en este caso es un punzón, ver figura 97, esta es una herramienta de acero de alta dureza, de forma cilíndrica o prismática, con un extremo o boca con una punta aguda o una que al presionar o percutir sobre una superficie queda impreso en orificio. Puede tener varios tipos de punta en función de su uso.

Figura 97. (a) Grabado con pin, (b) Matriz de puntos



Fuente: TRETOW, Richar S. *Manual de métodos para la restauración de números de serie borrados*. p 28.



Se cuida con especial atención la fabricación de los punzones, que deben estar perfectamente diseñados y mecanizados, muy bien sujetos, acorde a las dimensiones requeridas, con excelentes acabados y un adecuado tratamiento térmico de endurecido.

La forma del troquelado depende del punzón, así como de la continuidad o separación que cada fabricante le quiera dar a los orificios estampados en las identificaciones de chasis, por lo que existen diferentes formas en las identificaciones, en la figura 98 se muestra algunas formas de troquelado con pin o matriz de puntos.

Figura 98. **Grabado con pin y matriz de puntos**



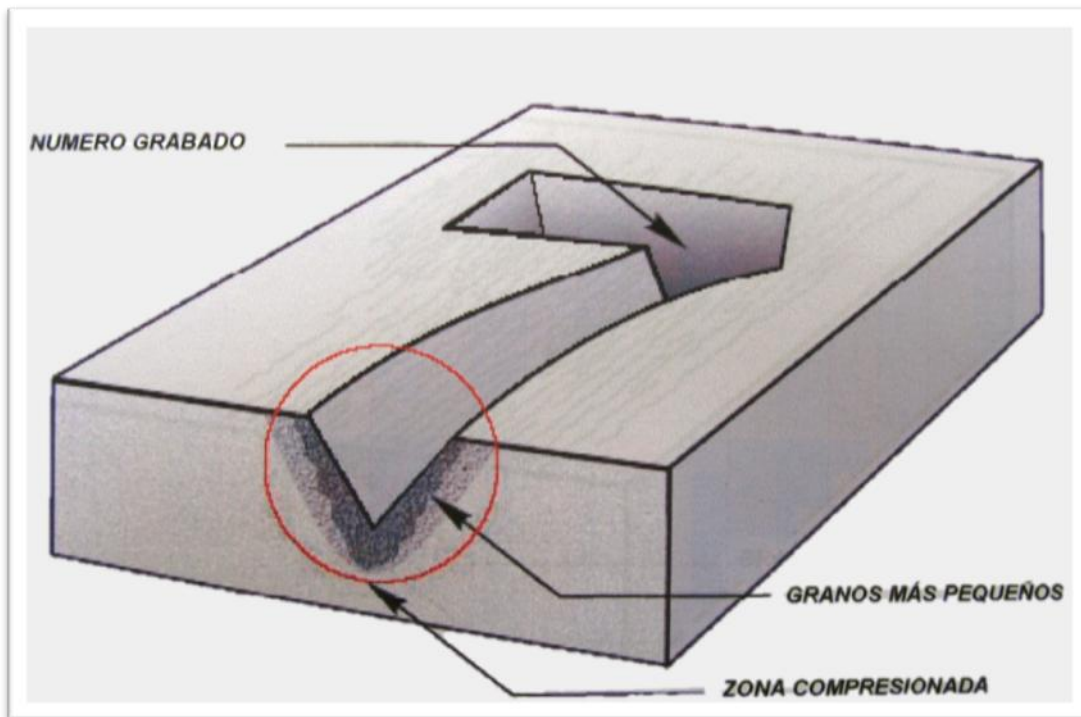
Fuente: TRETOW, Richar S. *Manual de métodos para la restauración de números de serie borrados*. p 29.

## 2.4. Efectos del grabado

Como se describió en el capítulo anterior, el estampado en los metales produce deformación en los mismos un fenómeno metalúrgico efecto del grabado donde en un metal policristalino, el esfuerzo aplicado se trasmite a través del material de un grano a otro, causando deformación plástica en cada parte.

Como resultado, se produce un efecto del grabado en donde en el carácter grabado aparecen granos más pequeños y se produce una zona de compresión, ver figura 99 donde se observa los efectos del grabado.

Figura 99. **Efectos del grabado**



Fuente: TRETOW, Richar S. *Manual de métodos para la restauración de números de serie borrados.* p 36.

### 3. OBLITERACIONES

#### 3.1. Qué es una obliteración

Es la acción de borrar, tachar, desfigurar, destruir o alterar, algo con el fin de hacerlo indescifrable o imperceptible, en pocas palabras hacerlo ilegible.

La obliteración produce un fenómeno metalúrgico en donde la identificación antes estampada se hace ilegible, pero debido a los del fenómeno metalúrgico que produce el efecto del grabado es posible restaurar una zona oblitera, una vez no se elimine la deformación que se produce en los granos o zona estructural esta se conserva por debajo del área visible del carácter o identificación estampada, ver figura 100.

Figura 100. **Caracter obliterado, zona insensible a la vista**



Fuente: TRETOW, Richar S. *Manual de métodos para la restauración de números de serie borrados.* p 37.

## **3.2. Tipos de obliteraciones**

En la siguiente parte se identifican las diferentes obliteraciones en identificaciones de chasis.

### **3.2.1. Esmerilado**

Este es un proceso mecánico, mediante el cual se elimina metal de la superficie de una pieza metálica o se tiene una remoción de material, esta remoción se da por medio de piedra de pulir, lima, lija, fresa o cualquier otro método de remoción de material, cuya finalidad es borrar los caracteres de una forma parciales o total de una identificación para luego estampar otra identificación falsa en la misma u otra área de donde el fabricante coloca la original.

En la figura 101 se muestra el área donde se grabó una identificación con pin o matriz de puntos en un área contigua al área donde el fabricante estampa la identificación original y, el área obliterada donde la obliteración se hizo por esmerilamiento, esta área es donde el fabricante coloca la identificación de chasis.

### **3.2.2. Martillado o punzado**

Operación en la que se utiliza una herramienta de un filo o filo múltiple para penetrar en la superficie de una pieza metálica y crear un agujero redondo.

Figura 101. **Grabado de una identificación falsa y esmerilado del área donde va la identificación del chasis original**



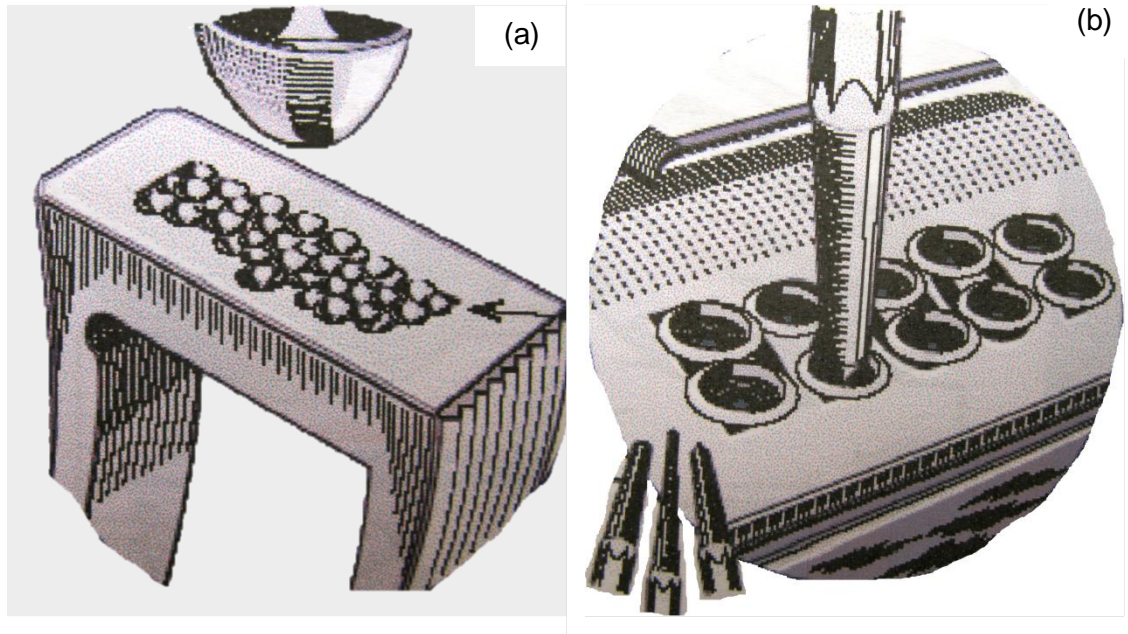
Fuente: predio Peñate, municipio de San José, departamento de Escuintla.

En la figura 102 (a) se muestra un área martillada, en el (b) un área punzada, este tipo de obliteración es la más problemática, ya que cuando se quiera restaurar la identificación de chasis original hay un alto porcentaje que no se pueda recuperar, ya que por la presión e impacto que produce el martillo o punzón hace al metal modificar los cristales o se deforma nuevamente el grano y esta deformación no permite restaurar.

### **3.2.3. Caracteres estampados sobre los originales**

La carga puede ser una presión aplicada progresivamente o una percusión. La herramienta a utilizar puede ser una matriz o una hoja de filo múltiple tipo castigadera.

Figura 102. **Martillado y punzado**



Fuente: TRETOW, Richar S. *Manual de métodos para la restauración de números de serie borrados.* p 42.

La finalidad de este tipo de obliteración es de modificar uno o varios caracteres de la identificación de chasis original, por ejemplo: un tres (3) cambiarlo a ocho (8), un uno (1) a cuatro (4), una P a B o simplemente adicionar un caracter.

En la figura 103 se muestra este tipo de obliteración, el caracter que está encerrado en círculo rojo originalmente es un número 3 (tres) y, lo convirtieron en 8 (ocho), en la siguiente figura, el caracter que está encerrado en círculo rojo originalmente es una letra C y, la convirtieron en letra E.

Figura 103. **Carácter estampado en los originales**



Fuente: predio Velásquez, km. 34 Ruta Interamericana, departamento de Sacatepéquez.

En la figura 104 el carácter que está encerrado en círculo rojo originalmente es un número 3 (tres), en este tipo de alteración primero se esmerilo la parte superior del 3 (tres) para luego troquelar dos líneas, una vertical y otra horizontal y convertirlo en un número 5 (cinco), todavía se puede observar rasgos del número 3 (tres) que fue esmerilado.

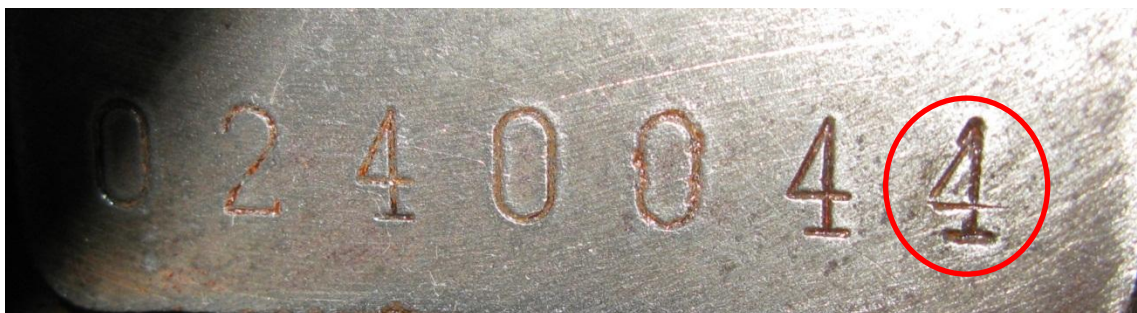
Figura 104. **Carácter esmerilado y luego sobretroquelado**



Fuente: predio Almacén Judicial del municipio de Salcaja, departamento de Quetzaltenango.

En la figura 105 el carácter que está encerrado en círculo rojo originalmente es un número 1 (uno), lo convirtieron en 4 (cuatro) al troquelar dos líneas, una inclinada y otra horizontal.

Figura 105. **Sobretroquelado**



Fuente: predio Almacén Judicial del municipio de Salcaja, departamento de Quetzaltenango.

### 3.2.4. **Rayado**

En este tipo de obliteración la finalidad es simplemente desfigurar y destruir la identificación original, el rayado se puede realizar con cualquier tipo de herramienta con filo múltiple, ya sea tipo castigadera en cruz o punzón tipo aguja.



Esta alteración no es muy común y hay que tener cuidado al detectarla, ya que se puede confundir el rayado con el desgaste que se pudo producir con el rozamiento de algún cable o parte metálica que esté pegada al área donde va la identificación de chasis, ver figura 106.

Figura 106. **Área donde va la identificación rayada**



Fuente: predio DEIC zona 1, ciudad de Guatemala.

### 3.2.5. Injerto

En este tipo de obliteración donde se hace un corte del área donde va ubicada la identificación de chasis, esta puede ser cercana a la misma, en un área mayor o la pieza completa, el corte es a 180 grados. Ver figura 107 o 360 grados, ver figura 108.

Luego de extraer la pieza, se coloca otra que puede ser de una identificación original que fue sustraída de la misma forma de otro vehículo, o puede ser de una pieza metálica donde se ha troquelado una identificación falsa, ver figura 109.

Figura 107. **Secuencia de imágenes de un injerto a 180 grados**



Fuente: Comisaria 14 de la Policía Nacional Civil, Guatemala.

Figura 108. **Secuencia de imágenes de un injerto a 360 grados**



Fuente: predio Barcenas ubicado en el km 22.5, Villa Nueva, Guatemala.

Figura 109. **Pieza metálica con una identificación falsa que ha sido injertada en el área donde va ubicada la original**



Fuente: predio Almacén Judicial de Fraijanes.

Esta parte metálica, ya sea obtenida de otro vehículo o la identificación falsa se adhiere al área donde fue sustraída la original por medio de puntos o cordones de soldadura tipo artesanal, se le llama artesanal, ya que la soldadura no es hecha por el fabricante estas son hechas por personas particulares y dispuestas a delinquir con soldadura eléctrica o autógena.

Estos puntos o cordones de soldadura son cubiertos con masilla plástica y luego se pinta el área que ha sido alterada, para que no se visualice la soldadura y se de una apariencia en donde va la identificación como la original ver figura 110.

Figura 110. **Injerto cubierto con masilla plástica y pintura**



Fuente: bodega para peritajes del INACIF.

En el injerto donde se cambia toda la pieza se refiere a que cambian la parte donde va la identificación de chasis desde las bases donde se unen a otra pieza metálica del vehículo, ya sea si se cambia la pared de fuego será hasta las uniones de los guardabarros, si es un la parte trasera del baúl será en las bases de las uniones a los vértices traseros, ver figura 111.

Figura 111. Injerto de toda la pieza donde va la identificación de chasis



Fuente: predio Almacén Judicial de Fraijanes.

Hay personas que se han especializado en este tipo de alteración y para dar una mejor apariencia del área injertada después de haber aplicado la soldadura esmerilan la misma hasta llevarla al punto donde casi no se deja ningún rastro de la soldadura, para luego aplicar pintura o siempre seguir el proceso de aplicación de masilla plástica y pintura con un mejor acabado.

Ahora, por qué casi no se deja ningún rastro de soldadura, porque aunque la persona sea un profesional en soldadura de tipo artesanal siempre quedan porosidades, estas surgen al fundirse las piezas metálicas a unir con el material utilizado para unirlos, ya sea un electrodo para la soldadura eléctrica o un material del aporte con la soldadura autógena.

Estas porosidades al esmerilarlas no se logran desvanecer a menos que se siga esmerilando la pieza, pero esto dejará una huella o indicio mucho más visible que es fácil de detectar, estas porosidades al aplicar la pintura se rellenan y se hacen más visibles. Este tipo de alteración donde han esmerilado los puntos o cordones de soldadura, son los más difíciles de detectar, pero por los indicios que se mencionaron con anterioridad, siempre son detectadas, ver figura 112.

Figura 112. **Cordones de soldadura del injerto que han sido esmerilados**



Continuación de la figura 112.



Fuente: predio Almacén Judicial de Fraijanes.



### **3.3. Aspectos que indican obliteración**

Al realizar la inspección visual del área donde se ubica la identificación de chasis, lo primero que se debe observar es la caligrafía de la misma, ya que dependiendo de la marca del vehículo así es la caligrafía de este, cada marca tiene su propia caligrafía y estas están regidas por normas internacionales, como se mencionó en el capítulo uno.

Los caracteres de la identificación de chasis deben ser simétricos, la separación entre los mismos es la misma y los caracteres no deben estar torcidos, lo siguiente es el pavonado es decir, la pintura aplicada por el fabricante, esta pintura al aplicarle el solvente en la mayoría de los casos, no se deteriora con facilidad.

Hay algunos fabricantes que, específicamente donde fue troquelada la identificación, colocan una cinta de seguridad, el material de esta cinta es un tipo de polímero que es exclusivamente del fabricante.

Se debe observar la soldadura que une la pieza donde va la identificación de chasis con el resto de partes, ya que los fabricantes utilizan soldadura de puntos que es aplicada por brazos robóticos donde la soldadura es de tipo industrial con un acabado muy fino.

La pieza completa donde va la identificación de chasis presenta una superficie uniforme con acabados refinados y alrededor del área donde se localiza la identificación, no debe de haber indicios de soldadura artesanal, masilla o esmerilamiento.



## 4. RESTAURACIÓN DE LA IDENTIFICACIÓN ORIGINAL

La restauración de la identificación original es la aplicación de técnicas científicas para la recuperación, el restablecimiento y/o revisualización de la identificación de chasis. Estas técnicas llevan a la visualización y/o recuperación del marcaje aplicado por el fabricante.

### 4.1. Reflexión especular

Esto indica que las propiedades reflectantes de la luz que permiten distinguir entre el metal que ha sido trabajado en frío y el que no lo ha sido. Es el resultado del grabado no uniforme del metal trabajado en frío comparado con el grabado uniforme del metal que no lo ha sido, ver figura 113.

Figura 113. Efectos de la reflexión especular



Fuente: TRETOW, Richar S. *Manual de métodos para la restauración de números de serie borrados.* p 38.

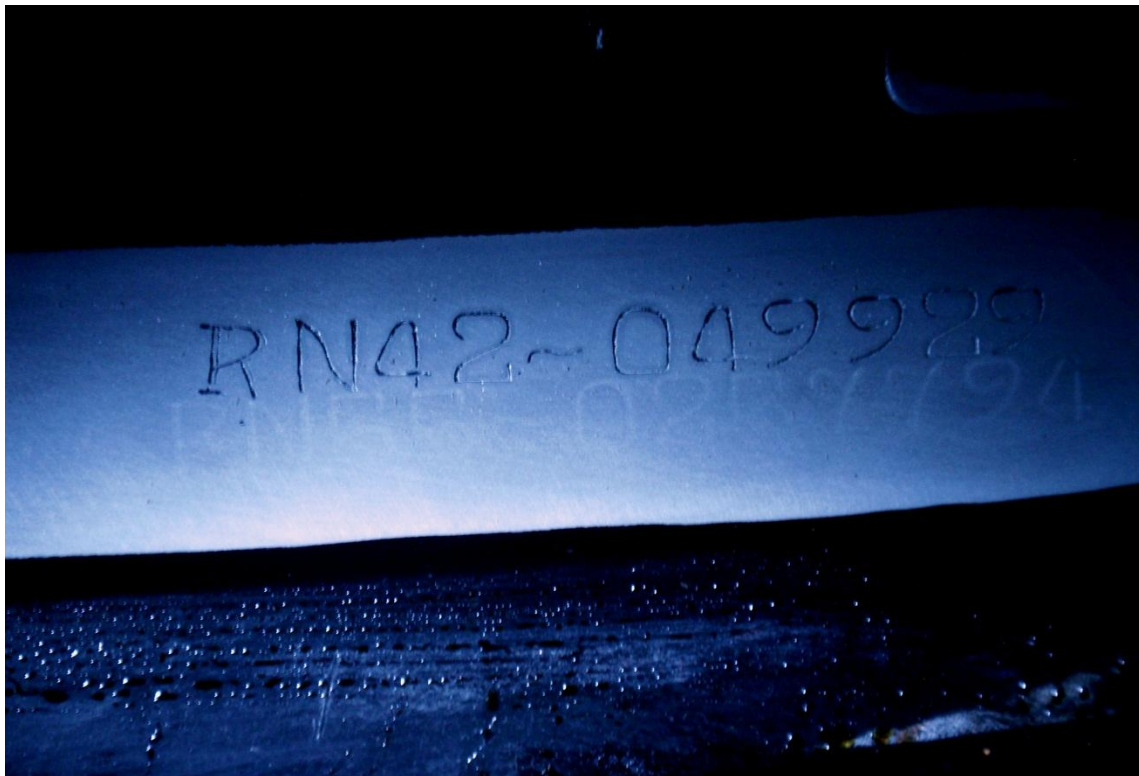
## 4.2. Tipos de restauración

Se explican los diferentes tipos de restauración que existen en la identificación de vehículos.

### 4.2.1. Total

En este tipo de restauración, la identificación de chasis estampada por el fabricante se recupera en su totalidad. Esto quiere decir que, cuando se obliteró no fueron distorsionados los granos más pequeños del metal. por lo que se produjo una reflexión especular completa, ver figura 114.

Figura 114. **Recuperación total**

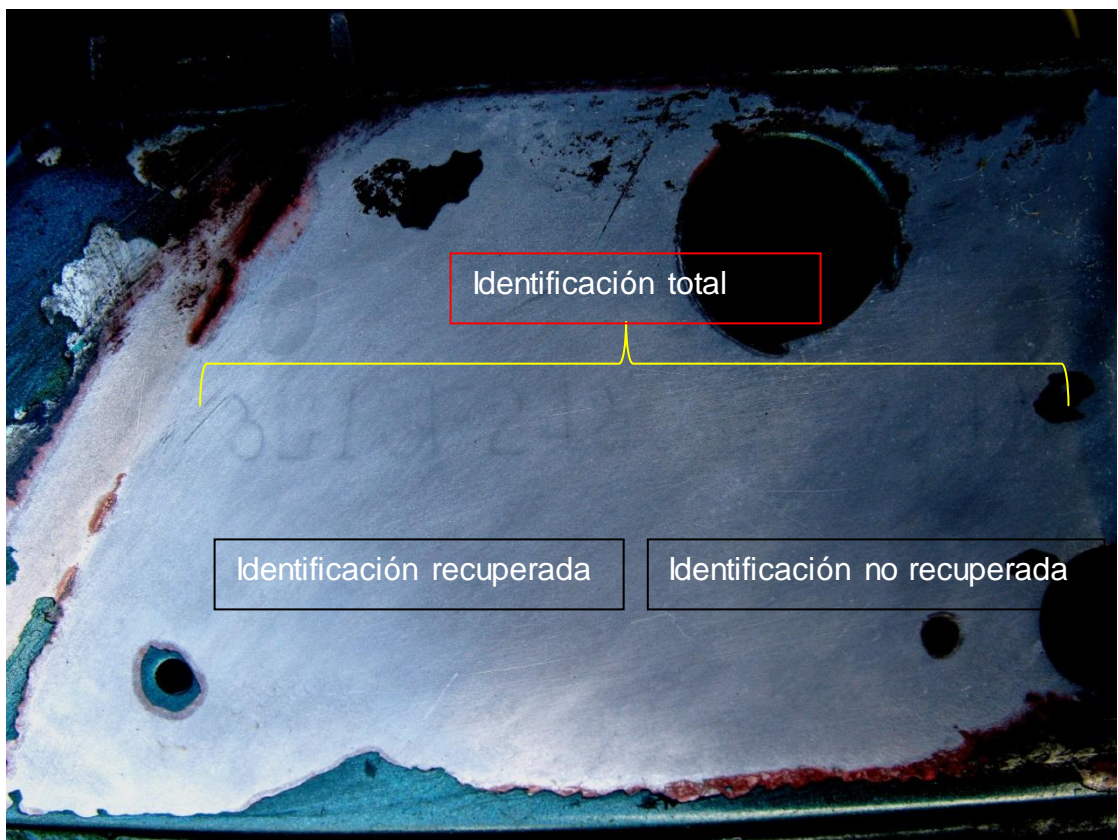


Fuente: Policía Nacional Civil de San Vicente Pacaya, Guatemala.

#### 4.2.2. Parcial

En este tipo de restauración, la identificación de chasis estampada por el fabricante no se recupera en su totalidad. Esto quiere decir que cuando se obliteró fueron distorsionados varios de los granos más pequeños del metal, por lo que se produce una reflexión especular incompleta, en la figura 115 se logra observar que se recuperó solo ocho caracteres de los diecisiete originales que conforman la identificación de chasis.

Figura 115. Recuperación parcial



Fuente: predio de la Policía Nacional Civil de San Miguel Petapa, Guatemala.

### 4.2.3. Nula

En este tipo de restauración, la identificación de chasis estampada por el fabricante no se recupera. Esto quiere decir que, cuando se obliteró fueron distorsionados en su totalidad los granos más pequeños del metal en donde fue estampada la identificación de chasis, por lo que no se produce una reflexión especular. En la figura 116 se muestra el tipo de obliteración y en la 117 se muestra después de aplicar el método de restauración sin lograr recuperar.

Figura 116. **Tipo de obliteración**



Fuente: predio municipal de Siquinala, Escuintla.

Figura 117. **Recuperación nula**



Fuente: predio municipal de Siquinala, Escuintla.

### **4.3. Pasos a seguir en la restauración**

Se explican los diferentes pasos a seguir para la restauración de la identificación de chasis de vehículos que han sido alterados.

#### **4.3.1. Ubicar área**

En este paso lo importante es ubicar el área donde va troquelada o estampada la identificación de chasis, ya que dependiendo del fabricante, la línea o estilo de vehículo, así es como va ubicada la identificación. Hay que tener especial cuidado con este paso, ya que cuando se altera una identificación esta la pueden colocar sobre la identificación original o la pueden colocar en un área distinta a la que utiliza el fabricante, por lo que es mejor verificar basándose en el capítulo 1 inciso 1.2 identificación de chasis, para ubicar el lugar en donde va troquelada la identificación original.

#### **4.3.2. Limpiar área**

Utilizando guantes, mascarilla y lentes para protección personal se procede a empapar una bolita de *mop* con *thinner* y se frota con presión varias veces sobre las piezas que portan la identificación de chasis, esta debe conservar su color, ya que la misma es pavonada. En el caso de identificaciones de chasis en la pared de fuego, esta pieza no debe despintarse con facilidad. Si alguna identificación se despinta fácilmente, debe sospecharse de una posible alteración, debiendo inspeccionar cuidadosamente las características presentes en la pieza y en los caracteres de la identificación. En la figura 118 se observa cómo el pavonado del área donde va ubicada la identificación de chasis se deterioró o despintó y en las áreas circundantes esto no sucedió, este es un indicio de una posible alteración de identificación.

Figura 118. Pavonado despintado



Fuente: predio municipal de Cobán, Alta Verapaz.



### 4.3.3. Prueba tape y fotografías

A través de la prueba tape se puede comparar la identificación presente en un vehículo con otras calcas de identificaciones conocidas que son originales sin alteración.

Esta prueba consiste en cortar un pedazo de papel carbón o papel con grafito, luego frotar con este trozo de papel toda la identificación troquelada, después se corta una tira de cinta adhesiva transparente un poco más larga que el tamaño de la identificación y se coloca sobre la identificación de chasis cubriendo todos los caracteres, luego se frota con *mop* seco presionando la superficie de la cinta adhesiva, después de este procedimiento se retira la cinta adhesiva lentamente con especial cuidado que no se rompa o rasgue, se verifica que en la cinta queden calcados los caracteres y características de la identificación de chasis. Si al retirar la cinta adhesiva se determina que los caracteres de la identificación de chasis no se observan claramente o no quedaron calcados se procede a humedecer con solvente *thinner* el área y realizar nuevamente la prueba tape hasta obtener una identificación legible.

Si no es posible obtener la prueba tape, se procede a la toma de fotografías de acercamiento de la identificación para luego compararla con calcas y fotografías de identificaciones originales, lo que permitirá establecer si hay coincidencia en cuanto a caligrafía de los caracteres y detalles de impresión de la identificación de chasis.

#### **4.3.4. Identificar obliteración**

Este aspecto es muy importante y fundamental, ya que en este punto se determina si se aplica o no químico para la recuperación de la identificación de chasis alterada.

Como primer indicio si al aplicar el solvente *thinner* el pavonado se retira fácilmente de la base donde va la identificación estampada, se procede a verificar el tipo de obliteración que puede ser por esmerilado o desgaste de la pieza con cualquier material abrasivo, por martillado o punzado, caracteres estampados sobre los originales, rayado o injerto todos estos fueron estudiados en el capítulo 3 inciso 3.2 tipos de obliteraciones.

Determinando el tipo de obliteración se procese a verificar si es factible la aplicación de químicos para la recuperación de la identificación de chasis original, esto es debido a que si el tipo de obliteración ha deteriorado mucho la pieza, es casi seguro que será imposible recuperar la identificación original, si el tipo de obliteración se determina que es un injerto y la identificación troquelada en la pieza metálica injertada es original no se procede a aplicar químicos, ya que se ha confirmado que el tipo de alteración es un injerto (ver inciso 3.2.5).

#### **4.3.5. Pulido**

En este procedimiento se pule el área con una lija de grano medio o fino, lijar en una sola dirección para no distorsionar los granos del metal o la estructura policristalina, se puede pulir con cualquier mecanismo de abrasión teniendo cuidado de no desgastar demasiado la pieza.

El desgaste que se haga con lija o con mecanismos de abrasión tiene que dejar la pieza lo más brillante posible, ver figura 119, sin desgastar demasiado la pieza, se hace énfasis en esto debido a que si se desgasta demasiado se puede terminar de destruir la estructura policristalina del metal y esta es fundamental para la recuperación de la identificación de chasis original.

Figura 119. **Pulido de área donde se aplicará químico**



Fuente: predio municipal de Cobán, Alta Verapaz.

#### **4.3.6. Aplicar químico**

Esta prueba se realiza sí y solo sí se ha determinado por medio de las pruebas anteriores que existe alteración en la identificación.

Se realiza a través de la aplicación de productos químicos. Se debe hacer con mucho cuidado y rápidamente sobre el área donde está ubicada la obliteración.

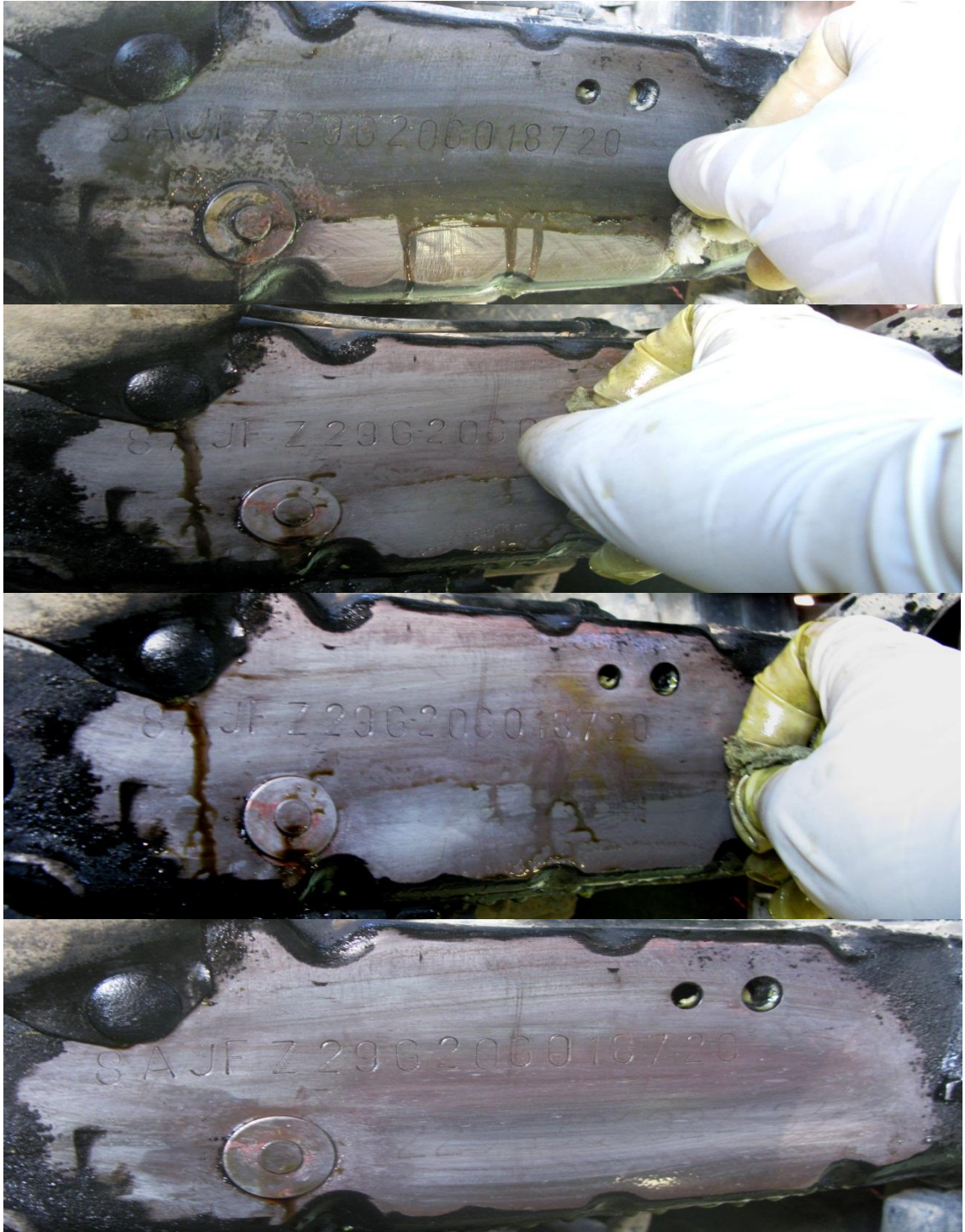
Además se ha de confirmar que es la misma área donde va ubicada la identificación de chasis original, ya que la aplicación de químicos es una prueba destructiva para los metales o áreas a trabajar.

Para efectuar esta prueba se debe extremar la seguridad de la persona que aplique los químicos y tener el conocimiento del manejo de los mismos, además, utilizar guantes de látex o hule resistentes a químicos abrasivos, bata, mascarilla con filtro de carbono y gafas de seguridad; disponer de al menos un litro de agua potable para utilizar en caso de derrame de alguno de los reactivos o químicos.

Medir aproximadamente 15 mililitros del primer químico, siendo este ácido nítrico, empapar una bolita de algodón sintético o *mop*, el químico se aplica de forma circular aplicando presión en toda el área obliterada, ver figura 120. Medir la misma cantidad del que se utilizó en el primer químico para el segundo reactivo o FRY. Sin limpiar la pieza e inmediatamente después de aplicar el primer químico: empapar una bolita de algodón sintético o *mop* con el segundo reactivo aplicar el mismo en forma circular haciendo presión, ver figura 121.

Al cabo de unos minutos o inmediatamente, dependiendo de qué tanto se desgastó la pieza, el grado de limpieza realizado y de la técnica de aplicación de los reactivos, se logra recuperar total, parcialmente o nula la identificación de chasis obliterada, ver figura 122. Si al transcurrir unos minutos no se visualiza nada, repetir la técnica desde la aplicación del primer químico hasta acabarse los 15 mililitros de ambos químicos, si al terminarse los químicos y reactivos no se logra recuperar la identificación original se determina que la recuperación ha sido nula y se procede a la neutralización del área trabajada.

Figura 120. Aplicando ácido nítrico



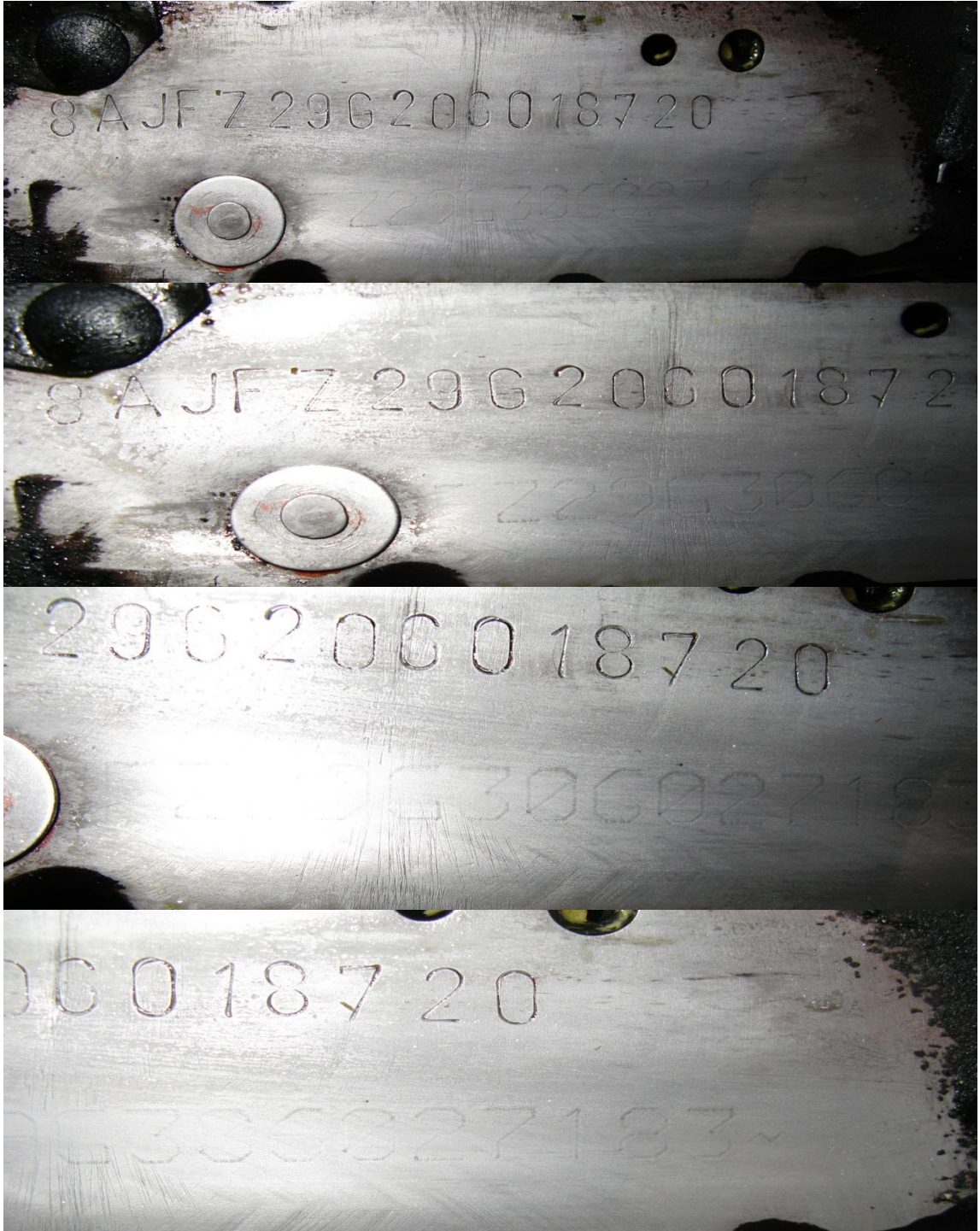
Fuente: predio municipal de Cobán, Alta Verapaz.

Figura 121. Aplicando FRY o reactivo



Fuente: predio municipal de Cobán, Alta Verapaz.

Figura 122. Verificando tipo de recuperación



Fuente: predio municipal de Cobán, Alta Verapaz.

#### 4.3.7. Anotaciones

En esta etapa se procede a documentar en lo posible, lo recuperado por medio de fotografías de acercamiento y anotando en una hoja con formato preestablecido la identificación original, ya sea porque la recuperación sea total o parcial o nula se toma nota de todo lo visible.

Hay dos símbolos que se utilizan cuando la recuperación ha sido parcial o nula. El asterisco (\*) se coloca en los caracteres o fragmentos parciales y el signo de interrogación (?) cuando la recuperación es nula.

#### 4.3.8. Neutralización

Una vez realizada la prueba con los químicos o reactivos y después de las anotaciones, se debe impedir que los productos químicos sigan destruyendo la pieza. Para lo anterior, se debe lavar la pieza con agua y jabón, secar la pieza después de lavarla, ver figura 123.

Figura 123. Lavado de área trabajada

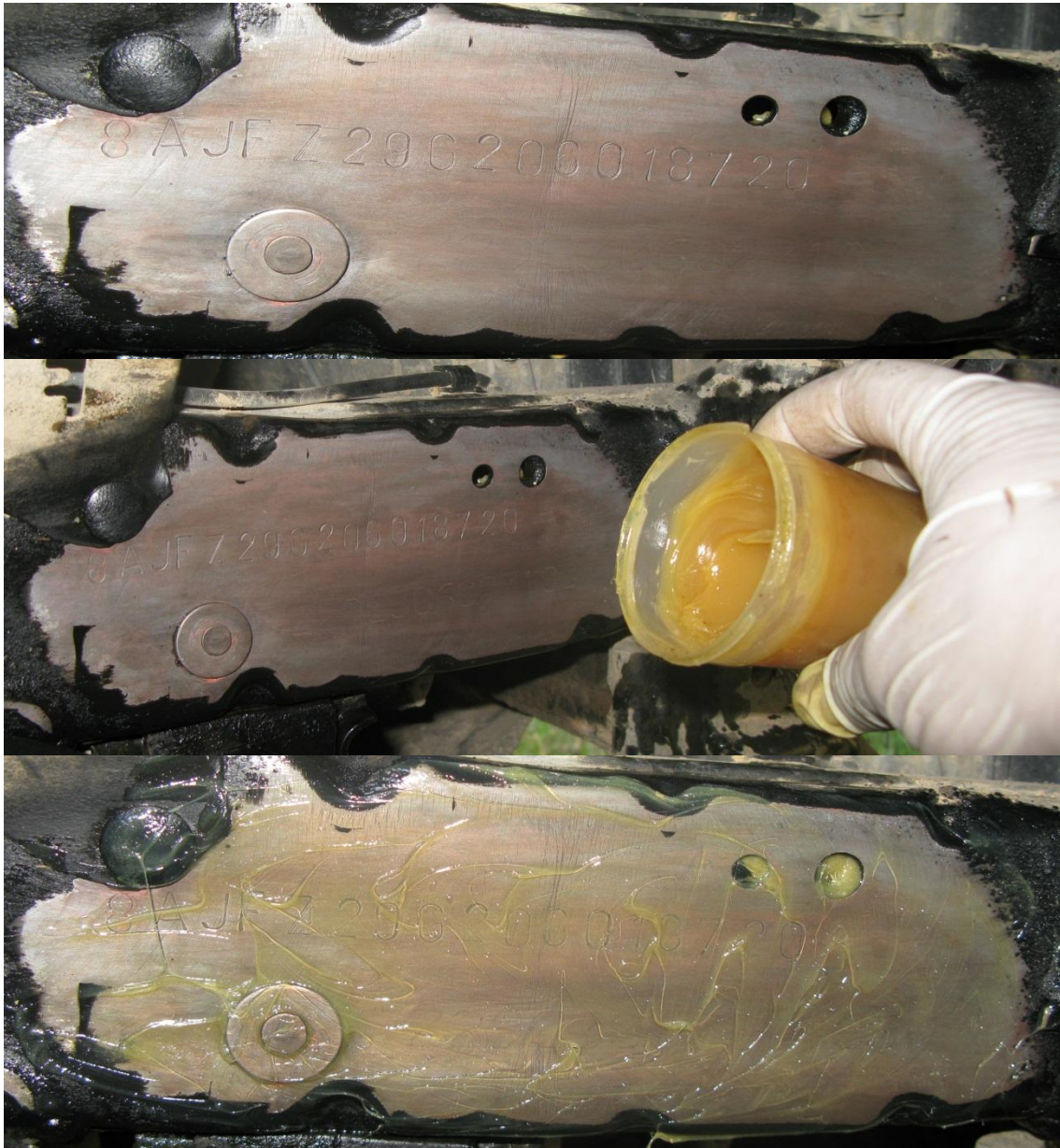


Fuente: predio municipal de Cobán, Alta Verapaz.



Por último, aplicar una capa de grasa para chasis o grasa No. 2. Ver figura 124. Esto permitirá realizar otra vez la prueba con un alto margen de recuperar nuevamente la identificación obliterada.

Figura 124. **Aplicación de grasa No. 2 o grasa para chasis**



Fuente: predio municipal de Cobán, Alta Verapaz.

#### **4.3.9. Precauciones**

Extremar las medidas de seguridad a la hora de aplicar los químicos, ya que estos son corrosivos y dañinos para el ser humano, los reactivos usados son ácidos y bases fuertes, por consiguiente se trata de sustancias muy cáusticas que hay que manejar con cuidado, ya que son capaces de originar lesiones muy importantes cuando actúan sobre cuerpo del individuo; no solo el químico propio si no los gases que se expulsan cuando se está aplicando el mismo, por lo que es imperativo la utilización de bata, gafas de seguridad, guantes de látex o hule, mascarilla con filtro de carbono activo botas tipo industrial con punta de acero. El área donde se realice la prueba tiene que estar lo más ventilada posible y contar con agua potable por lo menos un litro, en caso de caer sobre la ropa o la piel del individuo, estos la deterioran, por lo que se debe lavar con agua abundante donde se ha vertido el reactivo.

Este tratamiento es el más importante y de la rapidez con que se actúe dependerá en gran medida, que se ocasionen lesiones o no. El tratamiento posterior puede requerir la acción del médico, según cuál sea la zona afectada y el grado de afectación.

#### **4.4. Métodos de restauración destructiva**

A principios del siglo XIX, los metalurgistas empezaron a estudiar en serio la relación entre la estructura microscópica de metal y sus propiedades mecánicas. La importancia del tamaño del grano de cristal y la presencia de líneas de deformación después del trabajo en frío, se convirtieron en técnicas reconocidas para investigar la estructura de los metales, y con el tiempo se convirtieron en la ciencia de la metalografía.

El aspecto de esta ciencia que más atañe a la restauración de los caracteres de serie y/o chasis es el examen macroscópico. Esta es una técnica que da una vista de conjunto de los rasgos estructurales generales del espécimen.

La literatura metalúrgica da cuenta de una amplia selección de reactivos para el grabado macroscópico, mediante el uso del reactivo indicado; pueden conocerse características tales como: las inclusiones no metálicas, la porosidad, la segregación, grietas, profundidad de endurecimiento y defectos de la manufactura. Típicamente se recomienda el uso de un solo agente de grabado para cada aleación específica.

A menudo se indican también, la temperatura, el método de aplicación y el tiempo de grabado.

No se sabe a ciencia cierta cuándo comenzaron a aplicarse las técnicas del grabado químico a la restauración de identificaciones de chasis. En los años de 1930 dos publicaciones alemanas sugirieron el uso de mordientes ácidos para este fin. En 1940 se publicó en los Estados Unidos una reseña de las aplicaciones de los métodos metalúrgicos a la investigación penal, de G.W. Pirk, asesor metalúrgico de la oficina de Policía de Útica, Nueva York y se menciona brevemente en un pie de página la sugerencia de que el reactivo Fry puede servir para recuperar identificaciones de serie y/o chasis. Los metalúrgicos lo emplean desde hace tiempo para descubrir las líneas de deformación del acero.

En 1947, Bessemans y Haemers recomendaron varios mordientes para el uso en metales específicos. De especial interés es la solución de cloruro cúprico, cloruro férrico y ácido clorhídrico con alcohol metílico, recomendada tanto para las aleaciones de cobre como las de hierro. Todo un capítulo de la obra inglesa de Nickolls en 1956 está dedicado al método de restauración química. A diferencia de muchos autores, Nickolls no recomienda la práctica de pulir la superficie antes de grabarla, porque ello quita el metal en que está contenida la evidencia de deformación.

Se indican agentes de grabado para varios aceros, aleaciones de cobre, níquel, plomo, oro y platino. También se describen técnicas de restauración en objetos de madera, plástico, piel y pintados. En 1957, Hatcher, Jury y Weller recomendaron el reactivo Fry para el uso de aceros aleados.

En los tomos de Mathews de 1962 aparece una descripción del método químico que es citada con frecuencia. Entre los mordientes recomendados hay distintas variaciones del reactivo Fry y también, cloruro férrico en agua, ácido pícrico en alcohol, ácido nítrico diluido y una mezcla de alcoholes, ácido nítrico y anhídrido acético. No se describen las pruebas empleadas para evaluar los mordientes, pero se recomiendan nueve soluciones para su uso en aceros específicos. Para el latón se sugiere una solución de ácido crómico.

En 1963, Chisum propuso un método químico singular para el aluminio. Este no depende del grabado del metal para lograr la restauración. Se basa más bien en la rápida formación de una capa de óxido de aluminio en la superficie del metal. Para ello se cubre el aluminio con una solución de cloruro mercúrico en ácido clorhídrico diluido. El cloruro mercúrico reacciona químicamente con el aluminio para producir mercurio metálico, que obra como catalizador que acelera la oxidación del aluminio por reacción con el aire.

La acumulación selectiva de una capa de óxido de aluminio hace visible la identificación de serie o chasis.

En las publicaciones hay muchas otras descripciones del método químico. Estas obras, sin embargo, simplemente reiteran las recomendaciones de autores anteriores. Así, no obstante el gran volumen de publicaciones existentes, se ha realizado relativamente poca investigación en el método químico. No hay que suponer que las soluciones que aparecen en estas publicaciones sean una selección científicamente derivada.

Al introducirse en la propia materia de estos mordientes o químicos, se sabe a ciencia cierta que estos métodos son destructivos por el daño que producen en los metales, básicamente se genera un proceso de oxidación en el metal.

Todos los procedimientos de restauración de números de serie y/o chasis se basan en el principio de que el metal deformado o endurecido mecánicamente que se halla inmediatamente abajo del estampado tiene propiedades diferentes que el que la rodea.

Mediante la acción mecánica se realiza el troquelado de caracteres, se produce una modificación en la orden de los átomos, haciendo entonces que en esta zona se alteren sus propiedades físicas, siendo dichos fenómenos para poder realizar la restauración, ya que dicha zona es más susceptibles (por la modificación) de ser atacadas por distintos reactivos. Por lo que, la oxidación en esta área se manifiesta de forma diferente y las propiedades reflectantes del metal (reflexión especular) se magnifican.

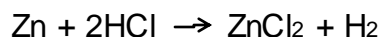
Si en este momento se produce el limado de los números, y el mismo no llega a sobrepasar la profundidad del troquel, es factible la restauración de los mismos. Si por el contrario, el limado o desgaste es más profundo, o bien se realiza un punzonamiento que produce una deformación mayor que la del troquel, la restauración será infructuosa. En general, todas las propiedades de un metal se ven afectadas por el endurecimiento mecánico.

#### **4.4.1. Métodos químicos para metales ferrosos**

Se les llaman metales ferrosos por las características de los mismos, es un metal maleable, de color gris plateado y presenta propiedades magnéticas, las cuales son fundamentales para la aplicación de los métodos químicos; es ferromagnético a temperatura ambiente y presión atmosférica.

Los métodos químicos de restauración son interesantes desde el punto de vista teórico. Se da una descripción simplificada de los principios científicos en que se fundamentan dichos métodos.

Cuando se graba un metal, la superficie del mismo se disuelve por un proceso llamado oxidación. Los átomos de metal se oxidan al perder uno o más electrones, y de ese modo se transforman en iones de carga positiva. En esta nueva forma pueden disolverse en la solución de grabado. El proceso puede ilustrarse con la disolución del cinc en ácido clorhídrico:



El cinc metálico se convierte en cinc ionizado, en la forma de cloruro de cinc, un compuesto soluble.

El gas hidrógeno es producto secundario de la reacción. Por el papel que juega, el ácido clorhídrico es designado el agente oxidante. En esta reacción el ácido clorhídrico se reduce, mientras que el cinc se oxida.

#### **4.4.1.1. Reactivo de Davis**

Este reactivo químico es el menos destructivo entre los métodos de estudio, por lo regular se sugiere que se comience con este reactivo, si la obliteración no dañó significativamente el área, se puede recuperar la identificación original con el reactivo de Davis.

Este reactivo se aconseja utilizarlo para el hierro y acero, está formado por las siguientes componentes y sus respectivas cantidades:

- 5 gramos cloruro cúprico ( $\text{CuCl}_2$  deshidratado)
- 50 ml ácido clorhídrico (HCl)
- 50 m agua destilada ( $\text{H}_2\text{O}$ )

Para la aplicación se utilizan los mismos pasos descrito en el inciso 4.3 (pasos a seguir en la restauración), solo que, como si fuera un solo químico.

#### **4.4.1.2. Reactivo de Turner**

Este reactivo químico está en un término medio en el ataque que pueda producir sobre los metales, se puede utilizar luego del reactivo de Davis si este no lograra recuperar las identificaciones originales y también de forma directa.

Es muy efectivo para el hierro y acero, al igual que el reactivo de Davis y está formado por los siguientes componentes con sus respectivas cantidades:

- 2.5 gramos cloruro de cobre ( $\text{CuCl}_2$  deshidratado)
- 40 ml ácido clorhídrico (HCl)
- 25 ml etanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ )
- 30 ml agua destilada ( $\text{H}_2\text{O}$ )

Al igual que el reactivo anterior, para su aplicación, utilizar los mismos pasos descritos en el inciso 4.3 (pasos a seguir en la restauración), solo que, como si fuera un solo químico.

#### **4.4.1.3. Reactivo Fry**

Como se mencionó con anterioridad en 1940, G. W. Pirk, metalurgista del Buró de la Policía Utica, New York, sugirió que una solución química mordiente conocida entre los meta grafos como el reactivo FRY, podría usarse para recuperar números de serie.

Siendo esta la solución química más eficiente, ya que funciona mejor en cuanto a claridad y rapidez con respecto a los reactivos de Davis y Turner, pero es el reactivo que más ataca y destruye al metal.

Con este reactivo químico se garantiza la recuperación de la identificación de serie y/o chasis original siempre y cuando la obliteración no haya distorsionado en su totalidad los granos más pequeños del metal en donde fue estampada la identificación de chasis, si fuera así, como se mencionó con anterioridad, es casi nula o nula la recuperación de la identificación original, este reactivo es muy efectivo para todos los metales ferrosos.



Antes de la aplicación de este mordiente se aplica otra solución química sobre el área donde ha sido obliterada la identificación original, siendo esta, ácido nítrico concentrado GR al 65 %, para preparar 100 ml de solución se necesita:

- 50 ml de ácido nítrico 65% (HNO<sub>3</sub>)
- 50 ml de agua desmineralizada (H<sub>2</sub>O)

Luego se procede a la aplicación del reactivo Fry y este será el que revele la identificación original de chasis, siendo la composición de este reactivo para 650 ml de solución la siguiente:

- 90 ml de cloruro cúprico (CuCl<sub>2</sub> deshidratado)
- 360 ml de ácido clorhídrico (HCl)
- 200 ml de agua desmineralizada (H<sub>2</sub>O)

Para la aplicación de estos reactivos se utiliza exactamente los mismos pasos descrito en el inciso 4.3 (pasos a seguir en la restauración).

#### **4.4.2. Métodos químicos para metales no ferrosos**

Los metales no ferrosos son aquellos que no contienen hierro como uno de sus componentes, o que lo contienen en muy pequeñas cantidades. Por ejemplo: el cobre, oro, plata, bronce, latón.

#### **4.4.2.1. Cloruro férrico**

Este reactivo químico es el menos destructivo entre los métodos para metales no férricos, así como en reactivo de Davis se sugiere que se comience con este reactivo, si la obliteración no dañó significativamente el área, se puede recuperar la identificación original.

Este mordiente se recomienda para aleaciones de aluminio, está formado por los siguientes componentes y sus respectivas cantidades:

- 25 gramos cloruro férrico ( $\text{FeCl}_3$ )
- 100 ml agua destilada ( $\text{H}_2\text{O}$ )

Puede usarse un 25 % de ácido nítrico con cloruro férrico para mejorar las propiedades reflejantes del metal. Para la aplicación de estos reactivos se utiliza exactamente los mismos pasos descrito en el inciso 4.3 (pasos a seguir en la restauración).

#### **4.4.2.2. Cloruro férrico ácido**

Este reactivo químico está en un término medio en el ataque que pueda producir sobre los metales, se puede utilizar luego del reactivo cloruro férrico si este no lograra recuperar las identificaciones originales.

Este mordiente se recomienda para el latón, está formado por los siguientes componentes y sus respectivas cantidades:

- 25 gramos cloruro férrico ( $\text{FeCl}_3$ )
- 25 ml ácido clorhídrico ( $\text{HCl}$ )
- 100 ml agua destilada ( $\text{H}_2\text{O}$ )

Como el mordiente anterior, puede usarse un 25 % de ácido nítrico con cloruro férrico ácido para mejorar las propiedades reflejantes del metal. Para la aplicación de estos reactivos se utiliza exactamente los mismos pasos descrito en el inciso 4.3 (pasos a seguir en la restauración).

#### **4.4.2.3. Ácido nítrico/fosfórico**

Este reactivo es el más fuerte entre los mordientes para metales no féreos. Siendo esta la solución química más eficiente, ya que funciona mejor en cuanto a claridad y rapidez con respecto a los reactivos de cloruro férrico y cloruro férrico ácido, pero es el reactivo que más ataca y destruye al metal así como el reactivo Fry.

Este mordiente se recomienda para aleaciones de aluminio, latón y aleaciones de cinc, está formado por los siguientes componentes y sus respectivas cantidades:

- 98 ml 85% ácido fosfórico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ )
- 5 ml ácido nítrico concentrado ( $\text{HNO}_3$ )

Además se utilizan los siguientes componentes y sus respectivas cantidades cuando se requiere un mordiente menos destructivo.

- 50 ml ácido fosfórico concentrado ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ )
- 3 ml ácido nítrico concentrado ( $\text{HNO}_3$ )

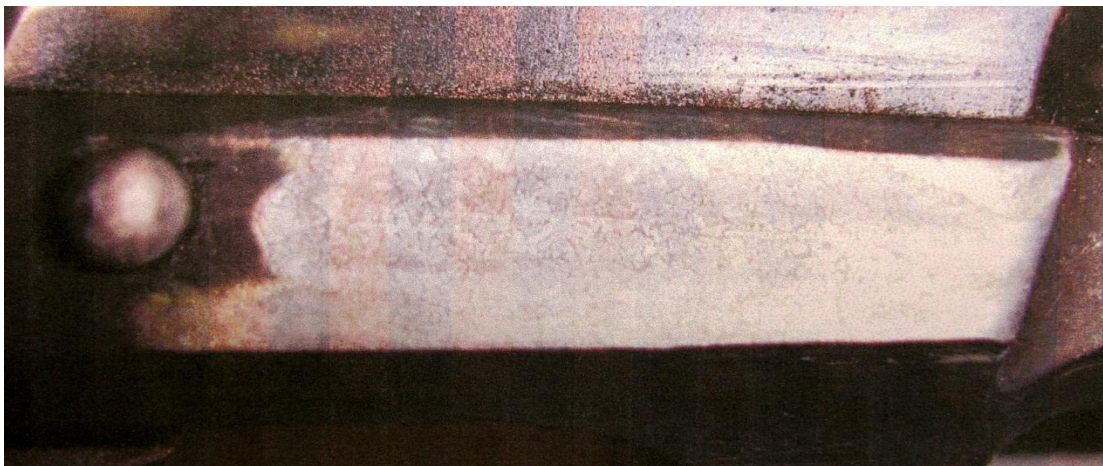
Los reactivos pueden diluirse con agua para reducir su capacidad de oxidación. Se utiliza los mismos pasos descritos en el inciso 4.3 (pasos a seguir en la restauración), como si fuera un solo químico.

#### **4.5. Detención del proceso de restauración por el método Fry**

Se debe de observar con especial atención cuando se esté aplicando el reactivo Fry, esto debido a que en el proceso se llega a un momento donde se tiene que detener la aplicación del químico.

Esta detención de la aplicación del reactivo Fry se hace cuando; se observe en el área donde se está aplicando un moldeado por inversión esto quiere decir que, se observa la estructura granular de metal, ver figura 125, los dígitos comienzan a desvanecerse después del proceso de restauración, la superficie comienza a corroerse uniformemente (picaduras), cuando el proceso de pulido es más profundo que la obliteración y cuando los dígitos comienzan a hincharse y a volverse indescifrables.

**Figura 125. Moldeado por inversión**



Fuente: TRETOW, Richar S. *Manual de métodos para la restauración de números de serie borrados.* p 91.

#### **4.6. Efectos del cobre sobre la salud**

La exposición profesional al cobre puede ocurrir; en el ambiente de trabajo al contacto con cobre puede llevar a adquirir gripe conocida como la fiebre del metal, esta fiebre pasará después de dos días y es causada por una sobreesensibilidad.

Exposiciones de largo periodo al cobre pueden irritar nariz, la boca y los ojos y causar dolor de cabeza, de estómago, mareos, vómitos y diarreas. Una toma grande de cobre puede causar daño al hígado y los riñones e incluso la muerte. Si el cobre es cancerígeno no ha sido determinado aún. Hay artículos científicos que indican una unión entre exposiciones de largo término a elevadas concentraciones de cobre y una disminución de la inteligencia en adolescentes. Tomar siempre las medidas de seguridad mencionadas en el inciso 4.3.9 (precauciones) a la hora de manipularlo.



## CONCLUSIONES

1. Al describir las identificaciones de chasis de los vehículos fabricados para diferentes mercados del mundo se tiene el conocimiento de dónde va ubicada la identificación de chasis de las diferentes marcas y estilos de vehículos que ingresan a Guatemala, ya sea para su venta o compra como vehículos de segunda o para la venta en las diferentes agencias autorizadas y comercializarlos.
2. Se tiene el conocimiento necesario en vehículos que han sido alterados, pero al seguir los pasos específicos para detectar alteraciones de chasis, se puede determinar estas alteraciones antes de negociar un vehículo con anomalías.
3. La propuesta del método Fry como una herramienta, es de utilidad para toda aquella persona individual, perito o investigador forense que se especialice en la recuperación de identificaciones de vehículos alterados, y a través de los pasos correctos de la aplicación de los químicos y reactivos se tendrá certeza de la identificación que originalmente le pertenece al vehículo que ha sido alterado.





## RECOMENDACIONES

1. Si es un perito especialista o investigador forense verificar la identificación de serie o la de chasis, que estos estén en los lugares que le corresponden haciéndose valer de la descripción de la ubicación de las identificaciones de chasis de los vehículos fabricados, para diferentes mercados del mundo.
2. Si es una persona individual y va a negociar un vehículo, ya sea por compra o venta, aparte de esta herramienta, valerse de todas las ayudas necesarias para asegurar que el vehículo no es de dudosa procedencia, por ejemplo, dirigirse a estaciones o subestaciones de la Policía Nacional Civil para verificar que el vehículo no tenga reporte de robo, así como a La División Especializada de Investigación Criminal (DEIC), a la Unidad de Vehículos Robados para la revisión del mismo.
3. Seguir los pasos específicos y contar con tiempo para verificar si un vehículo está alterado en la identificación de chasis.
4. Si el perito especialista o el investigador forense utiliza el método Fry, asegurarse que al aplicar los químicos y reactivos para la reidentificación del chasis, seguir los pasos de la aplicación de los mismos y sobre todo extremar las medidas de seguridad necesarias para proteger la integridad propia y no incurrir en malas prácticas para la aplicación de los químicos.



## BIBLIOGRAFÍA

1. FLIN, Richard A.; TROJAN, Paul K. *Materiales de ingeniería y sus aplicaciones*. 3a. ed. México: McGraw-Hill 1989, 742 p.
2. *Métodos de estampado*. Enciclopedia libre. (en línea) <http://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Portada>. (Consulta: 2 de noviembre de 2011).
3. *Passenger Vehicle Identification Manual*, 78 ed. Chicago Illinois: National Insurance Crime Bureau, 2007. 256 p.
4. TREPTOW, Richard S. *Manual de métodos para la restauración de números de serie borrados*. Chicago Illinois: Departamento de Ciencias Físicas Universidad Estatal de Chicago, 1978. 100 p.



## ANEXOS

Caligráfica de las diferentes marcas de vehículos estudiados en el trabajo antes descrito.

### Chevrolet



Hyundai

KMHLA21J9JU220773

KMHSH81WP8U213242

KMHCG35C02U165101

\*MALAB51H69M272717\*

KMHAB51GP2U279751

KMHON45D91U177205

KMJFD27APTU199351

KMHNM81XP4U141953

KMH5F31KPHU199351

KMHJNB1BAAU122905

Kia

KNABA2432TT411122

KNAFA1257T5269994

KNAJC522545214968

KNCSD261557993141

KNBJA723115055516

Mazda

JM1BG2263L0114905

JM1BK12F161516963

JM7BJ10M200212678

MM7UNY08200430466

MM7UNY0W490810599

1YVGE22C3T5547705

\*1YVFP80C555M38015\*

\*1YVFP80C135M42219\*



Mitsubishi

▲JMYSNCK1AXU000234▲

F16APY004875

CA2ATU030519

▲JMYSNCY2A8U000204▲

◆MMBJNKB408D079569◆

CJ2AVU046708

Nissan

JN1GAAZ33Z0005046

JN1TANZ50U0000931

JN1PB2216HU529101

KNMC4C2HMAP788620

3N1EB31S2ZL027172

HLB11M-C77865

2PB12M-012124

PC211995

TC509613

RC825830

## Toyota

RN101~4003667

AE92~3179448

EL53~0028608

~JTFJS02P895007861~

~JTFDE626300105341~

~9BR53ZEC208585379~

~8AJFX22G106001535~

~MROFZ29G491721801~

Fuente: predios de La Policía Nacional Civil, Almacén Judicial, Municipales y Privados.

