



Trabajo Fin de Grado

RESTAURACIÓN Y DOCUMENTACIÓN DE UNA
MOTO MARCA DUCATI 500 GT DE 1978
PARA CATALOGARLA COMO HISTÓRICA

RESTORATION AND DOCUMENTATION OF A
DUCATI 500 GT FROM 1978 MOTORBIKE TO
CATALOG IT AS HISTORICAL MOTORBIKE

Autor:

Ismael De Elvira Vicente

Director:

Santiago Baselga Ariño

Titulación del autor

Ingeniería Mecánica

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

2022

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es restaurar una motocicleta describiendo el proceso realizado y se explicarán los problemas encontrados, como se han solventado y en caso necesario como se han adquirido los nuevos componentes. Se va a estudiar y seguir el procedimiento de documentación con el fin de obtener su catalogación como motocicleta histórica. Todo esto se realizará siguiendo las diferentes normativas que existen acerca de este tipo de vehículos y la circulación y seguridad en general.

Por otra parte, esta catalogación persigue el objetivo de que la motocicleta pueda circular por las carreteras siguiendo las normativas específicas. Se detallará el proceso de desarrollo de la documentación preparando previamente toda la aquella necesaria.

Adicionalmente se van a realizar cálculos de prestaciones longitudinales del vehículo para comprobar datos de la Tarjeta De Inspección Técnica De Vehículos y para conseguir algunos datos que se desconocen para completar la Ficha Reducida del vehículo y el resto de la documentación requerida.

ABSTRACT

The aim of this work is to restore a motorbike describing the process carried out and explaining the problems encountered, how they have been solved and, if necessary, how new components have been acquired. The documentation procedure will be studied and followed in order to obtain its cataloguing as a historic motorbike. All this will be done following the different regulations that exist about this type of vehicles and the circulation and safety in general.

On the other hand, this cataloguing pursues the objective that the motorbike can circulate on the roads following the specific regulations. The process of developing the documentation will be detailed by preparing all the necessary documentation beforehand.

Additionally, longitudinal performance calculations of the vehicle will be carried out in order to check data from the Vehicle Technical Inspection Card and to obtain some unknown data to complete the vehicle's Reduced File and the rest of the required documentation.

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
ÍNDICE.....	3
TABLA DE ILUSTRACIONES	5
TABLA DE ECUACIONES	8
TABLA DE GRÁFICOS.....	9
TABLA DE TABLAS.....	10
CAPÍTULO 1. Introducción	11
CAPÍTULO 2. Restauración, Medidas y Comprobaciones.....	13
CAPÍTULO 3. Proceso de Catalogación.....	22
3.1 – Documentación previa a la actuación del laboratorio	22
3.1.1 – Informe de Autenticidad	23
3.1.2- Limitaciones del vehículo	24
3.1.3- Condiciones no exigibles en la Inspección Técnica de Vehículos	24
3.1.4- Ficha Reducida de Características.....	24
RESUMEN	31
BIBLIOGRAFÍA.....	32
ANEXOS	35
ANEXO I. Tarjeta de Inspección Técnica de Vehículos	35
ANEXO II. Permiso de Circulación	36
ANEXO III. Cálculo de Prestaciones del Vehículo	38
III.1 - Cilindrada	38
III.2 – Cámara de Combustión	38
III.3 – Forma del motor.....	39
III.4 - Potencia.....	39
III.5 – Par Motor	40
III.6 – Potencia Fiscal	40
III.7 – Relaciones de Transmisión	41
III.8 – Velocidad Máxima	42
III.9 – Velocidad en Función de la Marcha y el Régimen de Giro.....	43

III.10 – Velocidad Máxima debido a Potencia	44
ANEXO IV. Impuesto Municipal de Circulación	46
ANEXO V. Ficha Reducida.....	47
ANEXO VI. Proceso de Restauración	50
ANEXO VII. Cálculo de Prestaciones del Vehículo	77
VII.1 - Máxima Pendiente Superable debido al Motor a Potencia Máxima.....	77
VII.2 - Máxima Pendiente Superable debido a Adherencia a Máxima Velocidad.....	81
VII.3 - Máxima Aceleración en llano debido al Motor a Potencia Máxima	83
VII.4 - Máxima Aceleración en llano debido a Adherencia a Máxima Velocidad.....	85
ANEXO VIII. Informe de Autenticidad	88

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Numeración del motor troquelada en el bloque motor (izquierda) y calcado (derecha)	13
Ilustración 2. Troquelado número de bastidor en la columna de dirección (izquierda) y calcado (derecha)	14
Ilustración 3. Placa de Matrícula	14
Ilustración 4. Filtro del aire desmontado	15
Ilustración 5. Campana del carburador atascada.....	15
Ilustración 6. Un carburador desmontado (izquierda) y los 2 carburadores en su posición (derecha)	15
Ilustración 7. Empuñadura de la moto desmontada y el prisionero marcado con un círculo	16
Ilustración 8. Disco de freno (izquierda), pinza de freno (centro) y Pastillas de freno (derecha)	16
Ilustración 9. Horquilla telehidráulica de doble efecto (izquierda) y horquillas oscilantes con amortiguadores hidráulicos de doble efecto (derecha).....	17
Ilustración 10. Tapa de llenado del cárter abierta (izquierda y Cárter de aceite (derecha)	17
Ilustración 11. Filtro del aceite y tapa desmontados	17
Ilustración 12. Radiador de aceite.....	18
Ilustración 13. Maneta de freno doblada.....	18
Ilustración 14. Alojamiento de los platinos.....	19
Ilustración 15. Bujía nueva	19
Ilustración 16. Aletas del motor para refrigeración por aire	19
Ilustración 17. Condensador viejo (izquierda) y los nuevos condensadores (derecha).....	20
Ilustración 18. Tubo de escape con silenciador incorporado.....	20
Ilustración 19. Situación Final Motocicleta	21
Ilustración 20. Troquelado número de bastidor en la columna de dirección	25
Ilustración 21. Anclajes del motor al bastidor.....	25
Ilustración 22. Disco trasero (izquierda) y los 2 discos delanteros (derecha).....	29
Ilustración 23. Asiento y estribos traseros.....	29
Ilustración 24. Estado anterior (izquierda) y posterior (derecha) del vehículo	31
Ilustración 25. Valores Relación Carrera-Diámetro.....	39
Ilustración 26. Dibujo de la Cadena de Transmisión	41
Ilustración 27. Diámetro de Rodadura del Neumático	42
Ilustración 28. Precios Impuesto Municipal de Circulación en Zaragoza	46
Ilustración 29. Numeración del motor troquelada en el bloque motor (izquierda) y calcado (derecha)	51
Ilustración 30. Troquelado número de bastidor en la columna de dirección (izquierda) y calcado (derecha)	51
Ilustración 31. Nomenclatura neumático delantero.....	52
Ilustración 32. Captura del Reglamento 75 del SEPE códigos de velocidad.....	52
Ilustración 33. Captura del Reglamento 75 del SEPE código de carga neumática delantero.....	52

Ilustración 34. Nomenclatura neumático trasero	52
Ilustración 35. Captura del Reglamento 75 del SEPE código de carga neumático trasero	52
Ilustración 36. Placa de Matrícula	53
Ilustración 37. Piñón de la transmisión a la rueda	54
Ilustración 38. Plato de la transmisión a la rueda	54
Ilustración 39. Estado del neumáticos trasero (izquierda) y delantero (derecha).....	54
Ilustración 40. Motocicleta con el depósito y la carrocería quitada.....	55
Ilustración 41. Filtro del aire desmontado	55
Ilustración 42. Campana del carburador atascada.....	56
Ilustración 43. Campana del carburador desatascada	56
Ilustración 44. Los 2 carburadores una vez arregladas las 2 campanas.....	56
Ilustración 45. Empuñadura de la moto desmontada y el prisionero marcado con un círculo ..	57
Ilustración 46. Puño del acelerador una vez arreglado y montado	57
Ilustración 47. Arrancador usado	58
Ilustración 48. Luz de freno	58
Ilustración 49. Luz de posición piloto trasero	58
Ilustración 50. Intermitente	59
Ilustración 51. Luz corta foco delantero	59
Ilustración 52. Luz de posición foco delantero	59
Ilustración 53. Cuadro de indicadores.....	60
Ilustración 54. Bujía introducida en su posición	60
Ilustración 55. Pipa bujía	61
Ilustración 56. Bujía desmontada.....	61
Ilustración 57. Pinza de freno.....	61
Ilustración 58. Disco de freno	62
Ilustración 59. Pastillas de freno	62
Ilustración 60. Pistones pinza de freno	62
Ilustración 61. Pastillas colocadas en su posición con la pinza montada.....	62
Ilustración 62. Depósito líquido de freno trasero	63
Ilustración 63. Proceso de sangrado de pinza de freno trasera.....	63
Ilustración 64. Rellenado depósito de líquido de frenos delanteros	64
Ilustración 65. Horquilla telehidráulica de doble efecto.....	64
Ilustración 66. Horquillas oscilantes con amortiguadores hidráulicos de doble efecto	65
Ilustración 67. Tapa de llenado del cárter abierta	65
Ilustración 68. Filtro del aceite y tapa desmontados	66
Ilustración 69. Cárter de aceite	66
Ilustración 70. Garrafa de aceite	66
Ilustración 71. Paso calibrado del carburador con junta tórica estropeada	67
Ilustración 72. Filtro de gasolina montado	67
Ilustración 73. Filtro de gasolina desmontado	67
Ilustración 74. Paso calibrado con su alojamiento.....	68
Ilustración 75. Chicle de baja con muelle y su alojamiento	68
Ilustración 76. El antes (izquierda) y el después (derecha) del depósito tras pegar el taco de goma.....	69
Ilustración 77. Maneta de freno doblada.....	69

Ilustración 78. Maneta de freno enderezada y con la soldadura fría	69
Ilustración 79. Sirga velocímetro.....	70
Ilustración 80. Sirga cuentarrevoluciones	70
Ilustración 81. Relojes de las revoluciones y la velocidad.....	70
Ilustración 82. Alojamiento de los platinos.....	71
Ilustración 83. Captura del Manual de Usuario	72
Ilustración 84. Captura tabla de equivalencias	72
Ilustración 85. Bujía nueva	72
Ilustración 86. Aletas del motor para refrigeración por aire	73
Ilustración 87. Condensador estropeado desmontado	73
Ilustración 88. Maneta montada y lijada	73
Ilustración 89. Los nuevos condensadores	74
Ilustración 90. Contactos del botón de arranque tras su limpieza	74
Ilustración 91. Botón de arranque una vez limpiado y montado.....	74
Ilustración 92. Tubo de escape con silenciador incorporado.....	75
Ilustración 93. Situación Final Motocicleta	76
Ilustración 94. Curva de Potencia Guzzi V85.....	79
Ilustración 95. Fuerzas sobre Vehículo (Apuntes Diseño y Arquitectura de Vehículos)	81
Ilustración 96. Equilibrio Estático (Apuntes Diseño y Arquitectura de Vehículos)	82

TABLA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Cilindrada Total	38
Ecuación 2. Relación de Compresión y Volumen Cámara de Combustión	38
Ecuación 3. Relación Carrera-Diámetro	39
Ecuación 4. Conversión Unidades Potencia	39
Ecuación 5. Relación Potencia Máxima / Masa en Orden de Marcha	40
Ecuación 6. Par Motor	40
Ecuación 7. Velocidad Angular del Motor	40
Ecuación 8. Potencia Fiscal	40
Ecuación 9. Velocidad Máxima	42
Ecuación 10. Fuerza Motriz debido a Potencia	44
Ecuación 11. Resistencia Total	44
Ecuación 12. Coeficiente de Rodadura	44
Ecuación 13. Superficie Efectiva	45
Ecuación 14. Capacidad de Aceleración	77
Ecuación 15. Fuerza Motriz por Motor	77
Ecuación 16. Par Máximo	79
Ecuación 17. Fuerza Motriz por Adherencia	81
Ecuación 18. Equilibrio de Fuerzas y Momentos del Vehículo Estático	82
Ecuación 19. Resistencia de Inercia debido a la Aceleración	84

TABLA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Velocidad vs. Régimen de Giro del Motor.....	43
Gráfico 2. Velocidad vs Pendiente Superable por Adherencia	83
Gráfico 3. Velocidad vs Capacidad de Aceleración por Adherencia en 5 ^a Marcha.....	87

TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Velocidad (km/h) en función de la marcha y el régimen de giro del motor	43
Tabla 2. Caída de Régimen de Giro del Motor al Cambiar de Marcha.....	44
Tabla 3. Pendiente Superable a Potencia Máxima en cada Marcha.....	80
Tabla 4. Pendiente Superable a Par Máximo en cada Marcha	80
Tabla 5. Valores Típicos del Coeficiente de Adherencia	81
Tabla 6. Pendiente Superable por Adherencia.....	83
Tabla 7. Capacidad de Aceleración a Potencia Máxima en cada Marcha	85
Tabla 8. Capacidad de Aceleración a Par Máximo en cada Marcha.....	85
Tabla 9. Capacidad de Aceleración por Adherencia en 5 ^a Marcha	86

CAPÍTULO 1. Introducción

El objetivo del trabajo es abordar la restauración y posterior matriculación de una motocicleta Ducati 500 GT del año 1978 (44 años de antigüedad) como vehículo histórico desde el punto de vista técnico y mecánico.

La parte mecánica en lo que va a consistir es en revisar el vehículo para comprobar que funciona todo correctamente y en realizar la restauración y/o sustitución de los componentes que estén en mal estado o que no funcionen correctamente. También se tomarán medidas para verificar que los datos de la Tarjeta de Inspección Técnica de Vehículos o de los Manuales de Usuario y Reparación son correctos y para poder luego realizar los cálculos necesarios para llenar algún dato de la Ficha Reducida del que no se dispone en la documentación o no se ha encontrado en la bibliografía.

La parte técnica consistirá en llenar la documentación necesaria para su catalogación como vehículo histórico (Informe de Autenticidad, limitaciones del vehículo, condiciones no exigibles en la Inspección Técnica de Vehículos y Ficha Reducida de características) siguiendo en todo momento la reglamentación existente. Se seguirá el Real Decreto 750/2010 que regula los procedimientos de homologación de vehículos de motor y sus remolques, máquinas autopropulsadas o remolcadas, vehículos agrícolas, así como de sistemas, partes y piezas de dichos vehículos; los reglamentos de aplicación indicados en el RD 2028/1986, en el que se encuentra por ejemplo el Reglamento CEPE/ONU 75 relativo a la homologación de neumáticos para motocicletas y ciclomotores; el Real Decreto 2822/1998 el cual recoge el Reglamento General de Vehículos; el Real Decreto 920/2017 por el que se regula la inspección técnica de vehículos, y por supuesto el Real Decreto 1247/1995 que recoge el Reglamento de Vehículos Históricos.

En la primera parte se describirá el proceso que se ha seguido para la revisión y restauración, en caso necesario, de los diferentes elementos en mal estado; al mismo tiempo que se han ido tomando las medidas pertinentes. Se ha intentado desmontar las piezas mínimas necesarias para llevar a cabo la revisión y restauración e intentando que la restauración fuera lo más barata posible procurando que si una pieza podía ser reparada aunque fuera laborioso realizarle la restauración antes que adquirir un recambio ya que son difíciles de conseguir en algunos casos y además conllevan un gasto económico elevado.

En segundo lugar aparecerá la documentación que es necesaria previamente a la inspección en el laboratorio oficial la cual consistirá principalmente en el Informe de Autenticidad en el que se acredite la originalidad de la motocicleta y todos sus componentes (y que incluya las limitaciones a la circulación del vehículo y las condiciones no exigibles en la Inspección Técnica de Vehículos) y la Ficha Reducida explicando paso a paso el procedimiento seguido para su cumplimentación, señalando de donde salen dichos datos y en los casos en los que sea necesario algún cálculo también aparecerá indicado en qué lugar del documento se ha conseguido su valor.

Posteriormente en los anexos se llevarán a cabo los cálculos de las prestaciones longitudinales de vehículo ya que hay algunas que son necesarias para llenar la Ficha Reducida del vehículo y para comprobar la veracidad de la documentación de la que se dispone, al igual que complementan el trabajo e informan de algunas características del vehículo que son interesantes.

De forma complementaria se realizarán algunos cálculos de dinámica longitudinal del vehículo como pueden ser máxima pendiente superable y máxima aceleración, tanto por la capacidad del motor como por la adherencia de la motocicleta con el terreno.

En los anexos también se añadirá información y documentación necesaria al igual que el proceso de restauración completo ya que es demasiado extenso y en la memoria ocuparía demasiado y no es una parte fundamental del proyecto.

CAPÍTULO 2. Restauración, Medidas y Comprobaciones

El proceso de obtención de la motocicleta y los motivos que llevaron a ello se recogen en el [Anexo VI](#) ya que para el proceso de catalogación no es relevante. Además, en este Capítulo simplemente se va a resumir los pasos más importantes de la Restauración siendo en el Anexo antes mencionado donde se recoge una explicación más extensa de todos los trabajos realizados por si se desea una mayor explicación.

A simple vista los principales defectos que tenía la motocicleta eran que la sirga del acelerador estaba rota o suelta de la empuñadura y problemas en la eficiencia de frenado. El aspecto del vehículo en general es bueno y no parece requerir mucho arreglo más allá de una limpieza.

En primer lugar se tomaron medidas de cuanto medía la moto en todas sus dimensiones para así poder contrastar dichas medidas con los datos proporcionados por la Tarjeta de Inspección Técnica de Vehículos (TITV) y para poder llenar la Ficha Reducida (la cual se explica en el [Capítulo 3](#)) comprobándose que a excepción del dato del ancho que aparece en la TITV el cual está erróneo ya que es mayor que la anchura real del vehículo (y en el Manual de Reparación aparece el valor que se ha medido). Además, se pesó la motocicleta para comprobar que la tara estuviera correctamente especificada en la TITV, este proceso se llevó a cabo pesando el eje delantero y el eje trasero por separado y luego sumando dichos valores.

Posteriormente se buscó y se anotó tanto el código VIN como el código del motor. El código VIN (también conocido como número de bastidor) está localizado en la columna de dirección. Dicho número de bastidor es el MD-352351 y coincide con lo reflejado en la [Tarjeta de Inspección Técnica de Vehículos](#) y en el [Permiso de Circulación](#) comprobándose así la autenticidad del bastidor del vehículo. Se ha comprobado además que el estado del número troquelado es el correcto y no muestra irregularidades.

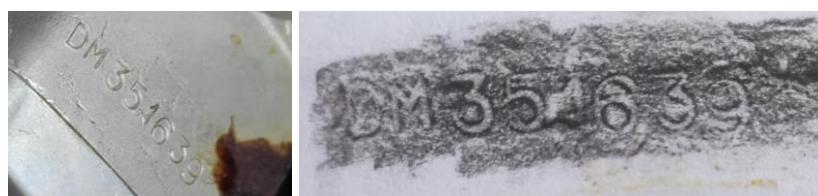


Ilustración 1. Numeración del motor troquelada en el bloque motor (izquierda) y calcado (derecha)

Por su parte el código de motor es el DM-351639 y se ha comprobado que el estado del número troquelado es el correcto y no muestra irregularidades. Este dato no aparece en la [Tarjeta de Inspección Técnica de Vehículos](#) ni en ninguna otra documentación por lo que se tomará como que es el motor original y tales efectos así se tratará en adelante la numeración.



Ilustración 2. Troquelado número de bastidor en la columna de dirección (izquierda) y calcado (derecha)

A continuación se prosiguió con la anotación del código de los neumáticos ya que estos datos son necesarios para cumplimentar la Ficha Reducida y para contrastarlos con los proporcionados en la documentación a tal efecto de comprobar su autenticidad y originalidad.

Mirando los neumáticos se observó que el neumático delantero tiene en su flanco la codificación 3.25-18 M/C 52S y en la [Tarjeta de Inspección Técnica de Vehículos](#), como se puede observar, arroja un valor de 3.25x18 por lo que la codificación coincide. Las siglas M/C significan que estos neumáticos están hechos para motocicletas. Por último el valor 52S son el código de cargas y el código de velocidad respectivamente de ese neumático. El código de carga “52” indica que este neumático puede soportar 200 kg de carga y el código de velocidad “S” indica que este neumático puede llegar a ir a 180 km/h como máximo.

Por otra parte se observa que el neumático trasero tiene la codificación 3.50-18 M/C 56S y en la documentación aparece, como se puede observar, 3.50x18 por lo que se ve que la codificación coincide. Como se puede observar ambos neumáticos tienen el mismo código de velocidad como es de esperar ya que las 2 ruedas irán a la misma velocidad. El código de carga “56” indica que ese neumático puede soportar 224 kg.

Posteriormente se revisó la matrícula la cual, al igual que el número de bastidor, coincide con lo reflejado en el [Tarjeta de Inspección Técnica de Vehículos](#) y [Permiso de Circulación](#). El número de la matrícula es Z-0855-J. Se puede ver en la fotografía siguiente que la placa de la matrícula tiene un estado adecuado de conservación y no contiene ningún daño.



Ilustración 3. Placa de Matrícula

Tras la matriculación del vehículo como histórico cambiará su matrícula (a no ser que se solicite por parte del propietario que se mantenga la matrícula).

Después de las mediciones se comenzó a verificar el estado de los componentes empezando por el piñón y la rueda de la transmisión comprobando que las medidas del número de dientes

(13 dientes el piñón y 40 dientes el plato) eran los que figuraban en el Manual de Reparación y el estado eran los correctos confirmándose así su autenticidad.

Tras comprobar el sistema de transmisión se siguió con el desmontaje del depósito de gasolina y el filtro del aire para proceder a la limpieza de ambos y su correspondiente autentificación quedando así comprobado que eran los originales.



Ilustración 4. Filtro del aire desmontado

Una vez desmontado el filtro de aire se consiguió acceso a los 2 carburadores y aquí fue donde se tuvo que acaecer la primera restauración ya que ambos carburadores estaban atascados y no subían las campanas que regulan el paso de aire. Tras aplicar abundante lubricante y el uso de un poco de fuerza se consiguió que volvieran a funcionar pero se quedaban algunas veces trabadas y para solucionarlo se engrasaron bien junto con la sirga que las movía para que se fueran lubricando un poco más con el funcionamiento y cada vez fueran más suaves los movimientos. A su vez se comprobó que dichos carburadores eran los Dell'Orto PHF 30 que debe montar la motocicleta según el Manual de Reparación y el Manual de Usuario de la bibliografía.



Ilustración 5. Campana del carburador atascada



Ilustración 6. Un carburador desmontado (izquierda) y los 2 carburadores en su posición (derecha)

La siguiente restauración que tuvo lugar fue el arreglo de la sirga del acelerador la cual tras desmontar la empuñadura se vio que no estaba partida sino que se había soltado del prisionero llevándose a cabo su restauración mediante su montaje en su posición y apretando bien el prisionero para que no volviera a pasar y lubricando la zona para que no hubiera rozamientos.



Ilustración 7. Empuñadura de la moto desmontada y el prisionero marcado con un círculo

Tras esto se procedió a la comprobación del sistema eléctrico (luces, intermitentes y claxon) teniendo que usar un arrancador portátil debido al mal estado de la batería. Se miró tanto su funcionamiento como sus características. Tal y como se describe en el Manual de Reparación estas luces oscilan entre los 3 y los 60W. Tras realizar una comprobación visual se acredita que el vehículo dispone de un foco delantero con luz de posición, cruce y de carretera blanca, 4 luces indicadoras de dirección naranja, 1 luz blanca de matrícula y piloto trasero con luz de posición y frenado roja. Debido a la antigüedad de la motocicleta estos dispositivos no tienen la obligación de ser homologados ya que en la fecha de su fabricación no existía ningún reglamento que regulara sus características.

Una vez comprobado el sistema eléctrico se pasó a mirar el estado en el que estaba el sistema de frenado desmontando las pinzas de freno para visualizar el estado de las pastillas y tras comprobar que estaban en buen estado se pasó a sangrar el circuito hidráulico ya que no terminaban de hacer mucha fuerza los pistones consiguiendo así que volviera a frenar correctamente. Durante el desmontaje se fue comprobando que todos los componentes del sistema de frenado fueran tal y como deberían de ser de fábrica para su correcta autenticación siendo las pinzas de freno de la marca Brembo y teniendo los 3 discos (dos para el sistema delantero y uno para el sistema trasero) un diámetro de 260 mm tal y como se describe en el Manual de Reparación.



Ilustración 8. Disco de freno (izquierda), pinza de freno (centro) y Pastillas de freno (derecha)

A continuación se comprobaron las características de los sistemas de suspensión tanto delantero como trasero comparándolas con las que aparecen en el Manual de Usuario de la bibliografía (horquilla telehidráulica de doble efecto y gran recorrido en la parte delantera y en la parte trasera una horquilla oscilante con amortiguadores hidráulicos de doble efecto, regulables) y se acreditó su correcto funcionamiento ejerciendo fuerza sobre ellos y tras ver que funcionaban correctamente se lubricaron.

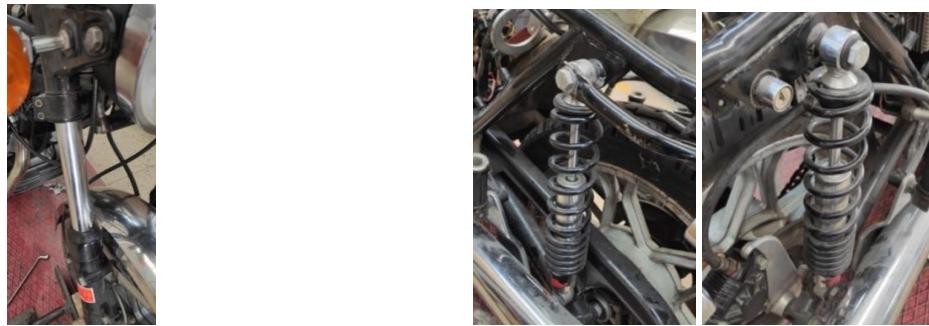


Ilustración 9. Horquilla telehidráulica de doble efecto (izquierda) y horquillas oscilantes con amortiguadores hidráulicos de doble efecto (derecha)

Posteriormente se continuó con la revisión del estado del embrague momento en el cual se visualizó que ni la caja de cambios ni el motor tenían aceite (el cual comparten) procediendo al desmontaje del filtro del aceite. A la vez que se desmontaba el filtro se iba desmontando el cárter para poder visualizar cual era el estado de la caja de cambios en su interior pudiendo comprobar y corroborar que el estado y el número de dientes de los engranajes de esta era el correcto (se contaron los dientes y haciendo los cálculos se vio que se cumplían las relaciones de transmisión explicadas en el [Anexo III](#)). Tras montar el cárter y limpiar y montar el filtro se procedió al llenado del cárter con la cantidad de aceite indicada en el Manual de Usuario de la bibliografía. Este aceite es refrigerado mediante un radiador el cual se observó que estaba en un estado correcto y se confirmó su autenticidad. Este radiador es necesario ya que en el modelo predecesor hubo muchos problemas por calentamiento del aceite de lubricación que comparten motor y caja de cambios.



Ilustración 10. Tapa de llenado del cárter abierta (izquierda) y Cárter de aceite (derecha)



Ilustración 11. Filtro del aceite y tapa desmontados



Ilustración 12. Radiador de aceite

Una vez llenado el cárter se procedió a la verificación y limpieza, en caso necesario, tanto de los filtros de gasolina (uno por cada carburador) como de los chicles de cada carburador ya que en caso de estar sucios la gasolina podría no pasar produciendo que el motor no arranque o tenga mala combustión llegando al extremo de ensuciarse tanto el cilindro que se rompa el motor.

Posteriormente se recordó que cuando se desmontó el depósito de combustible se apreció que un taco de goma que absorbe las vibraciones estaba roto por lo que se procedió a arreglarlo pegándolo con un poco de pegamento ya que no soporta esfuerzos más haya de aislar el depósito de las vibraciones.

La maneta del freno delantero estaba doblada y el método que se siguió para su restauración fue calentar la zona afectada, ponerla en su posición una vez calentada y tras dejarla enfriar colocar un poco de soldadura fría para llenar las zonas con falta de material.



Ilustración 13. Maneta de freno doblada

Tras arreglar la maneta de freno lo siguiente que se revisó fueron las sirgas del cuentarrevoluciones y del velocímetro y posteriormente se engrasaron mediante el engrasador que montaban.

A continuación, se volvió a montar el depósito de combustible para encender la motocicleta por primera vez desde que se adquirió pero esta no arrancaba y se visualizó que la apertura de los contactos de los platinos no estaba sincronizada correctamente produciendo que la detonación en los cilindros no ocurriera y se procedió a su sincronización y a la regulación de su apertura máxima ya que tampoco era la adecuada. El uso de platinos para el control de las explosiones es un sistema que ya está en desuso siendo ahora un control electrónico del encendido. A su vez mediante la captura se acreditó que los platinos y su alojamiento eran los originales.



Ilustración 14. Alojamiento de los platinos

Al terminar la sincronización se comprobó que el vehículo seguía sin arrancar por lo que se procedió a comprobar las bujías advirtiendo que la chispa era muy débil por lo que se procedió a la adquisición y montaje de 2 bujías nuevas, siguiendo las especificaciones que aparecen en el Manual de Usuario y en el Manual de Reparación de la bibliografía. Antes de su montaje se desmontó la culata y se comprobó que el diámetro y recorrido del pistón en ambos cilindros (78 mm de diámetro y 52 mm de carrera) eran los correctos según la [Tarjeta de Inspección Técnica de Vehículos](#).



Ilustración 15. Bujía nueva

Además ya que se estaba trabajando en el motor se comprobó que las aletas de refrigeración de este estuvieran en un correcto estado de conservación y no tuvieran que ser restauradas.



Ilustración 16. Aletas del motor para refrigeración por aire

Tras lo cual se volvió a probar a encenderla y tras un par de intentos ya arrancaba correctamente a la primera.

Posteriormente y viendo que el ralentí de la motocicleta era alto se realizó una regulación del mismo mediante los tornillos de regulación que montaban ambos carburadores.

Los platinos producían una chispa cuando no debería ser así por lo que se tuvieron que cambiar los 2 condensadores que monta el vehículo ya que no terminaban de hacer bien su



función acreditándose que los recambios fueran los necesarios para no influir en la originalidad del vehículo.



Ilustración 17. Condensador viejo (izquierda) y los nuevos condensadores (derecha)

Una vez cambiados los condensadores se limpiaron los contactos del botón de arranque debido a que al arrancar la motocicleta había veces que fallaba corrigiéndose este fallo en adelante.

Llegado este momento se pasa a revisar el sistema de escape del vehículo. Los tubos de escape que montaba la motocicleta no llevaban marca ni modelo escrito y se detectó que venían ya con el sistema de silenciador incorporado (comprobado mediante inspección visual) por lo que viendo que su apariencia era idéntica a la de las fotos de la motocicleta en su época de creación se llegó a la conclusión de que eran los originales y por tanto se verificó su autenticidad. Se les realizó a ambos escapes una limpieza para mejorar su apariencia y se comprobó que no hubiera fugas de gases en las uniones ni que tuviera agujeros.



Ilustración 18. Tubo de escape con silenciador incorporado

Ya por último se volvió a montar el filtro del aire, se colocó la batería nueva, se limpió el foco delantero, se montó la tapa de los platinos y se montó todo el carenado que estaba desmontado.

Tras todo esto y realizada una limpieza de toda la motocicleta para quitarle restos de grasa, polvo y suciedad se puede dar por concluido el proceso de restauración.

En las imágenes siguientes se muestra la situación final de la motocicleta una vez realizado todo el proceso de restauración pudiéndose ver que su apariencia es prácticamente la de una motocicleta recién salida de fábrica a excepción de un poco de desgaste del asiento. Tras todo el proceso de restauración los únicos componentes que se tuvieron que sustituir debido a su

mal estado fueron las dos bujías, la batería y los dos condensadores; y se hizo una renovación tanto del líquido de frenos como del aceite de refrigeración y lubricación del motor y caja de cambios. Por otra parte sí que hubo que realizar una restauración del foco y pilotos ya que estaban un poco opacos y no dejaban pasar la luz bien.



Ilustración 19. Situación Final Motocicleta

CAPÍTULO 3. Proceso de Catalogación

En este apartado se va a explicar cuál es el proceso a seguir para la catalogación de la motocicleta como histórica siguiendo el *Real Decreto 1247/1995*.

En el Artículo 1 se enumeran las condiciones que debe tener el vehículo para poder ser considerado vehículo histórico y en nuestro caso va a ser el apartado 1 ya que no es un vehículo incluido en el *Inventario General de Bienes Muebles del Patrimonio Histórico Español* o declarado bien de interés cultural ni tampoco es un vehículo de colección por lo que se catalogará en base a:

1. *Fue fabricado o matriculado por primera vez con una anterioridad de treinta años, como mínimo.*
2. *Su tipo específico ha dejado de producirse.*
3. *Está en su estado original y no ha sido sometido a ningún cambio fundamental en cuanto a sus características técnicas o componentes principales.*

La fecha de la primera matriculación es el 12/06/1978, la fecha de la primera inspección técnica es el 25/01/1978, este modelo ya se ha dejado de fabricar y además no ha tenido ninguna reforma (como acredita el [Informe de Autenticidad](#)) por lo que cumple las 3 condiciones impuestas.

En el Artículo 2 se mencionan los requisitos que debe tener un vehículo para considerarlo histórico que son los siguientes:

1. *La previa inspección en un laboratorio oficial acreditado por el órgano competente de la Comunidad Autónoma.*
2. *Resolución favorable de catalogación del vehículo como histórico, dictada por el órgano competente de la Comunidad Autónoma.*
3. *Inspección técnica, previa a su matriculación, efectuada en una estación de inspección técnica de vehículos.*
4. *Matriculación del vehículo como histórico en la Jefatura Provincial de Tráfico del domicilio del interesado.*

3.1 – Documentación previa a la actuación del laboratorio

En el artículo 3 del *Real Decreto 1247/1995* se especifican todos los documentos que son necesarios adjuntar a la solicitud de inspección que se llevará a cabo en un laboratorio oficial.

1. Documentación en poder del interesado que acredite y defina las características técnicas del vehículo.
2. Documentación acreditativa, si fuera el caso, de que el vehículo está considerado bien de interés cultural o de estar incluido en el Inventario General de Bienes Muebles del Patrimonio Histórico Español.
3. Si el vehículo hubiera estado matriculado anteriormente en España, deberá acompañarse fotocopia cotejada del certificado de características técnicas del vehículo y del permiso de circulación.
4. Informe del fabricante, entidad o club que expresará la razón por la que podría procederse a la catalogación del vehículo como histórico.
Este informe propondrá, además, las limitaciones a la circulación del vehículo que se consideren necesarias por razones técnicas, así como aquellas condiciones que no deben serle exigidas en la inspección técnica.
5. Ficha Reducida de características técnicas, emitida por el fabricante, entidad o club a que se refiere el apartado 1 de este artículo, confeccionada según lo establecido en la legislación vigente sobre homologación de tipo de vehículos.
Esta ficha incluirá igualmente número de chasis, fechas de fabricación y de primera matriculación, si fueran conocidas, y estará acompañada de fotografías en color de los cuatro lados del vehículo.

A continuación se redactará la documentación necesaria que no está disponible y que debe realizarse previamente a su puesta a disposición del laboratorio oficial.

3.1.1 - Informe de Autenticidad

Para que un vehículo (en este caso una motocicleta Ducati 500 GT) pueda ser catalogado como histórico todas y cada una de sus partes y componentes deben ser originales o en caso de ya no existir recambios o sean elementos fungibles (como pueden ser las pastillas de freno, bujías, neumáticos, bombillas, etc.) deben ser sustituidos por reproducciones o equivalencias que deberán estar debidamente identificadas. Por lo tanto hay que redactar un informe donde se acredite la autenticidad de los elementos de la motocicleta y comprobar que los datos de identificación (numeración del motor, número VIN y numeración placa de matrícula) son correctos y verídicos, así como exponer las limitaciones a la circulación del vehículo por razones técnicas y las condiciones que no deben exigirse en la inspección técnica. El informe correctamente redactado se encuentra en el [Anexo VIII](#).



3.1.2- Limitaciones del vehículo

Este vehículo no acarrea ninguna limitación a la conducción ya que puede alcanzar más de 60 km/h por lo que puede transitar por todo tipo de vías y dispone de un buen sistema de iluminación lo que le permite circular de noche sin problemas. Además supera los 80 km/h por lo que no tendrá restricciones de circulación por días (ya que si no supera esa velocidad la DGT puede restringir algunas fechas y vías para su circulación).

3.1.3- Condiciones no exigibles en la Inspección Técnica de Vehículos

En el manual de procedimiento de inspección de estaciones ITV se especifica que: *Se medirá el nivel de ruido emitido en los siguientes vehículos de 2 ruedas: motocicletas y ciclomotores.*

Pero debido a que en el *Libro de Tablas de valores de referencia para el ensayo a vehículo parado editado por los fabricantes de vehículos* se carece de información que indique el valor máximo del nivel sonoro, no se le exigirá un valor límite de nivel sonoro en la primera inspección tal y como establece el manual de procedimiento. En el manual también se establece que, en estos casos, *la inspección técnica deberá dictaminar que el vehículo se encuentra en perfecto estado de mantenimiento. En estas condiciones, determinará el nivel de emisión sonora para el ensayo a vehículo parado siguiendo el procedimiento de ensayo. A partir de ese momento, y en sucesivas inspecciones, el valor límite del ruido emitido por el vehículo será el obtenido al sumar 4 dB(A) al nivel de emisión sonora fijado en la primera inspección. Con este fin, se anotará el valor medido en la ficha técnica indicando el régimen de giro de referencia.*

3.1.4- Ficha Reducida de Características

En este apartado se va a proceder a la realización de la Ficha Reducida de Características necesaria para que el laboratorio haga la revisión. La información que debe contener está recogida en el Real Decreto 750/2010 pero la apariencia y orden de los campos es única de cada persona que la hace ya que no hay ningún modelo estándar, aquí se va a mostrar la forma que me ha parecido conveniente darle a mí. La Ficha Reducida en su totalidad se encuentra en el [Anexo V](#).

Marca	Ducati	Categoría	L3e
Tipo	Variante	Versión	Denominación Comercial
500 GT	-	-	500 GT
Fabricante	Mototrans	Dirección	Calle Almogávares 177-189, Barcelona

Los primeros campos de los que se compone la Ficha Reducida corresponden a la identificación de la motocicleta y su fabricante. La marca, tipo/variante/versión y denominación comercial han sido obtenidas de la [Tarjeta de Inspección Técnica de Vehículos](#) y

del [Permiso de Circulación](#). El fabricante y su dirección han sido sacados de la primera página del Manual de Reparación de la bibliografía y corroborado mediante la búsqueda en internet en el link que aparece en la bibliografía.

Por último la categoría ha sido sacada del Real Decreto 750/2010 el cual nos dice que las motocicletas sin sidecar pertenecen a la categoría L3e. En el Anexo II del Real Decreto 2822/1998 se especifica que una motocicleta debe tener una cilindrada superior a 50 cm³ y/o con una velocidad máxima por construcción superior a 45 km/h y en el [Anexo III](#) se comprueba que nuestro vehículo cumple con dicha descripción. Esta descripción aparece también en el Manual de procedimiento de Inspección de las estaciones ITV.

Emplazamiento placa fabricante	-
Número de identificación del vehículo (VIN)	MD-352351
Emplazamiento del VIN	Columna de Dirección
Emplazamiento de la placa antimaneipulación (ESC)	-

En este segundo bloque lo que se viene a describir es la información de cuales son y donde están las numeraciones de la motocicleta, siendo el número de identificación del vehículo (VIN) comúnmente conocido como número de bastidor el único del que dispone el vehículo. Se ha corroborado a su vez que el número troquelado en la moto es el mismo que el que sale en la [Tarjeta de Inspección Técnica de Vehículos](#) y en el [Permiso de Circulación](#).



Ilustración 20. Troquelado número de bastidor en la columna de dirección

CONSTITUCIÓN GENERAL DEL VEHÍCULO	
Tipo de bastidor	Tubular de cuna abierta
N.º de ejes y ruedas	2 ejes - 2 ruedas
Ejes motrices	1
Distancia entre ejes	1400 mm

En esta tabla se expone la Constitución General del Vehículo. El tipo de bastidor del que dispone la motocicleta es de tipo tubular de cuna abierta ya que el bastidor está hecho de tubos soldados y toda la estructura es una pieza rígida (tal como se explica en el link de la bibliografía). El motivo de que sea cuna abierta es que por debajo del motor no hay tubos y se interrumpe el bastidor estando por tanto el motor sujeto por su parte superior al bastidor.



Ilustración 21. Anclajes del motor al bastidor



Al tratarse de una motocicleta sin sidecar tiene 2 ejes con una rueda en cada uno y solamente uno de los ejes (el trasero) es motriz. Por último la distancia entre ejes se ha obtenido midiendo la distancia y contrastando con lo que pone en la [Tarjeta de Inspección Técnica de Vehículos](#).

MASAS Y DIMENSIONES (en mm y kg)			
Vía delantera	-	Anchura	680
Vía trasera	-	Altura	1090
Longitud	2080	Voladizo delantero/ trasero	330/430
Masa del vehículo con carrocería en orden de marcha			190
Masa máxima en carga técnicamente admisible			330
Masa máxima en carga técnicamente admisible 1º eje			200
Masa máxima en carga técnicamente admisible 2º eje			224
Masa máxima remolcable: Con freno / sin freno (en su caso)			-

Como se puede ver en esta parte de la Ficha Reducida se mencionan las masas y dimensiones del vehículo. Las dimensiones han sido todas conseguidas mediante medición y las que aparecen en la [Tarjeta de Inspección Técnica de Vehículos](#) se han corroborado. Al ser un vehículo de una sola rueda por eje tanto la vía delantera como la trasera se dejan sin rellenar ya que esta es la distancia entre las ruedas del mismo eje.

La masa del vehículo en orden de marcha y la masa máxima en carga técnicamente admisible han salido de la [Tarjeta de Inspección Técnica de Vehículos](#), las de los ejes por separado han salido (ya que no se dispone de otra información) de la codificación de los neumáticos como se ha explicado en el [Proceso de Restauración](#). Por otra parte el vehículo no puede remolcar ninguna masa por lo que la casilla de la masa máxima remolcable se deja en blanco.

UNIDAD MOTRIZ		MOTOR HÍBRIDO	N/A
Fabricante o marca del motor	Ducati		
Código marcado en el motor	DM 351639		

Aquí lo único que se describe es la marca del motor y su número de identificación que está troquelado en el motor. Como el motor no es híbrido se escribe N/A en la casilla correspondiente.

MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA	
Principio de funcionamiento	Explosión / 4 Tiempos
Número y disposición de los cilindros	2 cilindros en línea
Cilindrada	496,95 cm ³
Tipo de combustible o fuente de energía	Gasolina (G)
Potencia neta máxima (kW) a (min-1)	29,4 kW a 8000 rpm
Tipo de refrigeración	Por aire
Sistema de alimentación (Carburador/inyección)	Carburador Dell' Orto PHF 30
Relación de potencia máx./masa del veh. en orden de marcha	0,15



En esta tabla se muestran las especificaciones del motor, en primer lugar el método de funcionamiento de este siendo un motor de explosión de 4 tiempos (admisión, compresión, explosión-expansión y escape) y seguidamente se haya el número y disposición de los cilindros. Estas 2 características se han sacado observando el propio motor. La siguiente característica es la cilindrada la cual se puede sacar o del [Permiso de Circulación](#) o haciendo cuentas con las dimensiones de los cilindros que salen en la Tarjeta de Inspección Técnica (como se muestra en el [Anexo III](#)). El combustible con el que se acciona el motor es gasolina. Seguidamente del [Anexo III](#) se ha sacado también que la potencia máxima del motor es de 29,4 kW a un régimen de vueltas de 8000 rpm. Observando la moto se puede ver que el bloque motor tiene unas aletas para refrigerar mediante aire, además no monta ningún sistema de agua por lo que no puede ser refrigerada por agua.

Por otra parte el sistema de alimentación que monta la motocicleta es de carburación ya que a simple vista se puede ver que monta 2 carburadores y además esta información sale también en el Manual de Usuario y en el Manual de Reparación de la bibliografía. Por último la relación de la potencia máxima y la masa del vehículo en orden de marcha es $\frac{29,4 \text{ kW}}{190 \text{ kg}} = 0,15$.

TRANSMISIÓN	
Embrague (tipo)	De discos múltiples en baño de aceite
Caja de cambios (tipo)	Manual Mecánica, Secuencial
N.º de relaciones	5
Relación final	3,077
Relación de transmisión	1 ^a 5,313 2 ^a 3,643 3 ^a 2,833 4 ^a 2,282 5 ^a 1,913

En el Manual de Reparación y en el Manual de Usuario aparece que el tipo de embrague que monta la Ducati 500 GT es de discos múltiples en baño de aceite. Como tiene maneta de embrague y tiene palanca de cambios la caja de cambios será manual y secuencial. Como se especifica en el [Anexo III](#), la caja de cambios de la motocicleta se compone de 5 relaciones de transmisión de unas relaciones que van desde 5,313 hasta 1,913 y tiene una relación final mediante cadena con una relación de 3,077.

SUSPENSIÓN	
Breve descripción del tipo de suspensión delantera	Horquilla telehidráulica de doble efecto y gran recorrido
Breve descripción del tipo de suspensión trasera	Horquilla oscilante con amortiguadores hidráulicos de doble efecto, regulables
Designación de la medida del neumático eje 1 (indicar índices de carga y velocidad mínimos)	3,25-18 TT 52S
Designación de la medida del neumático eje 2 (indicar índices de carga y velocidad mínimos)	3,50-18 TT 56S
Reglamento de homologación de neumáticos	75 - CEPE

En la siguiente tabla lo que se especifica es el tipo de suspensión que lleva el vehículo. Del Manual de Usuario se saca la breve descripción de los tipos de suspensión que monta en la parte delantera y en la parte trasera. La medida de los neumáticos se puede sacar tanto de la [Tarjeta de Inspección Técnica](#), como del Manual de Usuario o del Manual de Reparación. Las letras TT indican que el neumático debe llevar una cámara en su interior y los índices de carga y de velocidad se han sacado de los neumáticos que llevaba la motocicleta y aparte el código de velocidad se ha comprobado calculando la velocidad máxima en el [Anexo III](#). El Reglamento de homologación de los neumáticos es el 75 del CEPE el cual se ha usado ya en otros apartados del trabajo.

DIRECCIÓN			
Dirección	Por manillar	Asistencia	-

En la tabla relativa a la dirección simplemente se especifica que la dirección del vehículo es mediante manillar y que la motocicleta no monta ningún sistema de asistencia en la dirección.

FRENADO	
Breve descripción del dispositivo de frenado de servicio (delantero/trasero/combinado)	Freno de disco de accionamiento hidráulico delantero y trasero independientes
Dispositivos de frenado situados en el eje delantero	Disco doble Ø260 mm
Dispositivos de frenado situados en el eje trasero	Disco simple Ø260 mm
Dispositivo de frenado de estacionamiento	-
ABS: Sí/No	No

Como se puede ver en la tabla de frenado se describe como son los diferentes sistemas de frenado de la motocicleta. El vehículo dispone de un sistema de frenado delantero y uno trasero independientes ya que son accionados por separado (el freno delantero se acciona mediante la maneta derecha del manillar y el freno trasero mediante una palanca que se acciona con el pie en el lado izquierdo). Ambos sistemas son del tipo hidráulico y frenado mediante pastillas y disco siendo estos de 260 mm de diámetro aunque en la parte delantera se montan 2 discos y en la parte trasera solamente se monta un disco. En adición, la motocicleta no dispone de sistema de frenado de estacionamiento ya que no es necesario y tampoco dispone de sistema de ABS (Anti-lock Braking System) que es un sistema que evita que los frenos se bloquee ya que es bastante peligroso este suceso, esto último se debe en parte a la antigüedad del vehículo.



Ilustración 22. Disco trasero (izquierda) y los 2 discos delanteros (derecha)

CARROCERÍA	
Tipo de carrocería	-
Número y disposición de las puertas	-
Número y emplazamiento de los asientos	1 - central
N.º de plazas	2
Marca de homologación CE del dispositivo de enganche, en su caso	-
Tipos o clases de dispositivos de enganche que pueden instalarse	-
Valores característicos: D / S	-/-

Al tratarse de una motocicleta no dispone ni de puertas ni de carrocería. Como se puede ver en la foto siguiente, el vehículo solo dispone de un asiento en el centro del mismo y tiene 2 plazas como se puede comprobar en la [Tarjeta de Inspección Técnica](#) o en el [Permiso de Circulación](#) (además visualmente también se puede apreciar que hay asiento para que puedan ir 2 personas y dispone de estribos traseros).



Ilustración 23. Asiento y estribos traseros

Por otra parte al tratarse de un vehículo de 2 ruedas no dispone de ningún dispositivo de enganche por lo que las casillas del marcado CE del mismo y que tipos puede montar se dejan en blanco. El valor característico D/S se refiere a las fuerzas que puede soportar el sistema de enganche y por tanto se deja en blanco también.

EFICACIA MEDIOAMBIENTAL			
Nivel de ruido parado: dB(A) a min-1			-
Referencia de silenciosos			
Marca	Ducati	Referencia	-
Catalizador			-
Valor de CO (g/min) en ciclomotores, (% volumen) otras categorías			4,50%
Valor corregido coeficiente absorción: min-1(Para encendido compresión).			-
Emisión de CO2 (Combinado) (en su caso)			-
Potencia Fiscal (CVF)			4,37

Como se especifica en el [punto 3.1.3](#), no se le debe exigir un nivel de ruido máximo en parado en la primera inspección. Por otra parte en los tubos de escape no aparece ninguna inscripción ni información por lo que la referencia del silencioso será simplemente que es marca Ducati ya que es el original de fábrica. Debido a su edad, el vehículo no monta catalizador y por tanto la casilla de la Ficha Reducida en la que se pide el catalizador se deja en blanco.

El manual de procedimiento de inspección de estaciones ITV informa de que *para vehículos con motor de encendido por chispa se medirá el contenido de monóxido de carbono (CO) en los gases de escape de los vehículos matriculados a partir del 01/01/67*.

En nuestro caso al ser un vehículo antiguo que no dispone de sistema avanzado de control de emisiones el valor límite será de un 4,50% en volumen de CO.

Debido a que se trata de un motor que funciona con gasolina y su encendido es por chispa el valor corregido del coeficiente de absorción no nos afecta en absoluto. Tampoco se debe llenar las emisiones de CO₂ ya que no se aplica en nuestro caso.

Por último se debe llenar el valor de la potencia fiscal del vehículo la cual, como bien se especifica en el [Anexo III](#), tiene un valor de 4,37 CVF.

Observaciones	Fecha fabricación: 25-01-1978 Fecha 1 ^a matriculación: 12-06-1978 Clasificación R.G.V.: 0400
Opciones incluidas en la homologación de tipo	-
Firma autorizada según el RFFR	

La fecha de fabricación se va a considerar como la fecha de la inspección que tuvo que pasar el vehículo para la expedición de la [Tarjeta de Inspección Técnica de Vehículos](#), la fecha de la primera matriculación se debe tomar como la fecha de matriculación a la que se refiere el [Permiso de Circulación](#) y según el Anexo II del R.G.V. (Real Decreto 2822/1998), nuestra motocicleta está clasificada con el código 0400. Como no se dispone de ninguna información de que este vehículo tuviera ninguna opción en la homologación de tipo se deja en blanco la casilla correspondiente. Por último y para terminar la Ficha Reducida del vehículo hay que incluir la firma del técnico competente o el sello del servicio técnico.

RESUMEN

A lo largo del trabajo lo que se ha conseguido realizar ha sido en primer lugar una restauración integral del vehículo teniendo solo que sustituir piezas fungibles como son la pareja de bujías, los dos condensadores y la batería. Además se ha hecho una renovación del líquido de frenos y el aceite de la caja de cambios y motor.

A continuación se ha pasado a la parte principal del trabajo la cual es la preparación de toda la documentación necesaria para la inspección en un laboratorio certificado del vehículo para su posterior catalogación como vehículo histórico. Esta documentación se compone principalmente de: el Informe de Autenticidad en el cual se acredita que todas las piezas y componentes de la motocicleta son originales o han sido sustituidas por unas equivalentes en caso de ya no existir; y de la Ficha Reducida para los Vehículos Completos en la cual se describen las características del vehículo y se explica de donde han sido obtenidas o como han sido calculadas en caso necesario.

En las siguientes imágenes se puede ver cuál era el estado anterior y posterior a la restauración de la motocicleta.



Ilustración 24. Estado anterior (izquierda) y posterior (derecha) del vehículo

A su vez también se han querido realizar algunos cálculos dinámicos longitudinales para conocer cuál es la capacidad del vehículo de afrontar ciertos obstáculos como puede ser el adelantamiento de un vehículo o la ascensión de una pendiente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. (1995, 9 de agosto). Real Decreto 1247/1995, de 14 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Vehículos Históricos. BOE.es - Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado.
<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1995-19000>
2. Ducati Mototrans. (2013, 29 de mayo). Manual de Usuario Ducati Twin 500. lamaneta.org.
<https://lamaneta.org/manuales/manuales/Ducati%20500%20TWIN%20Manual%20de%20Usuario%203367.pdf>
3. Ducati Mototrans. (2013, 29 de mayo). Manual de Reparación Ducati Desmo 500. lamaneta.org.
<https://lamaneta.org/manuales/manuales/Ducati%20Desmo%20500%20Manual%20Reparacion%201234.pdf>
4. Colegio Gestores Murcia. (s. f.). Campos Ficha Reducida.
https://gestoresmurcia.com/sites/default/files/files/manual_matriculas_a9_-definicion_campos_matriculacion.pdf
5. Comisión Económica Para Europa de las Naciones Unidas, C. E. P. E. (2011, 30 de marzo). Reglamento nº 75 de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE) — Disposiciones uniformes relativas a la homologación de neumáticos para motocicletas y ciclomotores. Europa.eu. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:084:0046:0079:ES:PDF>
6. Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. (2017, 23 de octubre). *Real Decreto 920/2017, de 23 de octubre, por el que se regula la inspección técnica de vehículos*. BOE.es - Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2017-12841
7. Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. (1998, 23 de diciembre). Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Vehículos. BOE.es - Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado.
<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1999-1826>
8. Apuntes Asignatura “Diseño y Arquitectura de Vehículos”
9. Apuntes Asignatura “Máquinas y motores térmicos”
10. Apuntes Asignatura “Sistemas mecánicos en máquinas y vehículos”

11. Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. (2010, 24 de julio). Real Decreto 750/2010, de 4 de junio, por el que se regulan los procedimientos de homologación de vehículos de motor y sus remolques, máquinas autopropulsadas o remolcadas, vehículos agrícolas, así como de sistemas, partes y piezas de dichos vehículos. BOE.es - Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2010-9994>
12. TABLAS-DE-RUIDO-PARA-MOTOS-EN-ITV. (s. f.). escapelibre.net.
<http://escapelibre.net/wp-media/uploads/2016/10/TABLAS-DE-RUIDO-PARA-MOTOS-EN-ITV.pdf>
13. Ducati 500 gtv 1978 | FICHA TÉCNICA y ESPECIFICACIONES. (s. f.). FichasMotor.
<https://fichasmotor.com/ducati/ducati-500-gtv-1978/>
14. *Referencia cruzada de bujías.* (s. f.). Spark plug cross reference. https://es.sparkplug-crossreference.com/convert/CHAMP_PN/L81
15. Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. (2021, 1 de junio). MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN DE ESTACIONES ITV (Versión 7.5.0).
https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/vehiculos/itv1/Información%20Adicional/Manual%20de%20procedimiento%20de%20inspección%20de%20estaciones%20ITV-V%207.5.0_COVID19%20-%20final_ext.pdf
16. 14247 DUCATI-MOTOTRANS 2016. (s. f.). Arxiu Multimedia de l'AHPN.
<https://fotos.arxiuhistoricpoblenou.cat/fotografia/arxiufotografic/14247+DUCATI-MOTOTRANS+2016.html>
17. *Tipos de chasis en la motocicleta.* (s. f.).
Pruebaderuta.com. <https://www.pruebaderuta.com/tipos-de-chasis-en-la-motocicleta.php>
18. Ayuntamiento de Zaragoza. (2004, 5 de marzo). Ordenanza Fiscal nº 6: Impuesto sobre Vehículos de Tracción Mecánica. Normativa. Ayuntamiento de Zaragoza. La Web de la Ciudad de Zaragoza. Ayuntamiento de Zaragoza.
<https://www.zaragoza.es/sede/servicio/normativa/3464>
19. LAIMUZ - Servicio técnico de reforma de vehículos y catalogación de automóviles históricos. (s. f.). LAIMUZ.es. <http://laimuz.unizar.es/>
20. Lopez, L. (2013, 29 de abril). Coeficientes especiales de adherencia. Investigación y Reconstrucción de Accidentes de Tráfico. <https://causadirecta.com/especial/calculo-de-velocidades/tabcas/coeficientes-especiales-de-adherencia>



21. https://ventos.site/wp-content/uploads/2020/12/1608659740_969_Revision-de-lanzamiento-de-Moto-Guzzi-V85TT-2019.ashx.jpeg

ANEXOS

ANEXO I. Tarjeta de Inspección Técnica de Vehículos

 MINISTERIO DE INDUSTRIA DELEGACION PROVINCIAL BARCELONA		MATRICULA 1-0855-1 NUMERO DEL BASTIDOR MD 352351 DESTINO DEL VEHICULO			
Certificado de Características N.º 78.025					
Marca y Modelo	Tipo y Categoría		N.º y dimensiones ruedas		
DUCATI 500-GT	Motocicleta		1 2 3'25 x 18 3'50 x 18		
Anchura y longitud totales		Vías anterior y posterior			
840 mm	2.080 mm	— mm	— mm		
Tara	Peso máximo autorizado		Peso máximo remolcable	N.º de asientos	
190 kg.	330 kg.		— kg.	DOS	
Peso máximo 1.º eje (1)	Peso máximo 2.º eje	Peso máximo 3.º eje	Peso máximo 4.º eje		
— kg.	— kg.	— kg.	— kg.	— kg.	
DISTANCIAS ENTRE EJES					
Entre 1.º y 2.º	Entre 2.º y 3.º	Entre 3.º y 4.º	Entre 5.º y último	Entre extremos	
1.400 mm	— mm	— mm	— mm	1.400 mm	
MOTOR	Marca	Modelo	Tipo	N.º cilindros, diámetro y carrera	Potencia fiscal
	DUCATI	500	Explor.	4 tiemp. 2 78 mm Ø 52 mm	4'37 CVF.
FECHA INSPECCION: 25.1.78			VALEDERA HASTA:		
El vehículo cuyas características se reseñan, cumple en esta fecha las prescripciones que para circular por las vías públicas señala el vigente Código de la Circulación.					
El Delegado provincial del Ministerio de Industria, P.D.					
(1) En semi-remolques, peso máximo sobre la 5.ª rueda (5.º R) (2) Espacio para anotar reformas autorizadas.					
(2)					
  					

ANEXO II. Permiso de Circulación

A	Z 0855 J
B	-----
H	-----
I	12-06-1978
(I.1)	04-11-2021
(I.2)	MADRID
C.1.1	DE ELVIRA VICENTE
C.1.2	ISMAEL
C.1.3	
C.4	C
D.1	DUCATI
D.2	-----/-----/-----
D.3	500 GT
(D.4)	PARTICULAR - SIN ESPECIFICAR

E	MD-352351
F.1	-----
F.2	-----
G	190
K	--
P.1	496
P.2	-----
P.3	GASOLINA
Q	0.0
S.1	2
S.2	-----

OBSERVACIONES:

Documento válido si acompaña ITV en vigor.

Próxima ITV: 13-04-2018

Kilometraje a fecha 13-04-2016: 0011810

Z

DESCRIPCIÓN DE LOS CÓDIGOS

A	Número de matrícula
B	Fecha de primera matriculación
C.1.1	Apellidos o razón social
C.1.2	Nombre
C.1.3	Domicilio
C.4	(c) No está identificado en el permiso de circulación como propietario del vehículo
D.1	Marca
D.2	Tipo/Variante/Versión (si procede)
D.3	Denominación comercial
(D.4)	Servicio a que se destina
E	Número de identificación
F.1	Masa máxima en carga técnicamente admisible (en kg) (excepto para motocicletas)
F.2	Masa máxima en carga admisible del vehículo en circulación en España (en kg)
G	Masa del vehículo en servicio con carrocería, y con dispositivo de acoplamiento si se trata de un vehículo tractor de categoría distinta a la M-1 (en kg)
H	Periodo de validez de la matriculación, si no es ilimitado
I	Fecha de matriculación a la que se refiere el presente permiso
(I.1)	Fecha de expedición
(I.2)	Lugar de expedición
K	Número de homologación (si procede)
P.1	Cilindrada (en cm ³)
P.2	Potencia neta máxima (en kW) (si procede)
P.3	Tipo de combustible o de fuente de energía
Q	Relación potencia/peso (en kW/kg) (únicamente para motocicletas)
S.1	Número de plazas de asiento, incluido el asiento del conductor
S.2	Número de plazas de pie (en su caso)

 RCM-FNMT 

ANEXO III. Cálculo de Prestaciones del Vehículo

En este anexo se van a calcular diversas prestaciones del vehículo como pueden ser su cilindrada, su potencia, su velocidad máxima, etc.

III.1 - Cilindrada

Primero de todo se sabe que el motor tiene 2 cilindros con un diámetro del cilindro de 78 mm y una carrera de este de 52 mm (estos datos se pueden sacar de la [Tarjeta de Inspección Técnica de Vehículos](#)). Usando la fórmula matemática siguiente podemos llegar a saber cuál es la cilindrada de la motocicleta.

$$V_T = z \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot S$$

Ecuación 1. Cilindrada Total

Siendo z el número de cilindros, D el diámetro de cada cilindro y S su recorrido. Por lo que nos queda un volumen total de:

$$V_T = 2 \cdot \frac{\pi \cdot 7,8^2}{4} \cdot 5,2 = 496,95 \text{ cm}^3$$

Las medidas han sido pasadas a cm ya que la cilindrada se suele expresar en cc (cm^3).

III.2 - Cámara de Combustión

Del Manual de Reparación nombrado en la bibliografía se ha sacado que la relación de compresión (r) es de 9,6 por lo que siguiendo las fórmulas siguientes se puede llegar a calcular cual es el volumen de la cámara de combustión.

$$r = \frac{V_{max}}{V_{min}}$$

$$V_{max} = V_c + V_D$$

$$V_{min} = V_c$$

Ecuación 2. Relación de Compresión y Volumen Cámara de Combustión

Siendo V_c el volumen de la cámara de combustión de un cilindro y V_D el volumen desplazado por un cilindro (o lo que es lo mismo, la cilindrada dividida entre el número de cilindros) por lo que operando se llega a los resultados:

$$V_D = \frac{V_T}{2} = 248 \text{ cm}^3$$

$$9,6 = \frac{V_c + 248}{V_c} \rightarrow V_c = 29 \text{ cm}^3$$

$$V_{max} = 248 + 29 = 277 \text{ cm}^3$$

$$V_{min} = 29 \text{ cm}^3$$

III.3 – Forma del motor

Otro parámetro que podemos calcular es la relación carrera-diámetro S/D la cual da un resultado de:

$$\frac{S}{D} = \frac{52}{78} = 0,66$$

Ecuación 3. Relación Carrera-Diámetro

Se sabe además que dependiendo del valor que arroja dicho parámetro podemos tener 3 tipos de motor siendo los siguientes:

- S/D = 1 → motor cuadrado
- S/D < 1 → motor supercuadrado
- S/D > 1 → motor alargado

Ilustración 25. Valores Relación Carrera-Diámetro

Por lo que este motor se trata de un motor supercuadrado.

III.4 - Potencia

Por otra parte se sabe a partir del Manual de Usuario de la bibliografía que la potencia neta máxima (P_{max}) del motor son 40 CV a un régimen de giro de 8000 rpm.

Sabiendo que:

$$W_e(kW) = P_{max}(CV) \cdot 0,735$$

Ecuación 4. Conversión Unidades Potencia

Se llega al resultado de que la potencia máxima en kW son 29,4 kW.

Además para la Ficha Reducida se pide la relación potencia máxima / masa del vehículo en orden de marcha (MOM) por lo que sabiendo que la masa del vehículo es de 190 kg (obtenido a partir de la [Tarjeta de Inspección Técnica de Vehículos](#) o a partir de la suma de las taras delantera y trasera por separado).

$$\frac{W_e}{MOM} = \frac{29,4}{190} = 0,15$$

Ecuación 5. Relación Potencia Máxima / Masa en Orden de Marcha

III.5 – Par Motor

Otra prestación que se puede calcular aunque no se necesita su resultado es el par motor que sigue la siguiente ecuación:

$$W_e(kW) = N_{max}(kN \cdot m) \cdot \omega$$

Ecuación 6. Par Motor

Siendo ω la velocidad angular a la que corresponde la potencia siendo su fórmula:

$$\omega \left(\frac{rad}{s} \right) = n_{N_{max}}(rpm) \cdot \frac{2 \cdot \pi}{60} = 8000 \cdot \frac{\pi}{30} = 837,76 \frac{rad}{s}$$

Ecuación 7. Velocidad Angular del Motor

$$N_{max} = \frac{W_e}{\omega} = \frac{29,4}{837,76} = 0,04 \text{ } kN \cdot m = 35,09 \text{ } N \cdot m$$

III.6 – Potencia Fiscal

A continuación se procede al cálculo de la Potencia Fiscal la cual tiene las unidades de CVF (Caballos de Vapor Fiscales). Según el Real Decreto 2822/1998 la potencia fiscal de un vehículo de explosión o combustión interna de cuatro tiempos, como es nuestro caso, sigue la siguiente ecuación:

$$CVF = 0,08 \cdot (0,785 \cdot D^2 \cdot R)^{0,6} \cdot N$$

Ecuación 8. Potencia Fiscal

Siendo D el diámetro del cilindro en cm, R el recorrido del pistón en cm y N el número de cilindros del motor.

$$CVF = 0,08 \cdot (0,785 \cdot 7,8^2 \cdot 5,2)^{0,6} \cdot 2 = 4,38 \text{ CVF}$$

Como se comprueba este valor coincide con el que sale en la [Tarjeta de Inspección Técnica de Vehículos](#) y con el del [Permiso de Circulación](#) verificándose así su veracidad. Además, en la Ficha Reducida se pide cuál es la potencia fiscal por lo que era necesario comprobar que el valor que aparece en la documentación fuera el correcto.

III.7 – Relaciones de Transmisión

La relación de transmisión se define como $r_i = \frac{n_{entrada}}{n_{salida}} = \frac{z_{salida}}{z_{entrada}}$ siendo n la velocidad de rotación y z el número de dientes.

Del Manual de Reparación se sabe que la caja de cambios tiene una relación primaria de 2,125 y luego tiene las diferentes relaciones de cambio que son 1^a 2,5; 2^a 1,714; 3^a 1,333; 4^a 1,074 y 5^a 0,9. Esto se debe a que la caja de cambios tiene el secundario partido habiendo dentro de él una relación fija y otra variable. Por último se encuentra la relación final que en este caso está formada por el plato y el piñón unidos por la cadena y que tiene una relación de $r_f = \frac{40}{13} = 3,077$. Los valores de los números de dientes se han obtenido contando los dientes del plato y del piñón.

Haciendo el producto de la relación primaria y la de las diferentes marchas nos salen unas relaciones de $r_1 = 5,313$; $r_2 = 3,643$; $r_3 = 2,833$; $r_4 = 2,282$ y $r_5 = 1,913$. Estas relaciones, al igual que la relación final, se requieren en la Ficha Reducida.

A continuación se puede ver un dibujo explicando la cadena de transmisión entre el motor y el eje motriz.

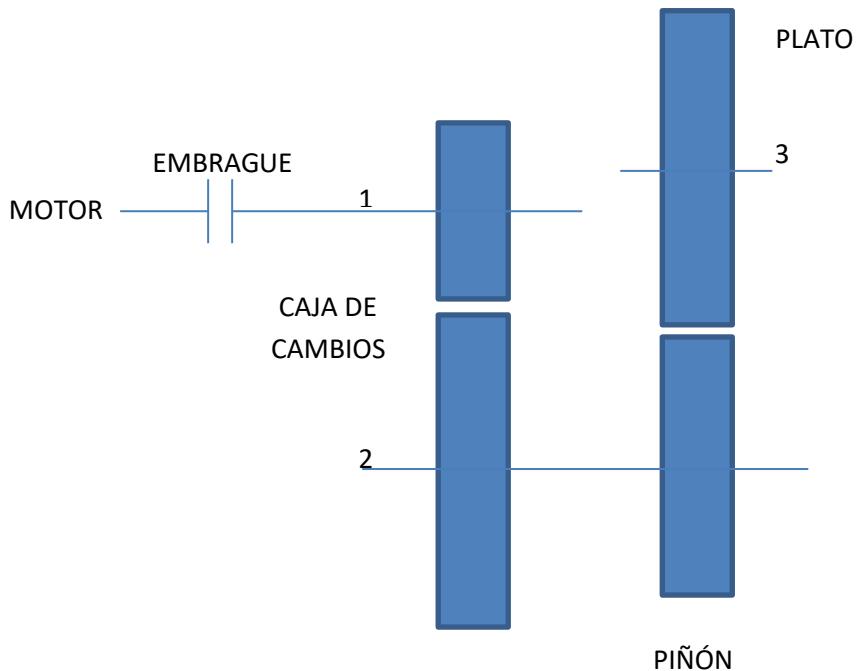


Ilustración 26. Dibujo de la Cadena de Transmisión

Como se puede ver, y se ha dicho antes, entre el motor y la rueda hay 2 relaciones de transmisión, la de la caja de cambios (que a su vez son 2 parejas de engranajes, la relación primaria y la relación de cada marcha) y la del piñón-plato.

III.8 – Velocidad Máxima

Se ha obtenido del Manual de Reparación que el régimen máximo de giro del motor es de 8500 rpm y la mayor velocidad se obtendrá en la marcha más alta que en este caso será la 5^a. Por este motivo la fórmula para sacar la velocidad máxima queda como:

$$v_{max} = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{60} \cdot \frac{n_{max}}{r_5 \cdot r_f}$$

Ecuación 9. Velocidad Máxima

Siendo R el radio de rodadura del neumático en m, n el régimen de giro en rpm y r_5 y r_f las relaciones de la caja de cambios y del piñón-cadena respectivamente. La fórmula tiene el objetivo de transformar la velocidad angular de la rueda en velocidad lineal de avance a partir del régimen de giro del motor.

Del Anexo 5 del Reglamento 75 del CEPE se puede obtener cual es el diámetro de rodadura de la rueda en función del tamaño del neumático.

Tamaño del neumático	Anchura de la llanta de medición (código)	Diámetro total (mm)				Anchura de sección (mm)	Anchura total máxima (mm)		
		D. mín.	D	D. máx. (1)	D. máx. (2)		(1)	(2)	(3)
3.25-18		630	639	653	661				
3.25-19		656	665	679	687				
3.25-21		708	715	729	737				
3.50-14		539	548	564	572				
3.50-15		564	573	589	597				
3.50-16		591	598	614	622				
3.50-17	2.15	617	624	640	648	93	102	107	113
3.50-18		640	649	665	673				
3.50-19		666	675	691	699				
3.50-21		716	725	741	749				

Ilustración 27. Diámetro de Rodadura del Neumático

Como el eje motriz es el trasero se tomará el diámetro del neumático trasero que es el 3.50-18 el cual tiene un valor de 649 mm (se toma el valor indicado en vez del máximo o mínimo ya que es el valor habitual que suelen tener los neumáticos de esta medida).

Quedando por consiguiente que el valor de la velocidad máxima de la motocicleta es de:

$$v_{max} = \frac{2 \cdot \pi \cdot \frac{0,649}{2}}{60} \cdot \frac{8500}{1,913 \cdot 3,077} = 49,07 \frac{m}{s} = 176,65 \frac{km}{h}$$

Por lo que se comprueba que los neumáticos aguantan la velocidad máxima de la motocicleta ya que su código de velocidad, como se indica en el [Proceso de Restauración](#), es de 180 km/h.

III.9 – Velocidad en Función de la Marcha y el Régimen de Giro

Por otra parte también se puede calcular las diferentes velocidades que tendrá el vehículo en las diferentes marchas y a diferentes regímenes de giro mostrando la tabla y gráfica siguientes estos valores.

RPM	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a
1500	11,22	16,37	21,05	26,13	31,17
2500	18,71	27,28	35,08	43,56	51,96
3500	26,19	38,20	49,12	60,98	72,74
4500	33,67	49,11	63,15	78,40	93,52
5500	41,16	60,02	77,19	95,82	114,31
6500	48,64	70,94	91,22	113,24	135,09
7500	56,12	81,85	105,25	130,67	155,87
8500	63,61	92,76	119,29	148,09	176,65

Tabla 1. Velocidad (km/h) en función de la marcha y el régimen de giro del motor

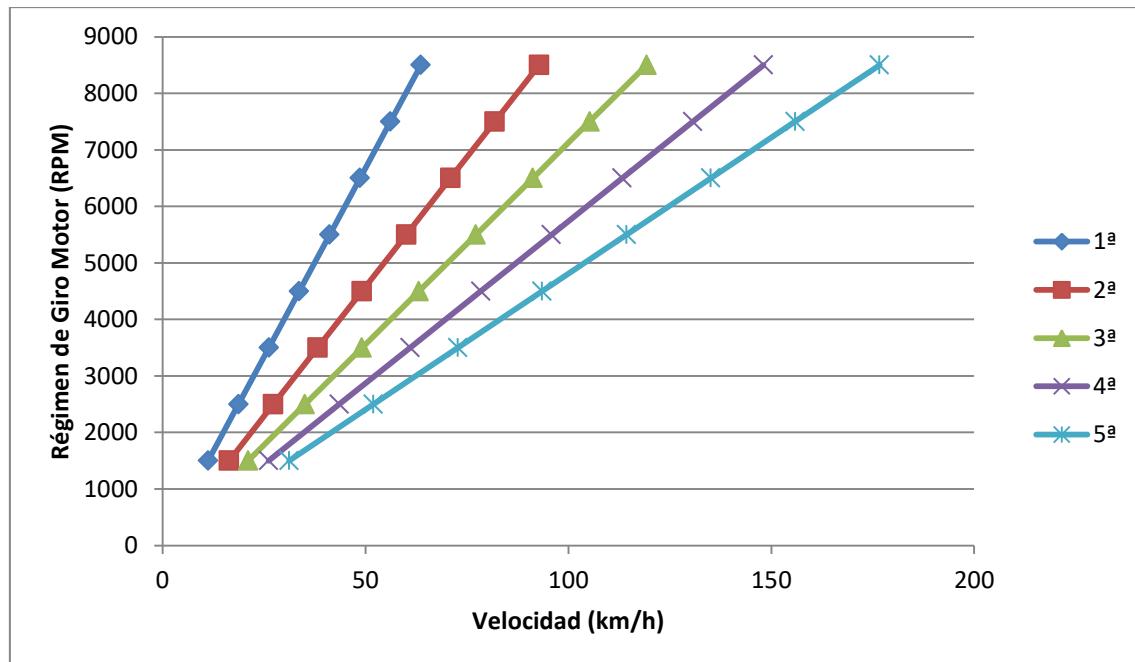


Gráfico 1. Velocidad vs. Régimen de Giro del Motor

Además a partir de estos datos podemos calcular a qué régimen de vueltas cae el motor cuando se cambia de marcha (supondremos que el cambio se realiza a régimen máximo de giro que son 8500 rpm).

Como la velocidad va a ser la misma:

$$v_{1^a \text{ Marcha}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{60} \cdot \frac{n_{max}}{r_1 \cdot r_f} = v_{2^a \text{ Marcha}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{60} \cdot \frac{n_{caída}}{r_2 \cdot r_f}$$

Como R y r_f son constantes todo el rato nos queda que:

$$\frac{n_{max}}{r_1} = \frac{n_{caida}}{r_2}$$

Sustituyendo nos da

$$\frac{8500}{5,313} = \frac{n_{caida}}{3,643} \rightarrow n_{caida} = 8500 \cdot \frac{3,643}{5,313} \approx 5828 \text{ RPM}$$

En la tabla siguiente se pueden ver los diferentes regímenes de giro a los que cae el motor al cambiar entre marchas (haciendo la suposición que no hay una pérdida de velocidad durante el cambio).

De 1 a 2	5828 RPM
De 2 a 3	6610 RPM
De 3 a 4	6847 RPM
De 4 a 5	7126 RPM

Tabla 2. Caída de Régimen de Giro del Motor al Cambiar de Marcha

III.10 – Velocidad Máxima debido a Potencia

Para calcular la velocidad máxima debido a Potencia debemos usar la fórmula

$$P = \frac{F_m \cdot v}{75 \cdot \eta_T}$$

Ecuación 10. Fuerza Motriz debido a Potencia

Siendo P la potencia máxima en CV, F_m la fuerza motriz en kgf, v la velocidad en m/s y η_T el rendimiento total de la cadena de transmisión (que se tomará como 1).

Si queremos que la velocidad sea la máxima $F_m = R_T$ ($n = 0$) siendo la resistencia igual a

$$R_T = F_z \cdot \mu_r + \frac{1}{16} \cdot C_x \cdot S \cdot v^2 + P \cdot \text{sen}\theta$$

Ecuación 11. Resistencia Total

Siendo F_z y P el peso del vehículo en kgf ya que $F_z = P \cdot \text{cos}\theta$ y al ser un ángulo pequeño se toma como $\text{cos}\theta = 1$, μ_r el coeficiente de rodadura, C_x el coeficiente de penetración aerodinámica, $\text{sen}\theta$ para ángulos pequeños será igual a n que es la pendiente en tanto por 1, v la velocidad en m/s y S la superficie efectiva en m^2 . El valor del coeficiente de penetración se va a tomar como 0,6 que es un valor medio de las motocicletas ya que no se dispone del valor exacto.

$$\mu_r = \mu_{r0} + k \cdot v^2$$

Ecuación 12. Coeficiente de Rodadura



Siendo v la velocidad en km/h, la constante $k = 0,5 \cdot 10^{-6}$ y como se va a suponer que el terreno va a ser un asfalto medio, $\mu_{r0} = 0,018$. Por tanto μ_r va a tener un valor de 0,032.

El valor de la superficie efectiva suele ser $S = 0,85 \cdot A_T \cdot H_T$ siendo A_T la anchura total en este caso la del manillar y H_T la altura total pero como el conductor también ocupa una superficie se va a tomar como

$$S = A_T \cdot H_T$$

Ecuación 13. Superficie Efectiva

Sustituyendo nos queda que

$$P = \frac{(F_z \cdot (\mu_{r0} + k \cdot (3,6 \cdot v)^2) + \frac{1}{16} \cdot C_x \cdot S \cdot v^2) \cdot v}{75 \cdot \eta_T}$$

Sabiendo que la potencia máxima son 40 CV, el peso es de 190 kgf y el ancho y alto de la motocicleta son 0,68 m y 1,09 m respectivamente se llega a que

$$40 = \frac{(190 \cdot (0,018 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 3,6^2 \cdot v^2) + \frac{1}{16} \cdot 0,6 \cdot 0,68 \cdot 1,09 \cdot v^2) \cdot v}{75 \cdot 1} \rightarrow$$

$$\rightarrow 3000 = 0,027795 \cdot v^3 + 190 \cdot v \cdot (6,48 \cdot 10^{-6} \cdot v^2 + 0,018) \rightarrow$$

$$\rightarrow v = 46,09 \frac{m}{s} = 165,93 \frac{km}{h}$$

Esta será la mayor velocidad a la que podrá ir la motocicleta en llano pero como cuesta abajo sí que podrá alcanzar esos $176,65 \frac{km}{h}$ de velocidad máxima teórica para el código de velocidad de los neumáticos habrá que considerar la velocidad mayor.

ANEXO IV. Impuesto Municipal de Circulación

Según la siguiente tabla el Impuesto sobre Vehículos de Tracción Mecánica que se debe pagar al ayuntamiento de Zaragoza es de 30,29€ ya que la cilindrada de la motocicleta Ducati 500 GT es de 497 cc (como se puede ver en el [Anexo III](#)) y por tanto está en la franja entre los 250 y 500 cc.

Clases de vehículo y potencia	Cuota Euros
A) TURISMOS	
De menos de 8 caballos fiscales	22,50
De 8 hasta 11,99 caballos fiscales	62,30
De 12 hasta 15,99 caballos fiscales	137,30
De 16 hasta 19,99 caballos fiscales	179,20
De 20 caballos fiscales en adelante	224,00
B) AUTOBUSES	
De menos de 21 plazas	166,60
De 21 a 50 plazas	237,28
De más de 50 plazas	296,60
C) CAMIONES	
De menos de 1.000 Kg de carga útil	84,56
De 1.000 a 2.999 Kg de carga útil	166,60
De más de 2.999 a 9.999 Kg de carga útil	237,28
De más de 9.999 Kg de carga útil	296,60
D) TRACTORES	
De menos de 16 caballos fiscales	35,34
De 16 a 25 caballos fiscales	55,53
De más de 25 caballos fiscales	166,60
E) REMOLQUES Y SEMIRREMOLQUES ARRASTRADOS POR VEHÍCULOS DE TRACCIÓN MECÁNICA	
De menos de 1.000 y más de 750 Kg de carga útil	35,34
De 1.000 a 2.999 Kg de carga útil	55,53
De más de 2.999 Kg de carga útil	166,60
F) OTROS VEHÍCULOS	
Ciclomotores	8,80
Motocicletas hasta 125 cc	8,80
Motocicletas de más de 125 cc hasta 250 cc	15,14
Motocicletas de más de 250 cc hasta 500 cc	30,29
Motocicletas de más de 500 cc hasta 1.000 cc	60,58
Motocicletas de más de 1.000 cc	121,16

Ilustración 28. Precios Impuesto Municipal de Circulación en Zaragoza

ANEXO V. Ficha Reducida

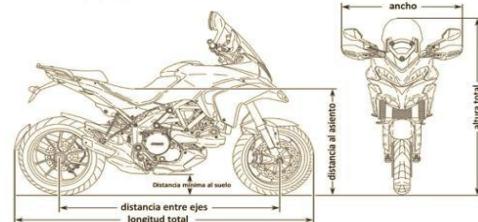
MODELO DE FICHA REDUCIDA PARA LOS VEHÍCULOS COMPLETOS DE LA CATEGORÍA L (R.D. 750/2010)

Marca	Ducati	Categoría	L3e
-------	--------	-----------	-----

Tipo	Variante	Versión	Denominación Comercial
500 GT	-	-	500 GT
Fabricante	Mototrans	Dirección	Calle Almogávares 177-189, Barcelona

Emplazamiento placa fabricante	-
Número de identificación del vehículo (VIN)	MD-352351
Emplazamiento del VIN	Columna de Dirección
Emplazamiento de la placa antimaneipulación (ESC)	-

CONSTITUCIÓN GENERAL DEL VEHÍCULO	
Tipo de bastidor	Tubular de cuna abierta
N.º de ejes y ruedas	2 ejes - 2 ruedas
Ejes motrices	1
Distancia entre ejes	1400 mm



MASAS Y DIMENSIONES (en mm y kg)			
Vía delantera	-	Anchura	680
Vía trasera	-	Altura	1090
Longitud	2080	Voladizo delantero/ trasero	330/430
Masa del vehículo con carrocería en orden de marcha			190
Masa máxima en carga técnicamente admisible			330
Masa máxima en carga técnicamente admisible 1º eje			200
Masa máxima en carga técnicamente admisible 2º eje			224
Masa máxima remolcable: Con freno / sin freno (en su caso)			-

UNIDAD MOTRIZ		MOTOR HÍBRIDO	N/A
Fabricante o marca del motor	Ducati		
Código marcado en el motor	DM 351639		

MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA	
Principio de funcionamiento	Explosión / 4 Tiempos
Número y disposición de los cilindros	2 cilindros en línea
Cilindrada	496 cm ³
Tipo de combustible o fuente de energía	Gasolina (G)
Potencia neta máxima (kW) a (min-1)	29,4 kW a 8000 rpm
Tipo de refrigeración	Por aire
Sistema de alimentación (Carburador/inyección)	Carburador Dell' Orto PHF 30
Relación de potencia máx./masa del veh. en orden de marcha	0,15

TRANSMISIÓN	
Embrague (tipo)	De discos múltiples en baño de aceite
Caja de cambios (tipo)	Manual Mecánica, Secuencial
N.º de relaciones	5
Relación final	3,077
Relación de transmisión	1 ^a 5,313 2 ^a 3,643 3 ^a 2,833 4 ^a 2,282 5 ^a 1,913

SUSPENSIÓN	
Breve descripción del tipo de suspensión delantera	Horquilla telehidráulica de doble efecto y gran recorrido
Breve descripción del tipo de suspensión trasera	Horquilla oscilante con amortiguadores hidráulicos de doble efecto, regulables
Designación de la medida del neumático eje 1 (indicar índices de carga y velocidad mínimos)	3,25-18 TT 52S
Designación de la medida del neumático eje 2 (indicar índices de carga y velocidad mínimos)	3,50-18 TT 56S
Reglamento de homologación de neumáticos	75 - CEPE

DIRECCIÓN			
Dirección	Por manillar	Asistencia	-

FRENADO	
Breve descripción del dispositivo de frenado de servicio (delantero/trasero/combinado)	Freno de disco de accionamiento hidráulico delantero y trasero independientes
Dispositivos de frenado situados en el eje delantero	Disco doble Ø260 mm
Dispositivos de frenado situados en el eje trasero	Disco simple Ø260 mm
Dispositivo de frenado de estacionamiento	-
ABS: Sí/No	No

CARROCERÍA	
Tipo de carrocería	-
Número y disposición de las puertas	-
Número y emplazamiento de los asientos	1 - central
N.º de plazas	2
Marca de homologación CE del dispositivo de enganche, en su caso	-
Tipos o clases de dispositivos de enganche que pueden instalarse	-
Valores característicos: D / S	-/-

EFICACIA MEDIOAMBIENTAL			
Nivel de ruido parado: dB(A) a min-1		-	
Referencia de silenciosos			
Marca	Ducati	Referencia	-
Catalizador			-
Valor de CO (g/min) en ciclomotores, (% volumen) otras categorías			4,50%

Valor corregido coeficiente absorción: min-1(Para encendido compresión).	-
Emisión de CO2 (Combinado) (en su caso)	-
Potencia Fiscal (CVF)	4,37

Observaciones	Fecha fabricación: 25-01-1978 Fecha 1 ^a matriculación: 12-06-1978 Clasificación R.G.V.: 0400
Opciones incluidas en la homologación de tipo	-
Firma autorizada según el RFFR	

ANEXO VI. Proceso de Restauración

Los motivos que llevaron a la adquisición de esta motocicleta es que soy un apasionado del mundo del motor y las motos en particular me gustan bastante y me interesaba hacer un Trabajo de Fin de Grado acerca de este tema y vi muy interesante la catalogación de una motocicleta como vehículo histórico. La manera de adquirirla fue a través de un amigo de mi padre el cual la consiguió y me lo dijo ya que sabía que estaba en busca de un vehículo así para poder hacer mi trabajo.

A simple vista los principales defectos que tenía la motocicleta eran que la sirga del acelerador estaba rota o suelta de la empuñadura y problemas en la eficiencia de frenado. El aspecto del vehículo en general era bueno y no parecía requerir mucho arreglo más allá de una limpieza del carenado.

Lo primero que se le realizó a la motocicleta fue tomarle medidas del largo, ancho y altura arrojando unas medidas de 1410 mm de distancia entre ejes y 2050 mm de longitud total; 580 mm de ancho en la zona de los escapes y 710 mm en el manillar y 680 entre los extremos de las estriberas desplegadas; 1320 mm de altura midiendo hasta los retrovisores, 890 mm de altura hasta el sillín y 1080 mm de alto hasta el manillar comprobándose que la única medida que no coincide con lo que arroja la [Tarjeta de Inspección Técnica de Vehículos](#) es la anchura siendo la de la TITV la que está equivocada ya que en el Manual de Reparación de la bibliografía los datos coinciden con lo medido. Otra medida que le fue tomada que hará falta para la Ficha Reducida son los voladizos delantero y trasero que son las distancias desde el eje delantero hasta el extremo delantero y desde el eje trasero hasta el extremo trasero arrojando una medida de 330 y 430 mm respectivamente.

Lo siguiente que se hizo fue pesar tanto el eje delantero como el trasero del vehículo por separado y sumar dichos valores para conseguir saber cuál era la tara del vehículo y así comprobar si su masa era la misma que la que figura en la documentación. Se obtuvieron unos valores de 88,6 kg en el eje delantero y 106,8 kg en el eje trasero que sumándolos dieron 195,4 kg y en la [Tarjeta de Inspección Técnica de Vehículos](#) este valor era de 190 kg por lo que contando con que se tuvo que sujetar la motocicleta para su pesaje y que tanto el método como la báscula fueron un poco rudimentarios se puede dar por bueno el resultado (ya que se comete un error de $\frac{195,4 - 190}{190} = 0,028 = 2,84\%$ que prácticamente no es nada). Estos valores serán usados después para hacer los cálculos del [Anexo VII](#).

Posteriormente se buscó y se anotó tanto el código VIN como el código del motor. El código VIN (también conocido como número de bastidor) está localizado en la columna de dirección. Dicho número de bastidor es el MD-352351 y coincide con lo reflejado en la [Tarjeta de Inspección Técnica de Vehículos](#) y en el [Permiso de Circulación](#) comprobándose así la autenticidad del bastidor del vehículo. Este número debido a la antigüedad del vehículo no dispone de 17 dígitos como ocurre actualmente (la estandarización ocurrió en 1980, 2 años

después de la primera matriculación del vehículo). Se ha comprobado además que el estado del número troquelado es el correcto y no muestra irregularidades.



Ilustración 29. Numeración del motor troquelada en el bloque motor (izquierda) y calcado (derecha)

Por su parte el código de motor es el DM-351639 y se ha comprobado que el estado del número troquelado es el correcto y no muestra irregularidades. Este dato no aparece en la [Tarjeta de Inspección Técnica de Vehículos](#) ni en ninguna otra documentación por lo que se tomará como que es el motor original y tales efectos así se tratará en adelante la numeración.



Ilustración 30. Troquelado número de bastidor en la columna de dirección (izquierda) y calcado (derecha)

A continuación se prosiguió con la anotación del código de los neumáticos ya que estos datos son necesarios para cumplimentar la Ficha Reducida y para contrastarlos con los proporcionados en la documentación a tal efecto de comprobar su autenticidad y originalidad.

Mirando los neumáticos se observó que el neumático delantero tiene en su flanco la codificación 3.25-18 M/C 52S y en la [Tarjeta de Inspección Técnica de Vehículos](#), como se puede observar, arroja un valor de 3.25x18 por lo que la codificación coincide. Las siglas M/C significan que estos neumáticos están hechos para motocicletas. Por último el valor 52S son el código de cargas y el código de velocidad respectivamente de ese neumático. El código de carga “52” según el *Reglamento 75 del CEPE* (el cual contiene las Disposiciones uniformes relativas a la homologación de neumáticos para motocicletas y ciclomotores) indica que este neumático puede soportar 200 kg de carga y el código de velocidad “S” indica que este neumático puede llegar a ir a 180 km/h como máximo. No se dispone de ningún documento donde se diga cuál es la Masa Máxima Admisible de ese eje y por lo tanto posteriormente se tomará dicha masa como 200 kg, en cambio, como se explica en el [Anexo III](#), la máxima velocidad teórica de la motocicleta es de 176.7 km/h por lo que el neumático cumple.



Ilustración 31. Nomenclatura neumático delantero

Simbolo de la categoría de velocidad	(km/h)
R	170
S	180

Ilustración 32. Captura del Reglamento 75 del SEPE códigos de velocidad

A = Índice de capacidad de carga

B = Masa máxima correspondiente (kg)

A	B
48	180
49	185
50	190

Ilustración 33. Captura del Reglamento 75 del SEPE código de carga neumático delantero

Por otra parte se observa que el neumático trasero tiene la codificación 3.50-18 M/C 56S y en la documentación aparece, como se puede observar, 3.50x18 por lo que se ve que la codificación coincide. Como se puede observar ambos neumáticos tienen el mismo código de velocidad como es de esperar ya que las 2 ruedas irán a la misma velocidad. El código de carga “56” indica que ese neumático puede soportar 224 kg por lo que se tomará dicho valor como la Masa Máxima Admisible en dicho eje.



Ilustración 34. Nomenclatura neumático trasero

A = Índice de capacidad de carga

B = Masa máxima correspondiente (kg)

A	B
55	218
56	224

Ilustración 35. Captura del Reglamento 75 del SEPE código de carga neumático trasero



Posteriormente se revisó la matrícula la cual, al igual que el número de bastidor, coincide con lo reflejado en el [Tarjeta de Inspección Técnica de Vehículos](#) y [Permiso de Circulación](#). El número de la matrícula es Z-0855-J. Se puede ver en la fotografía siguiente que la placa de la matrícula tiene un estado adecuado de conservación y no contiene ningún daño. Como se puede observar a ojos de una persona inexperta podría ser que se leyera la matrícula como ZJ 0855 debido a que solemos leer de izquierda a derecha y de arriba abajo. En el anexo XVIII del Real Decreto 2822/1998 se especifica las características que debe tener una placa de matrícula ordinaria de un vehículo automóvil como es el caso de esta motocicleta la cual debe tener un fondo blanco y los caracteres en negro mate como es el caso, al ser una matrícula antigua no lleva la banda azul de la unión europea. Sus medidas también concuerdan con lo especificado.



Ilustración 36. Placa de Matrícula

En el mismo anexo se informa que tras la matriculación del vehículo como histórico cambiará su matrícula (a no ser que se solicite por parte del propietario que se mantenga la matrícula) a una que tendrá las mismas medidas, color de fondo y color de caracteres aunque ahora llevará la franja azul de la unión europea con la letra E al ser un vehículo español. Esta nueva matrícula estará compuesta por tres grupos de caracteres: el primero una letra H (por su condición de vehículo histórico); el segundo, un número que irá desde el 0000 al 9999; y el tercero tres letras empezando por las letras BBB y terminando por las letras ZZZ, suprimiéndose las vocales, la Ñ, la Q y las letras CH y LL.

Tras las mediciones y comprobaciones ya se comenzó a verificar el estado de los componentes empezando por el piñón y la rueda de la transmisión teniendo que desmontar primero una tapa que cubría el piñón y comprobando que las medidas del número de dientes eran los que figuran en el Manual de Reparación de la bibliografía (13 dientes el piñón y 40 dientes el plato) confirmándose así su autenticidad y el estado eran los correctos no teniendo que realizar ninguna restauración simplificando las labores realizadas a un simple engrase.

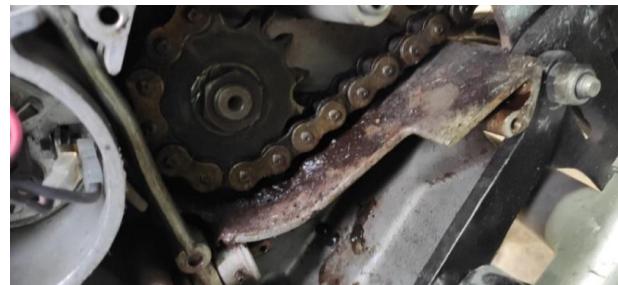


Ilustración 37. Piñón de la transmisión a la rueda



Ilustración 38. Plato de la transmisión a la rueda

Se comprobó además visualmente que el estado de los neumáticos fuera el correcto y así era ya que no registraban ningún desgaste.



Ilustración 39. Estado del neumáticos trasero (izquierda) y delantero (derecha)

Posteriormente ya comenzó la restauración en si desmontando en primer lugar el asiento, el depósito de gasolina y toda la carrocería para disponer de acceso libre al habitáculo del filtro de aire y así poder desmontarlo para visualizar su estado, limpiarlo y posteriormente guardarlo protegido para que no se ensuciera hasta que se volviera a montar ya que si se ensuciase podría provocar la entrada de suciedad al cilindro pudiendo provocar averías en el motor. El depósito de gasolina a su vez también fue limpiado para quitarle toda la suciedad que pudiera tener en su interior y se guardó correctamente protegido. A su vez, mientras se iban desmontando se realizó su correspondiente autentificación quedando así comprobado que eran los originales.



Ilustración 40. Motocicleta con el depósito y la carrocería quitada



Ilustración 41. Filtro del aire desmontado

Una vez desmontado el filtro de aire se pudo ya trabajar en los 2 carburadores Dell' Orto PHF 30 (comprobando así que eran los originales) ya que parecía no moverse la campana que regula la entrada de aire. Esta avería ocurría en ambos carburadores por lo que la restauración que se tuvo que realizar en uno después fue replicada en el otro carburador. Al intentar mover la campana se notó que estaba atascada y mediante el uso de WD-40 como lubricante y un poco de fuerza con un destornillador se consiguió que la campana subiera pero no bajaba por si sola ya que es la sirga la que la hace subir (al acelerar sube produciendo que entre más aire y este aire a su vez hace que entre más gasolina por efecto Venturi) y mediante un muelle debería bajar hasta el punto inferior en el momento que se suelte el acelerador. Con el uso otra vez de una mínima fuerza como acompañamiento al movimiento y un poco de lubricante se consiguió que fuera subiendo y bajando la campana repetidas veces ya que ya a partir de ese momento ya no se encontraba atascada pero había que lubricarla hasta que por sí sola pudiera ya recorrer el camino de subida y de bajada. Tras terminar el trabajo en un carburador se siguió el mismo proceso en el otro. Por otra parte se procedió a continuación a lubricar también un poco la sirga para que le fuera más fácil deslizarse por la funda oponiendo menos resistencia.



Ilustración 42. Campana del carburador atascada



Ilustración 43. Campana del carburador desatascada



Ilustración 44. Los 2 carburadores una vez arregladas las 2 campanas

Otro fallo que ya ha sido mencionado es la rotura de la sirga del acelerador en la empuñadura. Para solucionarlo lo que se llevó a cabo fue el desmontaje de la empuñadura y al desmontarla se pudo observar que no se había partido sino que simplemente se había soltado del prisionero. Analizando lo que les pasaba a los carburadores, se supuso que pudiera ser que al quedarse las válvulas correderas (o campanas) atascadas alguien intentara acelerar y de la fuerza ejercida sobre la empuñadura se soltase la sirga del prisionero. La avería se arregló volviendo a sujetar la sirga con el prisionero y montando otra vez la empuñadura del acelerador en su lugar y echándole posteriormente lubricante para que hubiera mayor facilidad de movimiento y se tuviera menor riesgo en el futuro de nuevos atascos y para no tener que ejercer fuerza innecesaria para acelerar.



Ilustración 45. Empuñadura de la moto desmontada y el prisionero marcado con un círculo



Ilustración 46. Puño del acelerador una vez arreglado y montado

Lo siguiente acaecido fue comprobar el sistema eléctrico para comprobar que el foco delantero (luces largas y cortas), el piloto trasero, el claxon y los intermitentes funcionaran comprobándose que todo funcionaba correctamente y sin ningún fallo. Lo único que fallaba era la batería que estaba muy vieja y estaba hinchada por lo que se tuvo que hacer uso de un arrancador para poder comprobar todo lo antes mencionado (se podría haber esperado a disponer de una batería nueva pero de esta manera ya se podía conocer si era correcto el funcionamiento por si era necesario sustituir algún otro elemento para adquirir todo a la vez). Se miró tanto su funcionamiento como sus características. Tal y como se describe en el Manual de Reparación estas luces oscilan entre los 3 y los 60W. Tras realizar una comprobación visual se acredita que el vehículo dispone de un foco delantero con luz de posición, cruce y de carretera blanca, 4 luces indicadoras de dirección naranja, 1 luz blanca de matrícula y piloto trasero con luz de posición y frenado roja. Debido a la antigüedad de la motocicleta estos dispositivos no tienen la obligación de ser homologados ya que en la fecha de su fabricación no existía ningún reglamento que regulara sus características.



Ilustración 47. Arrancador usado



Ilustración 48. Luz de freno



Ilustración 49. Luz de posición piloto trasero



Ilustración 50. Intermítente



Ilustración 51. Luz corta foco delantero



Ilustración 52. Luz de posición foco delantero



Ilustración 53. Cuadro de indicadores

Que estuviera el indicador de la batería encendido se debía a su mal estado (ya que como se explica en el Manual de Usuario de bibliografía si la batería tiene menos de 12,5 V este indicador se mantiene encendido) y el indicador del aceite como se explica posteriormente a que la motocicleta no llevaba nada de aceite y por eso marcaba un fallo en el aceite.

Se comprobó a su vez el estado de ambas bujías corroborando que ambas estaban en buen estado y que producían chispa (luego se verá que la chispa no era suficientemente intensa para producir la detonación ya que se pasó por alto comprobar su autenticidad y eran diferentes a las que debería montar el vehículo).



Ilustración 54. Bujía introducida en su posición



Ilustración 55. Pipa bujía



Ilustración 56. Bujía desmontada

Una vez repasado el sistema eléctrico se ha pasado a mirar el estado en el que estaba el sistema de frenado desmontando primero la pinza de freno y una vez desmontada se le quitaron las pastillas de freno para comprobar su estado pudiéndose afirmar que estaban en perfecto estado y que eran las originales siendo las pinzas de freno de la marca Brembo y los discos de tenían un diámetro de 260 mm tal y como se describe en el Manual de Reparación.



Ilustración 57. Pinza de freno



Ilustración 58. Disco de freno



Ilustración 59. Pastillas de freno



Ilustración 60. Pistones pinza de freno



Ilustración 61. Pastillas colocadas en su posición con la pinza montada

Al volver a montar las pastillas y colocar la pinza en su posición se apreció que el pedal de freno bajaba demasiado sin hacer fuerza por lo que se tuvo que proceder a purgar el freno sustituyendo previamente el líquido del depósito por completo (el sistema de frenado es hidráulico) ya que tenía unos pequeños posos que no deberían estar y podían llegar a obstruir el tubo provocando perdida de eficiencia al frenado.



Ilustración 62. Depósito líquido de freno trasero



Ilustración 63. Proceso de sangrado de pinza de freno trasera

Se repitió todo el proceso antes descrito con las 2 pinzas delanteras comprobando que las pastillas y los pistones, al igual que detrás, estaban correctamente y eran los originales. Las 2 pinzas delanteras disponen de un único depósito para ambas pinzas ya que se accionan con una misma maneta como es de suponer.



Ilustración 64. Rellenado depósito de líquido de frenos delanteros

Los siguientes elementos comprobados fueron los sistemas de suspensión empezando por la suspensión delantera la cual está compuesta por una horquilla telehidráulica de doble efecto y gran recorrido comprobándose así su autenticidad por medio del Manual de Usuario de la bibliografía.



Ilustración 65. Horquilla telehidráulica de doble efecto

Se probó su capacidad de soportar cambios en el terreno ejerciendo peso encima y después se procedió a visualizar cual era el estado de lubricación del mismo.

Posteriormente se pasó a comprobar la suspensión trasera la cual está formada por una horquilla oscilante con amortiguadores hidráulicos de doble efecto, regulables y en la cual se realizaron los mismos trabajos que en la suspensión delantera y al igual que delante se comprobó la autenticidad.



Ilustración 66. Horquillas oscilantes con amortiguadores hidráulicos de doble efecto

La siguiente parte que se quiso comprobar fue el embrague para analizar cuál era su estado y para lo cual se procedió al desmontaje de la tapa que lo cubría para poder visualizar su estado y se pudo apreciar que no disponía de aceite alguno por lo que se desmontó el filtro del aceite del motor (ya que motor y caja de cambios comparten el mismo aceite) para ver en qué estado se encontraba y como se observó que tenía buen aspecto se limpió y se guardó para su posterior montaje. Se desmontó el cárter que era de tipo partido para poder visualizar el estado interior de todos los engranajes y comprobar que las relaciones de transmisión coincidían con lo que se mostraba en el Manual de Usuario y Manual de Reparación y así era.

A continuación se procedió a montar el cárter y el filtro del aceite para proceder al llenado del cárter del motor. Como se puede comprobar en el Manual de Usuario cuyo enlace está disponible en la bibliografía el aceite necesario para el motor es el SAE-20 W-50 con una cantidad de 3,5 kg.



Ilustración 67. Tapa de llenado del cárter abierta



Ilustración 68. Filtro del aceite y tapa desmontados



Ilustración 69. Cártel de aceite



Ilustración 70. Garrafa de aceite

Llegados a este punto se recordó que al desatascar los carburadores no se comprobaron ni los filtros de gasolina ni los chicles de los carburadores por lo que se procedió a su comprobación, autentificación y su limpieza ya que si estuvieran sucios no pasaría la gasolina entorpeciendo el funcionamiento correcto del motor (o llegando al caso extremo de que no arrancara el motor). Debido a que se habían desmontado los diversos tornillos reguladores se cambiaron las juntas tóricas ya que estaban cuarteadas y había peligro de que no sellaran bien. Los chicles se limpiaron con gasolina y una cerda fina de un cepillo de alambre. Por su parte los filtros de

gasolina (uno por cada carburador) se desmontaron y tras ver que no estaban sucios ni obstruidos se volvieron a montar en su sitio.



Ilustración 71. Paso calibrado del carburador con junta tórica estropeada



Ilustración 72. Filtro de gasolina montado



Ilustración 73. Filtro de gasolina desmontado



Ilustración 74. Paso calibrado con su alojamiento



Ilustración 75. Chicle de baja con muelle y su alojamiento

Por el momento los tornillos de regulación del caudal de los carburadores no se tocaron bajo la hipótesis de que los carburadores supuestamente estaban bien regulados.

En el momento de desmontaje del depósito de combustible se apreció que un taco de goma que lo protege de las vibraciones transmitidas por el chasis estaba roto por lo que se procedió en este momento a arreglarlo pegándolo para probar si con un poco de pegamento aguantaba ya que es una pieza que no debe realizar fuerza sino que solo trabaja para absorber vibraciones. También se limpiaron los restos de suciedad que se apreciaban dentro del depósito una vez el pegamento estaba ya seco.



Ilustración 76. El antes (izquierda) y el después (derecha) del depósito tras pegar el taco de goma

Como se puede visualizar en la foto siguiente, la maneta del freno delantero estaba doblada en su extremo.



Ilustración 77. Maneta de freno doblada

La forma de solucionarlo fue en primer lugar calentar la zona para que se ablande y luego ponerla en su posición natural ya que si se intentara hacer sin calentamiento previo lo más probable es que se rompiera del todo ya que no se le permite que se doble dúctilmente. Como se quedaba con falta de un poco de material lo que se le realizó fue un relleno de ese hueco con un poco de soldadura fría de color gris y después se le hizo un rebajado para que se viera con un aspecto prácticamente original.



Ilustración 78. Maneta de freno enderezada y con la soldadura fría

Tras arreglar la maneta de freno lo siguiente revisado fue las sirgas del cuentarrevoluciones y del velocímetro comprobando que deslizaban correctamente por la funda y posteriormente introduciéndoles un poco de grasa por un engrasador del que disponen.



Ilustración 79. Sirga velocímetro



Ilustración 80. Sirga cuentarrevoluciones



Ilustración 81. Relojes de las revoluciones y la velocidad

Tras todo esto se procedió a montar otra vez el depósito de combustible para comenzar así con el proceso de encendido de la motocicleta por primera vez desde que se comenzó la restauración. Al introducir los tubos de alimentación de los carburadores y abrir el paso de gasolina comenzó a brotar combustible por el sobradero del carburador derecho. Tras accionar

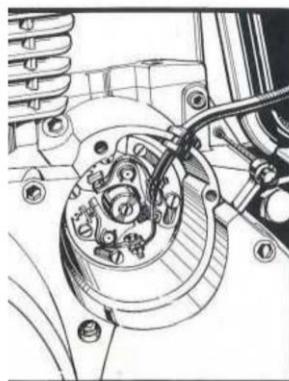
el puño del acelerador se cortó la fuga por lo que se llegó a la suposición de que estaría la aguja atascada por algún desajuste producido en el proceso de limpieza de los carburadores.

Tras esto se procedió a visualizar el estado de los contactos de los platinos advirtiendo que los contactos de los platinos no abrían y cerraban sincronizados con la posición del cigüeñal por lo que se procedió a sincronizarlos mediante la colocación del cigüeñal a 22º del punto muerto superior (PMS) de uno de los pistones y en ese punto se sincronizó que los contactos de su platinos estuvieran totalmente abiertos y después se comprobó que en el momento que estos estuvieran cerrados los del otro pistón estuvieran totalmente abiertos y en ambos casos se visualizó si la apertura máxima fuera de 0.4 mm (todos estos datos salen en el Manual de Usuario de la bibliografía y se ha colocado una captura después del siguiente párrafo). A su vez mediante la captura se acreditó que los platinos y su alojamiento eran los originales.



Ilustración 82. Alojamiento de los platinos

Al terminar la sincronización se advirtió que seguía sin arrancar la moto por lo que para descartar posibles causas se comprobaron las bujías nuevamente (por si en el momento de comprobarlas no se detectó algún fallo) y no terminaban de funcionar (ya que la chispa que realizaban era muy débil) por lo que se procedió a ir a comprar unas nuevas (ambas bujías no funcionaban correctamente) detectando en ese momento que las bujías que montaba la moto eran unas Champion L87 y en el Manual de Usuario de la bibliografía aparecía que sus bujías debían ser Champion L81 por lo que se adquirieron unas equivalentes a las L81 ya que en la tienda no disponían de ese modelo por su antigüedad comprando unas bujías marca NGK modelo B7HS (según catálogo de equivalencias que se disponía en la tienda y posteriormente se comprobó que así era mediante el link de la bibliografía). Antes de su montaje se desmontó la culata y se comprobó que el diámetro y recorrido del pistón en ambos cilindros (78 mm de diámetro y 52 mm de carrera) eran los correctos según la [Tarjeta de Inspección Técnica de Vehículos](#).



Los datos para la puesta a punto del avance son los siguientes:

AVANCE a motor parado 20° ± 2°
amplitud del avance automático 20°
total avance con un régimen de 3.000 revoluciones por minuto 40° ± 42°.

*EL JUEGO entre los contactos tiene que ser de 0'35 ± 0'4 mm, controlable con una galga (ver figura inferior).

BUJIA

Tipo Bosch W-240 o Champion L81.
Distancia entre electrodos 0'8.

Ilustración 83. Captura del Manual de Usuario

Bujías alternativas para la Champion L81:

Brand	Model
Autolite	4092
Autolite	XS4092
Beru	14-5AU
Beru	Z40
Bosch	0241245580
Bosch	0242245517
Bosch	0242245556
Bosch	W5AC
Bosch	WR5AC
Bosch	WR5AP
Champion	L82C
Champion	L82CT10
Eyquem	0911007155
NGK	2792
NGK	5110
NGK	B7HS
NGK stk	5110
Torch	E7C

Ilustración 84. Captura tabla de equivalencias



Ilustración 85. Bujía nueva

Además ya que se estaba trabajando en el motor se comprobó que las aletas de refrigeración de este estuvieran en un correcto estado de conservación y no tuvieran que ser restauradas.



Ilustración 86. Aletas del motor para refrigeración por aire

Posteriormente al cambio de bujías se detectó que una de las 2 bujías no hacía chispa y era debido a que la apertura entre los contactos de uno de los platinos era demasiado grande (según el Manual de Usuario debería ser entre 0.35 y 0.4 mm y con galgas se observaba que la apertura era mayor de 0.5 mm) por lo que se procedió a cerrar la apertura aflojando los tornillos de regulación de la distancia entre contactos.

Tras esto se volvieron a montar las bujías en su posición ya que se visualizó que ya funcionaban bien ambas y producían chispa de considerable intensidad, se volvió a abrir el paso de gasolina y se procedió a probar a arrancarla encendiéndose correctamente aunque con el ralentí muy alto por lo que se tuvo que bajar regulándolo a través de unos tornillos que monta el carburador procurando equilibrar ambos carburadores para que entrara la misma cantidad de mezcla a los 2 cilindros.

Los platinos producían una chispa cuando no debería ser así por lo que la restauración que se tuvo que llevar a cabo fue el cambio de los condensadores ya que lo más seguro es que fueran las piezas que estaban fallando.



Ilustración 87. Condensador estropeado desmontado

Se montó la maneta tras haber dejado secar la soldadura fría y haberla lijado para dejar la superficie a la misma altura que el aluminio y darle un aspecto casi como nueva.



Ilustración 88. Maneta montada y lijada

Tras adquirir 2 condensadores, acreditándose que los recambios fueran los necesarios para no influir en la originalidad del vehículo, mediante su compra a un taller el cual informó que eran justamente los 2 últimos que tenía ya que son componentes que ya están en desuso y posteriormente se procedió a montarlos en su lugar produciendo que los contactos de los platinos ya no produjeran ninguna chispa.



Ilustración 89. Los nuevos condensadores

Una vez cambiados los condensadores se limpiaron los contactos del botón de arranque con limpiador de contactos debido a que al arrancar la motocicleta había veces que fallaba el arranque y no producía el encendido.



Ilustración 90. Contactos del botón de arranque tras su limpieza

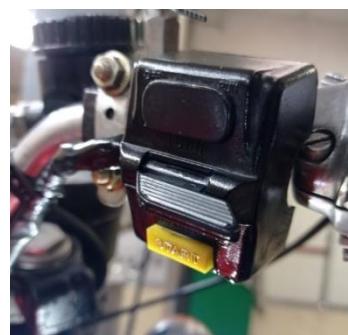


Ilustración 91. Botón de arranque una vez limpiado y montado



Llegado este momento se pasa a revisar el sistema de escape del vehículo. Los tubos de escape que montaba la motocicleta no llevaban marca ni modelo escrito y se detectó que venían ya con el sistema de silenciador incorporado (comprobado mediante inspección visual) por lo que viendo que su apariencia era idéntica a la de las fotos de la motocicleta en su época de creación se llegó a la conclusión de que eran los originales y por tanto se verificó su autenticidad. Se les realizó a ambos escapes una limpieza para mejorar su apariencia y se comprobó que no hubiera fugas de gases en las uniones ni que tuviera agujeros.



Ilustración 92. Tubo de escape con silenciador incorporado

Ya por último se ha volvió a montar el filtro del aire, se colocó la batería nueva, se limpió el foco delantero ya que estaba un poco sucio por dentro, se montó también la tapa de los platinos (ya que en el momento de la adquisición venía desmontada, previsiblemente porque ya debía tener los problemas explicados anteriormente en los platinos) y se montó todo el carenado que estaba desmontado.

Tras todo esto y realizada una limpieza de toda la motocicleta para quitarle restos de grasa, polvo y suciedad se puede dar por concluido el proceso de restauración.

En las imágenes siguientes se muestra la situación final de la motocicleta una vez realizado todo el proceso de restauración pudiéndose ver que su apariencia es prácticamente la de una motocicleta recién salida de fábrica a excepción de un poco de desgaste del asiento. Tras todo el proceso de restauración los únicos componentes que se tuvieron que sustituir debido a su mal estado fueron las dos bujías, la batería y los dos condensadores; y se hizo una renovación tanto del líquido de frenos como del aceite de refrigeración y lubricación del motor y caja de cambios. Por otra parte sí que hubo que realizar una restauración del foco y pilotos ya que estaban un poco opacos y no dejaban pasar la luz bien.





Ilustración 93. Situación Final Motocicleta

ANEXO VII. Cálculo de Prestaciones del Vehículo

En este apartado a modo de complementación del trabajo se van a realizar los cálculos de la máxima pendiente superable debido al motor a potencia máxima, la máxima pendiente superable por adherencia, la máxima aceleración debida al motor a potencia máxima y la máxima aceleración por adherencia.

VII.1 - Máxima Pendiente Superable debido al Motor a Potencia Máxima

La máxima pendiente que podrá ser superable por la motocicleta debido al motor se dará en el momento en el que la aceleración (γ) sea 0 ya que será en el momento en el que el vehículo no tenga ya capacidad para poder acelerar. Siguiendo la siguiente ecuación:

$$(F_m - R_T) \cdot 9,81 = M_V \cdot \gamma \cdot (1 + \varepsilon_i)$$

Ecuación 14. Capacidad de Aceleración

Siendo M_V la masa del vehículo y $(1 + \varepsilon_i)$ un factor corrector debido a las inercias de rotación nos da que para que eso ocurra, la fuerza motriz (F_m) deberá ser igual a la resistencia total (R_T) y como deseamos que la pendiente sea máxima la fuerza motriz debe ser la máxima posible. Sabiendo además que la fuerza motriz sigue la siguiente fórmula:

$$F_m = \frac{M_m \cdot r_i \cdot r_f \cdot \eta_T}{R}$$

Ecuación 15. Fuerza Motriz por Motor

Siendo η_T el rendimiento total de la cadena de transmisión que se va a tomar como 1 ya que es muy próxima a la unidad y además no se dispone del valor exacto, M_m el par a la potencia máxima en $kgf \cdot m$, r_i la relación de transmisión en 5^a marcha, r_f la relación final y R el radio de rodadura en m.

$$M_m(kgf \cdot m) = \frac{M_m(N \cdot m)}{9,81} = \frac{35,09}{9,81} = 3,58 kgf \cdot m$$

La resistencia total sigue esta fórmula:

$$R_T = F_z \cdot \mu_r + \frac{1}{16} \cdot C_x \cdot S \cdot v^2 + P \cdot \operatorname{sen}\theta$$

Ecuación 11. Resistencia Total

Siendo F_z y P el peso del vehículo en kgf ya que $F_z = P \cdot \cos\theta$ y al ser un ángulo pequeño se toma como $\cos\theta = 1$, μ_r el coeficiente de rodadura, C_x el coeficiente de penetración aerodinámica, $\operatorname{sen}\theta$ para ángulos pequeños será igual a n que es la pendiente en tanto por 1, v la velocidad en m/s y S la superficie efectiva en m^2 . El valor del coeficiente de penetración se

va a tomar como 0,6 que es un valor medio de las motocicletas ya que no se dispone del valor exacto.

$$\mu_r = \mu_{r0} + k \cdot v^2$$

Ecuación 12. Coeficiente de Rodadura

Siendo v la velocidad en km/h siguiendo la siguiente fórmula (el [radio de rodadura](#) y el [régimen de giro a potencia máxima](#) se sacan del Anexo III)

$$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{60} \cdot \frac{n_{N_{max}}}{r_5 \cdot r_f} = \frac{2 \cdot \pi \cdot \frac{0,649}{2}}{60} \cdot \frac{8000}{1,913 \cdot 3,077} = 46,18 \frac{m}{s} = 166,26 \frac{km}{h}$$

La constante $k = 0,5 \cdot 10^{-6}$ y como se va a suponer que el terreno va a ser un asfalto medio, $\mu_{r0} = 0,018$. Por tanto μ_r va a tener un valor de 0,032.

$$S = A_T \cdot H_T$$

Ecuación 13. Superficie Efectiva

Siendo A_T el ancho de la motocicleta en m y H_T el alto en m.

Por tanto queda que:

$$\frac{M_m \cdot r_5 \cdot r_f \cdot \eta_T}{R} = F_z \cdot \mu_r + \frac{1}{16} \cdot C_x \cdot S \cdot v^2 + P \cdot n$$

Y sabiendo que $r_5 = 1,913$, $r_f = 3,077$, el radio de rodadura es de $\frac{0,649}{2} m$, la velocidad es de $46,18 \frac{m}{s}$, el peso es de 190 kgf y el ancho y alto de la motocicleta son 0,68 m y 1,09 m respectivamente se llega a que:

$$\frac{3,58 \cdot 1,913 \cdot 3,077 \cdot 1}{\frac{0,649}{2}} = 190 \cdot 0,032 + \frac{1}{16} \cdot 0,6 \cdot 0,68 \cdot 1,09 \cdot 46,18^2 + 190 \cdot n$$

Y despejando queda que la máxima pendiente superable es de $-0,002 = -0,21\%$ lo que quiere decir que en 5^a si no se va cuesta abajo el motor se queda sin fuerza aunque estamos considerando un asfalto medio, en un asfalto óptimo con $\mu_{r0} = 0,01125$ nos daría una pendiente de 0,47% lo que nos indica que en 5^a marcha prácticamente solamente podemos ir en llano o cuesta abajo. Hay que mencionar que la mayor fuerza motriz se consigue cuando el par es máximo que ocurre a un régimen de vueltas menor al de la potencia máxima pero como no se dispone del dato de par y régimen de giro en estas condiciones, se van a sacar de las curvas de otro motor y extrapolándolos al de la Ducati 500 ya que no se están haciendo cálculos esenciales para el trabajo y todo lo que se calcula es más teórico que real.

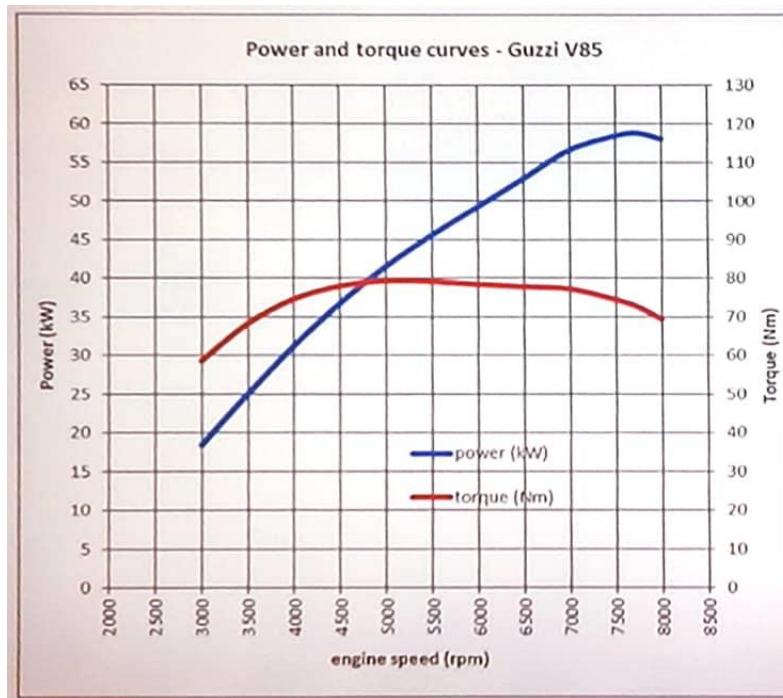


Ilustración 94. Curva de Potencia Guzzi V85

La gráfica muestra que la potencia máxima se alcanza para unas 7750 rpm que están muy próximas a las 8000 rpm de la Ducati por lo que se tomará que el par máximo se alcanza a unas 5000 rpm. Como su potencia máxima es de 58 kW y la de la Ducati es de unos 29 kW se hará una regla de 3 para sacar el par máximo siendo el de la Guzzi de 80 N·m.

$$\frac{80}{58} = \frac{M_{Max}}{29} \rightarrow M_{Max} = 40 \text{ N} \cdot \text{m} = 4,07 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Ecuación 16. Par Máximo

Recalculando queda

$$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot \frac{0,649}{2}}{60} \cdot \frac{5000}{2,282 \cdot 3,077} = 28,86 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 103,91 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$\mu_r = 0,018 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 103,91^2 = 0,023$$

$$\frac{\frac{4,07 \cdot 1,913 \cdot 3,077 \cdot 1}{0,649}}{2} = 190 \cdot 0,023 + \frac{1}{16} \cdot 0,6 \cdot 0,68 \cdot 1,09 \cdot 28,86^2 + 190 \cdot n \rightarrow$$

$$\rightarrow n = 0,24 = 24,33\%$$

Como se puede observar a máximo par sí que se tiene una capacidad de poder subir pendientes.

Se va a calcular ahora cual sería la máxima pendiente que podría subirse en 4^a marcha cambiando la relación de transmisión a $r_4 = 2,282$ haciendo así que la fuerza motriz sea mayor y la velocidad menor por lo que la fuerza resistente aerodinámica será menor y el coeficiente de rodadura también será menor.

Recalculando no sale que la velocidad a la potencia máxima en 4^a marcha es:

$$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot \frac{0,649}{2}}{60} \cdot \frac{8000}{2,282 \cdot 3,077} = 38,72 \frac{m}{s} = 139,38 \frac{km}{h}$$

Coeficiente de rodadura:

$$\mu_r = 0,018 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 139,38^2 = 0,028$$

Por lo que queda:

$$\frac{\frac{3,58 \cdot 2,282 \cdot 3,077 \cdot 1}{0,649}}{2} = 190 \cdot 0,028 + \frac{1}{16} \cdot 0,6 \cdot 0,68 \cdot 1,09 \cdot 38,72^2 + 190 \cdot n$$

Despejando nos sale que n debe ser 0,16 o lo que es lo mismo una pendiente máxima de 16,07%.

Se ha hecho lo mismo para todas las marchas quedando los resultados de la tabla siguiente pero hay que señalar que a mayor pendiente mayor error estaremos cometiendo debido a la simplificación de $F_z = P \cdot \cos\theta = P$ y de $\sin\theta = n$.

Marcha	Relación de transmisión	Velocidad (km/h)	Pendiente (%)
1 ^a	5,313	59,86	88,90
2 ^a	3,643	87,31	54,30
3 ^a	2,833	112,27	33,96
4 ^a	2,282	139,38	16,07
5 ^a	1,913	166,26	-0,21

Tabla 3. Pendiente Superable a Potencia Máxima en cada Marcha

Marcha	Relación de transmisión	Velocidad (km/h)	Pendiente (%)
1 ^a	5,313	37,42	104,47
2 ^a	3,643	54,57	68,69
3 ^a	2,833	70,17	49,94
4 ^a	2,282	87,11	35,61
5 ^a	1,913	103,91	24,33

Tabla 4. Pendiente Superable a Par Máximo en cada Marcha

Se puede observar que a excepción de la quinta marcha en el resto sí que habrá capacidad de ascender pendientes a potencia máxima reduciéndose considerablemente la diferencia de las capacidades entre la de potencia y la de par conforme la relación de transmisión es mayor.

VII.2 - Máxima Pendiente Superable debido a Adherencia a Máxima Velocidad

En este apartado se calculará cual es la pendiente máxima que puede superar la motocicleta por adherencia. El cambio respecto del caso anterior es que la fuerza motriz ahora va a ser

$$F_m = F_z \cdot \mu_a$$

Ecuación 17. Fuerza Motriz por Adherencia

Siendo F_z la reacción en los ejes motrices (en nuestro caso el eje trasero) y μ_a el coeficiente de adherencia que tiene estos valores típicos (sacados del link de la bibliografía)

MOTOCICLETAS	
Motocicleta arrastrando	0.55
Motocicleta sin carenado sobre asfalto	0.32-0.42
Motocicleta sin carenado sobre hormigón	0.43-0.58
Motocicleta con carenado sobre hormigón	0.33-0.61

Tabla 5. Valores Típicos del Coeficiente de Adherencia

Como los ensayos de esta motocicleta están siendo calculados en asfalto se va a tomar un valor medio de $\mu_a = 0,37$.

Por otra parte para calcular F_z hay que hacer un equilibrio de fuerzas.

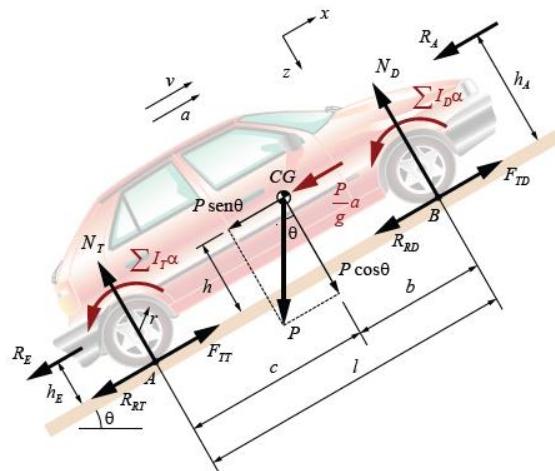


Ilustración 95. Fuerzas sobre Vehículo (Apuntes Diseño y Arquitectura de Vehículos)

La motocicleta no lleva remolque, no va a haber aceleración porque se quiere que la pendiente sea máxima, no habrá inercias de rotación en las ruedas y solo habrá fuerza de tracción en el eje trasero. Haciendo equilibrios y haciendo simplificaciones trigonométricas (al ser ángulos pequeños el seno del ángulo en radianes va a ser igual al ángulo en radianes y el coseno será 1) queda que

$$F_{TT} - R_r - P \cdot \sin\theta - R_A = 0 \rightarrow N_T \cdot \mu_a - P \cdot \mu_r - P \cdot n - \frac{1}{16} \cdot C_x \cdot S \cdot v^2 = 0$$

$$N_T + N_D - P \cdot \cos\theta = 0 \rightarrow N_T + N_D = P$$

$$\sum M_B = 0 \rightarrow -N_T \cdot l + R_A \cdot h + P \cdot \sin\theta \cdot h + P \cdot \cos\theta \cdot b = 0$$

Ecuación 16 Equilibrio de Fuerzas y Momentos del Vehículo

Para calcular b hay que hacer un equilibrio estático.

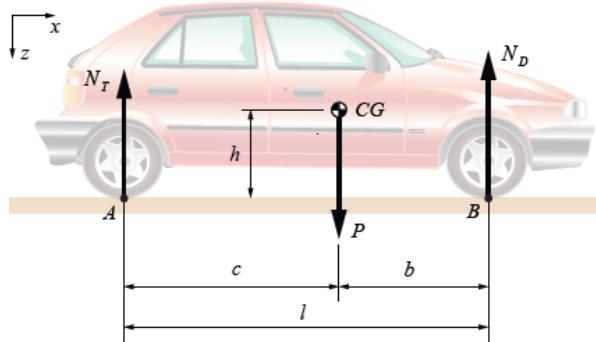


Ilustración 96. Equilibrio Estático (Apuntes Diseño y Arquitectura de Vehículos)

Se sabe que N_T y N_D tienen un valor de 106,8 kg y 88,6 kg respectivamente y P será 195,4 kg. Además la longitud entre ejes es de 1400 mm.

$$c + b = l$$

$$\sum M_B = 0 \rightarrow -N_T \cdot l + P \cdot b = 0 \rightarrow b = \frac{106,8 \cdot 1400}{195,4} = 765,2 \text{ mm}$$

Ecuación 18. Equilibrio de Fuerzas y Momentos del Vehículo Estático

Lo que nos da un valor de c de 634,8 mm.

De aquí se puede sacar a su vez cual es el porcentaje del peso total que recae en cada eje siendo en el eje delantero de $\frac{88,6}{195,4} = 0,45 = 45,34\%$ y en el eje trasero de $\frac{106,8}{195,4} = 0,55 = 54,66\%$

Sustituyendo a velocidad máxima y suponiendo que h va a ser la altura media del vehículo ($1090/2 = 545$ mm).

$$N_T \cdot 0,37 - 190 \cdot 0,034 - 190 \cdot n - \frac{1}{16} \cdot 0,6 \cdot 0,68 \cdot 1,09 \cdot 49,07^2 = 0$$

$$N_T + N_D = 190$$

$$-N_T \cdot 1400 + \frac{1}{16} \cdot 0,6 \cdot 0,68 \cdot 1,09 \cdot 49,07^2 \cdot 545 + 190 \cdot n \cdot 545 + 190 \cdot 765,2 = 0$$

Despejando N_T de la primera fórmula y sustituyendo en la tercera.

$$N_T = 198,14 + 513,51 \cdot n$$

$$-(198,14 + 513,51 \cdot n) \cdot 1400 + 181863 + 103550 \cdot n = 0 \rightarrow 95813 = -615364 \cdot n \rightarrow n = -0,16 = -15,52\%$$

Lo que nos indica que por adherencia a máxima velocidad no se puede ir cuesta arriba.

Se ha procedido a rehacer los cálculos mediante un Excel llegando al resultado que mientras la velocidad sea mayor de 135 km/h la motocicleta no va ser capaz de subir ninguna pendiente por adherencia. Esta velocidad se puede alcanzar a un régimen de giro de 7750 rpm en 4^a marcha por lo que en mayor o menor medida en las 3 marchas más cortas se va a poder ascender una pendiente por adherencia siendo la máxima pendiente posible de 21,37% y siendo esta alcanzada a una velocidad de 11 km/h.

Velocidad (km/h)	Capacidad de Aceleración (m/s ²)
176,65	-15,52
160	-8,87
140	-1,75
135	-0,11
120	4,43
100	9,65
80	13,93
60	17,25
40	19,62
20	21,05

Tabla 6. Pendiente Superable por Adherencia

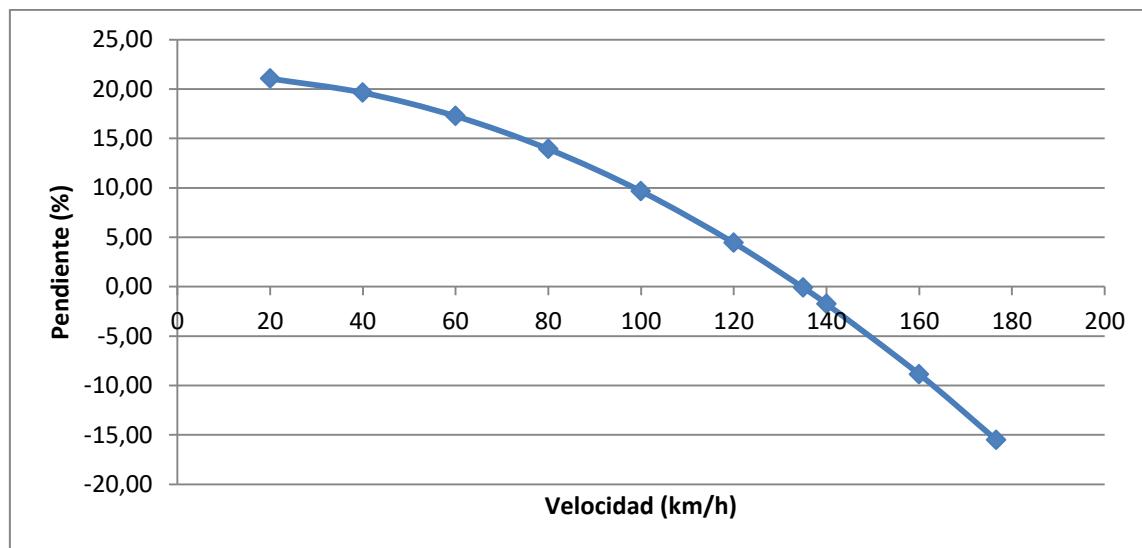


Gráfico 2. Velocidad vs Pendiente Superable por Adherencia

VII.3 - Máxima Aceleración en llano debido al Motor a Potencia Máxima

Para calcular la aceleración máxima se va a seguir el mismo procedimiento que para calcular la pendiente máxima pero ahora la pendiente será 0 por lo que la resistencia en pendiente será 0 al ser $P \cdot n$. Además habrá que añadir la componente debida a la aceleración la cual será

$$F_i = \frac{M_V}{9,81} \cdot \gamma \cdot (1 + \varepsilon_i)$$

Ecuación 19. Resistencia de Inercia debido a la Aceleración

Y como lo que se quiere es acelerar esta fuerza irá en la dirección contraria al movimiento por lo que queda que:

$$F_m - R_T - \frac{M_V}{9,81} \cdot \gamma \cdot (1 + \varepsilon_i) = 0$$

Sabiendo que

$$F_m = \frac{M_m \cdot r_i \cdot r_f \cdot \eta_T}{R}$$

$$R_T = F_z \cdot \mu_r + \frac{1}{16} \cdot C_x \cdot S \cdot v^2 + P \cdot n$$

$$(1 + \varepsilon_i) = 1,04 + 0,05 \cdot r_i^2$$

(Aunque esta aproximación es más para camiones o vehículos pesados)

Queda que

$$\frac{M_m \cdot r_5 \cdot r_f \cdot \eta_T}{R} - (F_z \cdot \mu_r + \frac{1}{16} \cdot C_x \cdot S \cdot v^2 + P \cdot n) - \frac{M_V}{9,81} \cdot \gamma \cdot (1,04 + 0,05 \cdot r_5^2) = 0$$

Y sustituyendo

$$\frac{\frac{3,58 \cdot 1,913 \cdot 3,077 \cdot 1}{0,649}}{2} - \left(190 \cdot 0,032 + \frac{1}{16} \cdot 0,6 \cdot 0,68 \cdot 1,09 \cdot 46,18^2 + 190 \cdot 0 \right) - \frac{190}{9,81} \cdot \gamma \cdot (1,04 + 0,05 \cdot 1,913^2) = 0 \rightarrow -0,42 = 23,69 \cdot \gamma \rightarrow \gamma = -0,017 \text{ m/s}^2$$

Lo que indica que en 5^a marcha a máxima potencia la motocicleta ya no tiene capacidad de aceleración lo que por otra parte tiene todo el sentido ya que a velocidad máxima no debería haber capacidad de aceleración ya.

A continuación se realizará el mismo cálculo pero en el supuesto de estar a par máximo saliendo el siguiente resultado

$$\frac{\frac{4,07 \cdot 1,913 \cdot 3,077 \cdot 1}{0,649}}{2} - \left(190 \cdot 0,023 + \frac{1}{16} \cdot 0,6 \cdot 0,68 \cdot 1,09 \cdot 28,86^2 + 190 \cdot 0 \right) - \frac{190}{9,81} \cdot \gamma \cdot (1,04 + 0,05 \cdot 1,913^2) = 0 \rightarrow 46,22 = 23,69 \cdot \gamma \rightarrow \gamma = 1,951 \text{ m/s}^2$$

Lo que demuestra que a par máximo sí que se tiene capacidad como para poder acelerar.

A continuación se ha calculado la capacidad de aceleración a la máxima potencia para las diferentes marchas siendo para cada marcha



Marcha	Relación de transmisión	Velocidad (km/h)	Capacidad de Aceleración (m/s ²)
1 ^a	5,313	59,86	3,558
2 ^a	3,643	87,31	3,127
3 ^a	2,833	112,27	2,311
4 ^a	2,282	139,38	1,213
5 ^a	1,913	166,26	-0,017

Tabla 7. Capacidad de Aceleración a Potencia Máxima en cada Marcha

Marcha	Relación de transmisión	Velocidad (km/h)	Capacidad de Aceleración (m/s ²)
1 ^a	5,313	37,42	4,181
2 ^a	3,643	54,57	3,955
3 ^a	2,833	70,17	3,399
4 ^a	2,282	87,11	2,686
5 ^a	1,913	103,91	1,951

Tabla 8. Capacidad de Aceleración a Par Máximo en cada Marcha

Al igual que pasaba con la pendiente se puede ver que a par máximo se tiene mayor capacidad (ya que al haber mayor par hay mayor fuerza motriz y como además ocurre a menor velocidad las resistencias son menores). Además se puede ver que a relación de transmisión mayor la diferencia entre la capacidad a máximo par y a máxima potencia es menor (como ocurría también con la pendiente).

VII.4 - Máxima Aceleración en llano debido a Adherencia a Máxima Velocidad

Al igual que en el apartado anterior no va a haber fuerza resistente por pendiente pero sí que habrá la componente debida a la aceleración. Como pasaba en el apartado 2, ahora la fuerza motriz va a ser

$$F_m = F_z \cdot \mu_a$$

Habrá que hacer equilibrios de fuerzas quedando las siguientes ecuaciones a partir de la Ilustración 95. Fuerzas sobre Vehículo (Apuntes Diseño y Arquitectura de Vehículos)

$$F_{TT} - R_r - P \cdot \sin\theta - R_A - F_i = 0$$

$$\rightarrow N_T \cdot \mu_a - P \cdot \mu_r - P \cdot n - \frac{1}{16} \cdot C_x \cdot S \cdot v^2 - \frac{M_V}{9,81} \cdot \gamma \cdot (1 + \varepsilon_i) = 0$$

$$N_T + N_D - P \cdot \cos\theta = 0 \rightarrow N_T + N_D = P$$

$$\sum M_B = 0 \rightarrow -N_T \cdot l + R_A \cdot h + P \cdot \sin\theta \cdot h + P \cdot \cos\theta \cdot b + \frac{M_V}{9,81} \cdot \gamma \cdot (1 + \varepsilon_i) \cdot h = 0$$

Sustituyendo los valores ya conocidos van a quedar

$$\begin{aligned}
 N_T \cdot 0,37 - 190 \cdot 0,034 - 190 \cdot 0 - \frac{1}{16} \cdot 0,6 \cdot 0,68 \cdot 1,09 \cdot 49,07^2 - \frac{190}{9,81} \cdot \gamma \\
 \cdot (1,04 + 0,05 \cdot 1,913^2) = 0 \rightarrow 0,37 \cdot N_T - 73,39 - 23,69 \cdot \gamma = 0 \rightarrow N_T \\
 = 198,14 + 64,02 \cdot \gamma
 \end{aligned}$$

$$N_T + N_D = 190$$

$$\begin{aligned}
 -N_T \cdot 1400 + \frac{1}{16} \cdot 0,6 \cdot 0,68 \cdot 1,09 \cdot 49,07^2 \cdot 545 + 190 \cdot 0 \cdot 545 + 190 \cdot 765,2 + \frac{190}{9,81} \cdot \gamma \\
 \cdot (1,04 + 0,05 \cdot 1,913^2) \cdot 545 = 0 \rightarrow -1400 \cdot N_T + 181863 + 12909,22 \cdot \gamma \\
 = 0
 \end{aligned}$$

Sustituyendo el N_T de la primera ecuación en la tercera queda

$$\begin{aligned}
 -1400 \cdot (198,14 + 64,02 \cdot \gamma) + 181863 + 12909,22 \cdot \gamma = 0 \rightarrow -95533 - 76718,78 \cdot \gamma \\
 = 0 \rightarrow \gamma = -1,25 \text{ m/s}^2
 \end{aligned}$$

Lo que vuelve a decir que a máxima velocidad no habrá capacidad de aceleración.

Haciendo cálculos sucesivos se ha llegado a la conclusión de que por encima de 134 km/h no se va a tener capacidad de aceleración debido a adherencia. A continuación se va a incluir una tabla con diferentes capacidades de aceleración para diferentes velocidades en 5^a marcha. Estas velocidades se han obtenido descendiendo 1000 rpm al motor comenzando por 8500 rpm que es el régimen máximo y llegando a 1500 rpm que es el régimen de giro del ralentí.

Régimen de giro (rpm)	Velocidad (km/h)	Capacidad de Aceleración (m/s ²)
8500	176,65	-1,25
7500	155,87	-0,59
6500	135,09	-0,01
5500	114,31	0,48
4500	93,52	0,89
3500	72,74	1,22
2500	51,96	1,47
1500	31,17	1,63

Tabla 9. Capacidad de Aceleración por Adherencia en 5^a Marcha

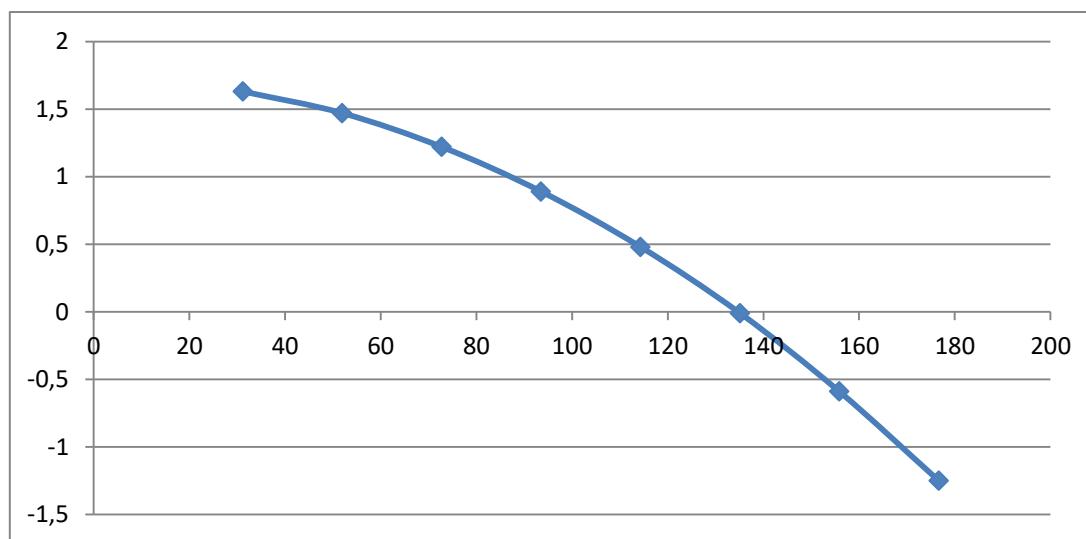


Gráfico 3. Velocidad vs Capacidad de Aceleración por Adherencia en 5^a Marcha

ANEXO VIII. Informe de Autenticidad

El presente documento tiene la finalidad de acreditar la autenticidad del vehículo DUCATI 500 GT con matrícula Z-0855-J y nº de bastidor MD-352351 según lo establecido en el RD 1247/1995 por el que se aprueba el Reglamento de Vehículos Históricos y el cual regula su circulación. Así mismo se propondrán las limitaciones a la circulación del vehículo así como las condiciones no exigibles al vehículo en la inspección técnica.

Yo, ISMAEL DE ELVIRA VICENTE, con DNI 73163340H, haciendo uso de mi responsabilidad de INGENIERO MECÁNICO acredito que el vehículo DUCATI 500 GT con matrícula Z-0855-J y nº de bastidor MD-352351 y todas sus piezas son originales.

Sobre el vehículo no recae ninguna limitación para su circulación.

Al vehículo no se le exigirá un valor límite del nivel sonoro en el ensayo a vehículos parados en la primera inspección técnica ya que en el *"Libro de Tablas de valores de referencia para el ensayo a vehículo parado editado por los fabricantes de vehículos"* no aparecen datos sobre este modelo. Por lo que según lo que establece el manual de procedimiento de inspección de las estaciones de ITV: *la inspección técnica deberá dictaminar que el vehículo se encuentra en perfecto estado de mantenimiento. En estas condiciones, determinará el nivel de emisión sonora para el ensayo a vehículo parado siguiendo el procedimiento de ensayo. A partir de ese momento, y en sucesivas inspecciones, el valor límite del ruido emitido por el vehículo será el obtenido al sumar 4 dB(A) al nivel de emisión sonora fijado en la primera inspección. Con este fin, se anotará el valor medido en la ficha técnica indicando el régimen de giro de referencia.*

Firmado en ZARAGOZA a 1 de JUNIO de 2022



ISMAEL DE ELVIRA VICENTE