



UNIVERSIDAD NACIONAL

“PEDRO RUIZ GALLO”

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

TESIS

Para Optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

Intervalo del ángulo de inclinación influido por la disminución de presión del neumático delantero de la motocicleta CB125 Twister Honda para evitar volcaduras

Presentado por

Bach. Mego Mondragon, Jhordan Anderson

Asesor

Dr. Ing. Méndez Cruz, Oscar

LAMBAYEQUE-PERÚ

23-01-2026



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”**

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

TESIS

**Para Optar el Título Profesional de
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

Intervalo del ángulo de inclinación influido por la disminución de presión del neumático delantero de la motocicleta CB125 Twister Honda para evitar volcaduras

Presentado por

Bach. Mego Mondragon, Jhordan Anderson

Aprobado por el jurado examinador:

PRESIDENTE : Dr. Ing. Aguinaga Paz, Amado
SECRETARIO : Ing. Tapia Asenjo, Robinson
VOCAL : Dr. Ing. Celada Padilla, James Skinner
ASESOR : Dr. Ing. Méndez Cruz, Oscar

LAMBAYEQUE-PERÚ

2026



UNIVERSIDAD NACIONAL

“PEDRO RUIZ GALLO”



III

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

TESIS

Para Optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

Intervalo del ángulo de inclinación influido por la disminución de presión del neumático delantero de la motocicleta CB125 Twister Honda para evitar volcaduras

CONTENIDO:

CAPÍTULO I	:	MARCO TEÓRICO
CAPÍTULO II	:	MARCO METODOLÓGICO
CAPÍTULO III	:	RESULTADOS
CAPÍTULO IV	:	DISCUSIÓN DE RESULTADOS
CAPÍTULO V	:	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Dr. Ing. Amado Aguinaga Paz

Dr. Ing. James Skinner Celada Padilla

Ing. Robinson Tapia Asenjo

Dr. Ing. Oscar Méndez Cruz



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DECANATO



ACTA DE SUSTENTACION N°0141-2026-FIME



En la ciudad de Lambayeque, siendo las 10:00 a.m. del día viernes 23 de enero 2026. Se reunieron los miembros del jurado, designados mediante Resolución N°012-2026-D-FIME-UNPRG, de fecha 09 de enero 2026, con la finalidad de Evaluar y Calificar la sustentación de la Tesis, conformado por los siguientes catedráticos:

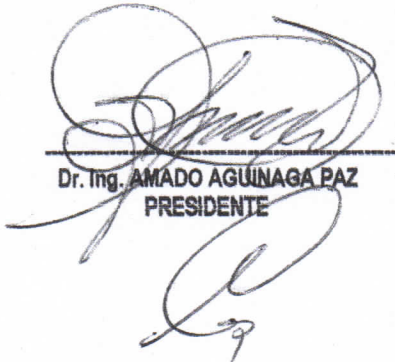
- | | |
|---|------------|
| ▪ Dr. Ing. AMADO AGUINAGA PAZ | PRESIDENTE |
| ▪ ING. ROBINSON TAPIA ASENJO | SECRETARIO |
| ▪ Dr. Ing. JAMES SKINNER CELADA PADILLA | MIEMBRO |
| ▪ Dr. Ing. OSCAR MÉNDEZ CRUZ | ASESOR |

Se recibió la Tesis titulada:

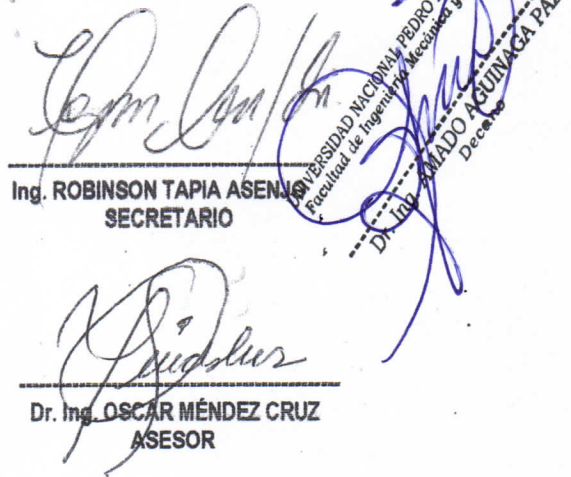
“INTERVALO DEL ÁNGULO DE INCLINACIÓN INFLUIDO POR LA DISMINUCIÓN DE PRESIÓN DEL NEUMÁTICO DELANTERO DE LA MOTOCICLETA CB125 TWISTER HONDA PARA EVITAR VOLCADURAS”

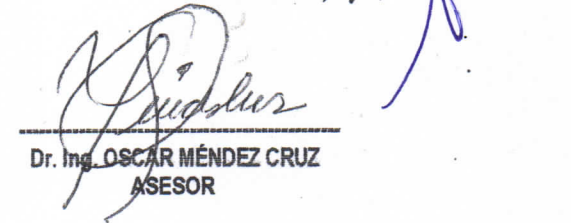
Presentada y sustentada por su autor, Bachiller: **MEGO MONDRAGON JHORDAN ANDERSON**. Finalizada la sustentación de la Tesis, el sustentante respondió las preguntas y observaciones de los miembros del jurado examinador, quienes procedieron a deliberar y acordaron otorgar el calificativo de **APROBADO**, Nota (17) en la escala vigesimal, mención BUENO. Quedando el sustentante apto para obtener el Título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, de acuerdo a la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente, de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

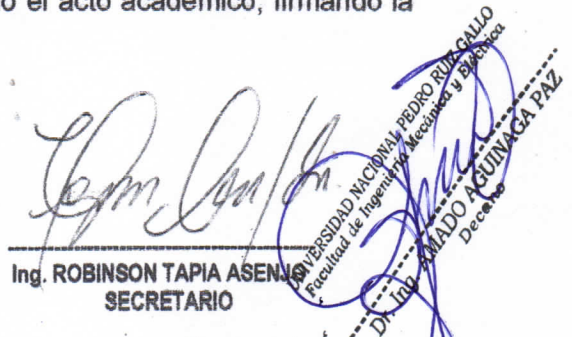
Siendo las 10:40 am del mismo día se da por concluido el acto académico, firmando la presente acta el jurado respectivo:


 Dr. Ing. AMADO AGUINAGA PAZ
 PRESIDENTE


 Dr. Ing. JAMES SKINNER CELADA PADILLA
 MIEMBRO


 Ing. ROBINSON TAPIA ASENJO
 SECRETARIO


 Dr. Ing. OSCAR MÉNDEZ CRUZ
 ASESOR



ANEXO 01

CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD

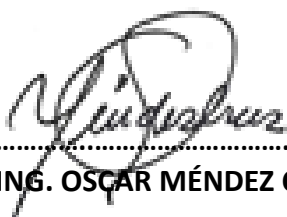
Yo, **Dr. Ing. Oscar Méndez Cruz**, usuario revisor del documento titulado: **“INTERVALO DEL ÁNGULO DE INCLINACIÓN INFLUIDO POR LA DISMINUCIÓN DE PRESIÓN DEL NEUMÁTICO DELANTERO DE LA MOTOCICLETA CB125 TWISTER HONDA PARA EVITAR VOLCADURAS”**.

Cuyo autor es, **Mego Mondragon Jhordan Anderson**, identificado con documento de identidad **N° 71071234** declaro que la evaluación realizada por el Programa informático, ha arrojado un porcentaje de similitud de **09%**, verificable en el Resumen de Reporte automatizado de similitudes que se acompaña.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos.

Se cumple con adjuntar el Recibo Digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque 18 de febrero del 2026



.....
DR. ING. OSCAR MÉNDEZ CRUZ

DNI: 17900167

ASESOR

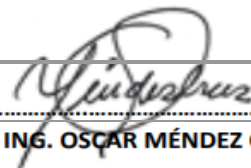
Se adjunta:

*Resumen del Reporte automático de similitudes

*Recibo Digital

INTERVALO DEL ÁNGULO DE INCLINACIÓN INFLUIDO POR LA DISMINUCIÓN DE PRESIÓN DEL NEUMÁTICO DELANTERO DE LA MOTOCICLETA CB125 TWISTER HONDA PARA EVITAR VOLCADURAS

INFORME DE ORIGINALIDAD



DR. ING. OSCAR MÉNDEZ CRUZ

DNI: 17900167

9%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

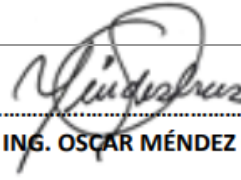
4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

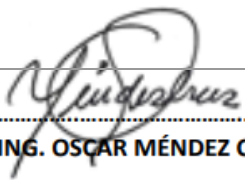
1	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
2	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	dspace.uazuay.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo Trabajo del estudiante	1%
7	Submitted to Universidad Tecnológica del Peru Trabajo del estudiante	<1%

8	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
9	oa.upm.es Fuente de Internet	<1 %
10	repositorio.unprg.edu.pe:8080 Fuente de Internet	<1 %
11	upcommons.upc.edu Fuente de Internet	<1 %
12	fdocuments.ec Fuente de Internet	<1 %
13	qdoc.tips Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	2w.honda.com.pe Fuente de Internet	<1 %
16	1library.co Fuente de Internet	<1 %
17	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
18	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.utesup.edu.pe Fuente de Internet	<1 %



DR. ING. OSCAR MÉNDEZ CRUZ

DNI: 17900167

20	dokumen.pub Fuente de Internet		<1 %
21	es.slideshare.net Fuente de Internet	 DR. ING. OSCAR MÉNDEZ CRUZ DNI: 17900167	<1 %
22	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet		<1 %
23	Submitted to Submitted on 1689612430128 Trabajo del estudiante		<1 %
24	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet		<1 %
25	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante		<1 %
26	clasipar.paraguay.com Fuente de Internet		<1 %
27	www.dne.sld.cu Fuente de Internet		<1 %
28	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet		<1 %
29	repositorio.unemi.edu.ec Fuente de Internet		<1 %
30	repositorio.unicesar.edu.co Fuente de Internet		<1 %



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Jhordan Anderson Mego Mondragon
Título del ejercicio: Quick Submit
Título de la entrega: INTERVALO DEL ÁNGULO DE INCLINACIÓN INFLUIDO POR LA ...
Nombre del archivo: TESIS_MEGO_MONDRAGON_JHORDAN_ANDERSON-_PRESENT...
Tamaño del archivo: 7.21M
Total páginas: 133
Total de palabras: 17,938
Total de caracteres: 110,385
Fecha de entrega: 04-feb-2026 07:41a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2870923885

UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

"INTERVALO DEL ÁNGULO DE INCLINACIÓN INFLUIDO POR LA
DISMINUCIÓN DE PRESIÓN DEL NEUMÁTICO DELANTERO DE LA
MOTOCICLETA CB125 TWISTER HONDA PARA EVITAR VOLCADURAS"

PRESENTADO POR
Bach. Mego Mondragon Jhordan Anderson
ASESOR
Dr. Ing. Oscar Méndez Cruz

LAMBAYEQUE-PERÚ
2026

DR. ING. OSCAR MÉNDEZ CRUZ
DNI: 17900167

DEDICATORIA

A mi madre, por su amor infinito, su fortaleza y por creer en mí
incluso en los momentos más difíciles.

A mi padre, cuyo ejemplo de trabajo y perseverancia ha guiado
cada uno de mis pasos.

A mi pareja, por acompañarme con paciencia, comprensión y
aliento en cada etapa de este proceso.

A mi hermana, a quien espero servir de ejemplo.

A mi tío Ricardo, por su orientación académica y por guiarme
siempre con sabiduría.

Y a la memoria de mi tío Evaristo, cuyo amor por las motos
despertó en mí la pasión que dio origen a esta investigación.

AGRADECIMIENTO

A mi alma mater, la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo,
por brindarme la formación que hizo posible este logro.

A la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica por el apoyo
académico durante mi formación.

A mi asesor, por su guía y dedicación en el desarrollo de esta
tesis.

Y a mis docentes, por compartir su conocimiento y contribuir a
mi crecimiento profesional.

Bach. Mego Mondragon Jhordan Anderson

RESUMEN

Conocer la estabilidad de una motocicleta al experimentar una curva depende en gran medida de la presión del neumático delantero, pues influye en la deformación del neumático, la transferencia de carga y el comportamiento dinámico durante la inclinación. Sin embargo, existe poca evidencia que determine con precisión un intervalo de presión que garantice seguridad y reduzca el riesgo de volcadura. Por ello, el objetivo de esta investigación fue establecer el intervalo óptimo de presión del neumático delantero para la motocicleta Honda CB125 Twister, evaluando su efecto sobre el ángulo de inclinación y los momentos estabilizadores y desestabilizadores para evitar volcaduras.

La metodología combinó análisis teórico, ensayos experimentales y simulaciones mediante el software estadístico. Donde se evaluaron presiones entre 14 y 32 PSI, registrando ángulos de inclinación máxima y mínima, índice de estabilidad y como estas presiones influyen en la variación de los momentos que influyen en la estabilidad de la motocicleta. Los valores experimentales permitieron contrastar las predicciones teóricas y determinar las zonas de mayor sensibilidad dinámica.

Finalmente, se determinó que el intervalo óptimo de presión se ubica entre 22 y 26 PSI, ya que proporciona el mejor equilibrio entre rigidez, capacidad de inclinación y control lateral, reduciendo la probabilidad de volcadura y el desgaste del neumático. Este rango se propone como referencia segura para la operación y mantenimiento de la motocicleta Honda CB125 Twister.

Palabras Clave: Motocicleta, Ángulo de Inclinación, Presión del Neumático, Volcadura

ABSTRACT

Know the stability of a motorcycle when cornering depends largely on front tire pressure, as it influences tire deformation, load transfer, and dynamic behavior during leaning. However, there is little evidence to accurately determine a pressure range that ensures safety and reduces the risk of overturning. Therefore, the objective of this research was to establish the optimal front tire pressure range for the Honda CB125 Twister motorcycle, evaluating its effect on the lean angle and the stabilizing and destabilizing moments to prevent rollovers.

The methodology combined theoretical analysis, experimental tests, and simulations using statistical software. Pressures between 14 and 32 PSI were evaluated, recording maximum and minimum lean angles, stability index, and how these pressures influence the variation of the moments that affect the stability of the motorcycle. The experimental values allowed the theoretical predictions to be compared and the areas of greatest dynamic sensitivity to be determined.

Finally, it was determined that the optimal pressure range is between 22 and 26 PSI, as it provides the best balance between rigidity, tilt capacity, and lateral control, reducing the probability of tipping over and tire wear. This range is proposed as a safe reference for motorcycle operation and maintenance.

Keywords: Motorcycle, Lean angle, Tire pressure, rollover

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO	V
RESUMEN	VI
ABSTRACT.....	VII
ÍNDICE.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE TABLAS	XV
INTRODUCCION	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	2
1.1. Realidad Problemática.....	2
1.2. Formulación del Problema	3
1.3. Delimitación de la Investigación.....	3
1.3.1. Delimitación Espacial:	4
1.3.2. Delimitación Temporal:	4
1.4. Justificación E Importancia de la Tesis	4
1.5. Limitaciones de la tesis	5
1.6. Objetivos de la tesis.....	6
1.6.1. Objetivo general.....	6
1.6.2. Objetivos específicos	6
2. Marco teórico.....	7

2.1.	Antecedentes de estudio	7
2.1.1.	Antecedentes Internacionales.....	7
2.1.2.	Antecedentes Locales.....	9
2.2.	Desarrollo De La Temática.....	9
2.2.1.	Motocicleta	9
2.2.1.1.	Clases de motocicleta.....	10
2.2.1.2.	Tipos de cilindrada.....	12
2.2.3.	Neumáticos	15
2.2.3.1.	Adherencia	16
2.2.3.2.	Fricción	16
2.2.3.3.	Presión Neumática	17
2.2.3.4.	Efectos de la presión del aire en la inclinación:.....	18
2.2.4.	Dinámica de una motocicleta.....	19
2.2.5.	Estabilidad y volcaduras en motocicletas	20
2.2.5.1.	Estabilidad.....	20
2.2.5.2.	Equilibrio	20
2.2.5.3.	Volcaduras.....	21
2.2.6.	Análisis de cargas	22
2.2.6.1.	Geometría de la motocicleta CB 125 Twister	22
2.2.6.1.1.	Ecuación delimitada a una velocidad constante	22
2.2.6.1.1.1.	Fuerzas presentes	23

2.2.6.2.	Ángulo de inclinación ideal de una motocicleta	24
2.2.6.3.	Incremento del Ángulo de Inclinación.....	25
2.2.6.4.	Ángulo de inclinación efectivo	26
2.2.6.5.	Representación gráfica del ángulo de inclinación de una motocicleta	26
2.2.6.6.	Desplazamiento lateral del punto de contacto respecto al plano medio de la rueda.....	27
2.2.6.7.	Coefficiente efectivo de fricción lateral para una determinada presión.....	27
2.2.6.8.	Carga normal delantera	30
2.2.6.9.	Fuerza lateral.....	30
2.2.6.10.	Par desestabilizador	31
2.2.6.11.	Condición de estabilidad Lateral	31
2.2.7.	Ángulo de Inclinación según el Centro de Gravedad	32
2.2.7.1.	Efecto giroscópico en el manillar	34
2.2.8.	Normativas y recomendaciones técnicas	35
CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO		37
2.1.	Tipo y Diseño de investigación	37
2.2.	Población y muestra	37
2.2.1.	Población.....	37
2.2.2.	Muestra	37
2.3.	Hipótesis.....	38
2.4.	Variables y operacionalización.....	38
2.5.	Métodos y técnicas de investigación.....	40

2.5.1.	Método de investigación	40
2.5.2.	Técnicas de investigación	40
2.5.2.1.	Técnicas	40
2.5.2.1.1.	Revisión bibliográfica:	40
2.5.2.1.2.	Observación:	40
2.5.2.1.3.	Solicitudes de conformidad y de permisos:	40
2.5.2.2.	Instrumentos de medición física	40
2.5.2.2.1.	Manómetro digital:	40
2.5.2.2.2.	Inclinómetro digital	40
2.5.2.2.3.	Bomba de aire con regulador	41
2.5.2.2.4.	Cinta métrica y calibradores	41
2.5.2.3.	Instrumentos de adquisición de datos dinámicos	41
2.5.2.3.1.	Aplicativo BikeSensor	41
2.5.2.3.2.	GPS:	41
2.5.2.3.3.	Cámaras:	41
2.6.	Análisis estadístico e interpretación de resultados	41
CAPÍTULO III: RESULTADOS		42
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN DE RESULTADOS		68
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		72
5.1.	Conclusiones:	72
5.2.	Recomendaciones:	73

Referencias bibliográficas..... 74

Anexos 77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 10

Figura 2 10

Figura 3	11
Figura 4	12
Figura 5	13
Figura 6	13
Figura 7	14
Figura 8	16
Figura 9	17
Figura 10	18
Figura 11	21
Figura 12	23
Figura 13	24
Figura 14	26
Figura 15	33
Figura 16	34
Figura 17	64
Figura 18	79
Figura 19	80
Figura 20	81
Figura 21	82
Figura 22	83
Figura 23	84
Figura 24	85
Figura 25	86
Figura 26	87
Figura 27	87

Figura 28	88
Figura 29	89
Figura 30	90
Figura 31	91
Figura 32	92
Figura 33	93
Figura 34	94
Figura 35	95
Figura 36	96
Figura 37	97
Figura 38	98
Figura 39	99
Figura 40	100
Figura 41	101
Figura 42	102
Figura 43	103
Figura 44	104
Figura 45	105
Figura 46	106
Figura 47	107
Figura 48	108
Figura 49	109
Figura 50	110
Figura 51	111
Figura 52	112

Figura 53	113
Figura 54	114
Figura 55	115
Figura 56	116
Figura 57	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	15
Tabla 2.....	23
Tabla 3.....	28
Tabla 4.....	29
Tabla 5.....	35
Tabla 6.....	38
Tabla 7.....	39
Tabla 8.....	42
Tabla 9.....	44
Tabla 10.....	47
Tabla 11.....	48
Tabla 12.....	50
Tabla 13.....	52
Tabla 14.....	54
Tabla 15.....	55
Tabla 16.....	57
Tabla 17.....	59
Tabla 18.....	60
Tabla 19.....	61
Tabla 20.....	62
Tabla 21.....	63
Tabla 22.....	66
Tabla 23.....	66

INTRODUCCION

En el nororiente del Perú, ciudades como Jaén y Bagua han experimentado un incremento significativo en el uso de motocicletas como medio de transporte cotidiano. Este crecimiento responde a su bajo costo, practicidad y capacidad para adaptarse a rutas urbanas y rurales. Entre los modelos más utilizados destaca la Honda CB125 Twister, elegida por su accesibilidad y fácil manejo. Sin embargo, el incremento de motocicletas también ha traído un aumento en la ocurrencia de accidentes, especialmente volcaduras en curvas, que ponen en riesgo la integridad de los usuarios.

Uno de los factores que influye directamente en estas volcaduras es la disminución de la presión del neumático delantero. Cuando esta presión baja, se altera el comportamiento dinámico de la motocicleta, modificando el ángulo de inclinación necesario para mantener el equilibrio y reduciendo la estabilidad en maniobras curvas. Esta situación es especialmente preocupante en una región donde las vías presentan constantes irregularidades y condiciones climáticas variables que afectan el estado del pavimento.

Ante esta problemática, la presente investigación busca proponer un intervalo seguro del ángulo de inclinación influido por distintos niveles de presión del neumático delantero en la motocicleta Honda CB125 Twister, con el propósito de reducir el riesgo de volcaduras. Para ello, se realizaron pruebas experimentales en un circuito controlado, complementadas con un análisis dinámico que considera fuerzas, cargas y parámetros mecánicos clave.

Los resultados obtenidos permitirán brindar recomendaciones técnicas que contribuyan a una conducción más segura, a una mejor toma de decisiones por parte del conductor y al fortalecimiento de la seguridad vial en la región.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Realidad Problemática

El Perú es un país en desarrollo donde una de las principales actividades es el comercio, esto sucede en el nor oriente del Perú, donde se encuentran localidades como Jaén y Bagua. Estas ciudades son conocidas por ser muy comerciadas, esto trae como consecuencia que los habitantes necesiten vehículos para transportarse con facilidad; dichos vehículos deben ser cómodos, económicos y que se adapten a las condiciones del nor oriente peruano. Por tal motivo los habitantes suelen utilizar motos lineales y mototaxis como medios de transporte, como lo demuestra un estudio realizado por un el diario ojo público (2024) en el año 2021 después de la pandemia del COVID-19 se observó un incremento de 39,6% de venta de estos vehículos sacando en el 2022 una diferencia de 2,9% en comparación con los automóviles.

En el nor oriente peruano como Jaén y Bagua conocidas ciudades de esta parte del país por su clima ya que es muy variable, con periodos de intenso sol o lluvias. Se observó que esto hace que las carreteras, pistas, trochas carrozables y caminos tengan un estado de deterioro considerable que ocasiona dificultad para conducir y afecta los elementos mecánicos de los diferentes vehículos. Dentro de estas ciudades la motocicleta CB125 Twister de Honda es uno de los modelos más adquiridos debido a su bajo costo en el mercado, su fácil manejo y mucha asequibilidad de sus repuestos usándola como vehículo menor para movilizarse a pueblos, comunidades y distritos colindantes entre ellos, como Jaén-San Ignacio, Jaén-Bagua, Jaén-Pucará y otros.

El problema que se ha observado en las motocicletas de este modelo como la CB125 Twister HONDA, radica en la reducción de presión del neumático delantero generado por el estado de pistas, pinchazos pequeños a lo largo de su superficie, exceso de carga, condiciones

climáticas e incorrecto sellado luego de alguna reparación son algunas de las formas en la que disminuye la presión de dicho neumático delantero de la motocicleta.

Esta disminución de presión en el neumático delantero tiene una influencia en el ángulo de inclinación con la vertical de la motocicleta CB125 Twister HONDA al tomar curvas lo que puede ocasionar volcaduras, inestabilidad del vehículo, desgaste prematuro de los neumáticos y deformación de elementos mecánicos que componen la estructura de la motocicleta.

Un boletín informativo brindado por el Observatorio Nacional de Seguridad Vial (2023) menciona que dentro de las clases de siniestros de tránsito más comunes ocurridos en Perú son los despistes 14,4 % y las volcaduras 2,0%. Teniendo dentro de estos porcentajes accidentes ocasionados por la influencia de la presión del neumático delantero en el ángulo de inclinación con la vertical de la motocicleta CB125 Twister HONDA al tomar curvas cerradas.

Por tal motivo mi aporte es proponer un intervalo de inclinación seguro con respecto a la vertical influenciado por la disminución de presión del neumático delantero de la motocicleta CB125 Twister HONDA para evitar las volcaduras.

1.2. Formulación del Problema

¿La disminución de presión del neumático delantero causa variación en el ángulo de inclinación con la vertical de la motocicleta CB125 Twister HONDA lo que puede ocasionar volcaduras, inestabilidad del vehículo, desgaste prematuro de los neumáticos y deformación de elementos mecánicos que componen la estructura de la motocicleta?

1.3. Delimitación de la Investigación

La delimitación del presente estudio se centró en una relación causal entre la presión del neumático delantero (variable independiente) y el ángulo de inclinación respecto de la vertical (variable dependiente) de una motocicleta CB125 Twister HONDA teniendo como propósito proponer un intervalo seguro de inclinación, teniendo en consideración que esto se logra cuando no se producen pérdidas de adherencia ni inestabilidades que provoquen

volcaduras, bajo distintos niveles de presión del neumático delantero. En ese contexto se ha tenido en consideraron la delimitación desde dos puntos de vista:

1.3.1. Delimitación Espacial:

Para este estudio las pruebas se realizaron en el circuito de prueba de manejo “San José” de la ciudad de Bellavista, Jaén, Cajamarca; que cuenta con curvas circulares con una superficie seca y limpia, sin tráfico externo necesarias para dicho estudio. Adicional a esto se utilizó un único trazado para todas las corridas a fin de asegurar homogeneidad del coeficiente de fricción del pavimento.

1.3.2. Delimitación Temporal:

El trabajo se desarrolló durante los meses de setiembre a diciembre del año 2025, realizándose las mediciones en jornadas consecutivas para minimizar variaciones ambientales. El análisis de datos se efectuó finalizada la recolección de datos.

1.4. Justificación E Importancia De La Tesis

El crecimiento del uso de motocicletas en el Perú viene siendo alto y progresivo viéndose reflejado con mayor intensidad en el nororiente peruano donde se encuentran ciudades como Jaén. Esto trae consigo que la población tenga una mayor exposición a riesgos de accidentes viales, siendo las volcaduras en curvas uno de los eventos más frecuentes y peligrosos. Factores como la disminución de presión del neumático delantero tienen un efecto directo en la estabilidad dinámica de la motocicleta pues modifican la superficie de contacto y la rigidez del neumático teniendo como consecuencia que exista una variación del ángulo de inclinación máximo seguro haciendo que la motocicleta pierda adherencia y provocando volcaduras.

Por esto, la presente investigación se justificó porque aborda de manera científica la relación entre la disminución de presión del neumático delantero y el intervalo de ángulo de

inclinación seguro de una motocicleta Honda CB125 Twister, modelo que es ampliamente utilizado en entornos urbanos por su bajo consumo y accesibilidad económica. La investigación se sustenta en la necesidad de prevenir volcaduras que derivan en lesiones graves o incluso mortales en el conductor y en la posibilidad de generar recomendaciones técnicas que contribuyan a mejorar las prácticas de seguridad vial.

En consecuencia, la importancia del presente estudio radica en que aporta una relevancia práctica y social, al identificar los rangos de presión que garantizan un margen seguro de inclinación resultando útiles a los conductores, talleres mecánicos y fabricantes de neumáticos en la prevención de accidentes. También nos brinda un aporte técnico–científico, al generar datos experimentales sobre la influencia de la presión del neumático delantero en la dinámica de la motocicleta Honda CB125 Twister, que podrán servir como referencia en futuras investigaciones. Adicional a esto contribuye al ámbito de la seguridad vial y las políticas públicas, ya que sus resultados pueden respaldar normativas y campañas de concientización orientadas a reducir las volcaduras de motociclistas. Finalmente, posee un valor académico y formativo, puesto que fortalece las competencias investigativas del autor y enriquece el campo de la ingeniería mecánica y del transporte mediante la aplicación de métodos experimentales y estadísticos para la solución de problemas de seguridad vehicular.

1.5.Limitaciones de la tesis

Recalcar que en el presente estudio quedaron fuera de alcance: efectos del neumático trasero pues se consideró la presión establecida por el fabricante, estado/ajuste de suspensión realizando un mantenimiento general de este elemento, distribución de masas considerando solo la masa del conductor, motocicleta y combustible, pericia del piloto como factor entre sujetos teniendo para esto solo un conductor; tipo de pavimento distinto al especificado, presencia de agua o contaminantes y variaciones de carga ajenas a las establecidas; por tal motivo se utilizó un circuito de prueba de manejo.

Considerar también que no se evaluó maniobras transitorias extremas (frenadas en plena inclinación, baches, lluvia). Para esta investigación se utilizó un único conductor lo que reduce la variabilidad, pero limita la extrapolación a diferentes estilos de conducción.

1.6.Objetivos de la tesis

1.6.1. Objetivo general

Proponer un intervalo seguro del ángulo de inclinación en función de la presión del neumático delantero de la motocicleta CB125 Twister HONDA para evitar volcaduras.

1.6.2. Objetivos específicos

- Identificar mediante un análisis de cargas dinámicas la influencia de la presión del neumático delantero en el ángulo de inclinación de la motocicleta CB125 Twister HONDA para evitar volcaduras.
- Establecer la influencia de la presión del neumático delantero de la motocicleta CB125 Twister HONDA sobre el ángulo de inclinación con respecto a la vertical de la motocicleta mediante un software estadístico.
- Definir los valores críticos del ángulo de inclinación influido por la disminución de presión del neumático delantero de la motocicleta CB125 Twister HONDA para evitar volcaduras.
- Determinar el intervalo optimo de presión del neumático delantero de la motocicleta CB125 Twister HONDA que permita mantener un ángulo de inclinación eficiente para reducir costos por mantenimiento o reparación en caso de volcaduras.

2. Marco teórico

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes Internacionales

La investigación realizada por Soria (2020), denominada “Evaluación de alternativas, diseño y cálculo de chasis para Motostudent Petrol”. Universidad politécnica de Valencia. España. Utiliza una investigación experimental pues mediante prototipos y pruebas de resistencia corrobora los datos obtenidos. Soria (2020) realiza un enfoque general para evaluar los diferentes tipos de chasis y todos los parámetros que influyen sobre el chasis para que de esta manera logre disminuir el costo de fabricación, disminuir el peso del elemento y la rigidez de este.

Esta investigación aporta el ángulo de inclinación utilizado por motocicletas de competición el cual es de 50° con respecto a la vertical, además menciona que el ángulo de inclinación al ser mayor a 50° con respecto a la vertical, el chasis y el basculante son los elementos que se exponen a absorber gran parte de las irregularidades del terreno, pero debido a la inclinación no pueden absorberlo lo que podría derivar en una volcadura.

La investigación realizada por Ferrer (2017), denominada “Diseño de un chasis de motocicleta de competición tipo Moto3 con un sistema de regulación de la rigidez lateral”. Universidad Politécnica de Catalunya. España. La investigación es experimental ya que realiza pruebas de dinámica de la motocicleta, el diseño estructural y del sistema de regula la rigidez, simulación del conjunto y pruebas en la pista con el prototipo definitivo para la recolección de datos para el diseño.

En esta investigación se habla de cómo al aumentar el ángulo de inclinación con respecto a la vertical en unos 60° grados en una moto de carreras se genera un problema en la suspensión que al no poder ser solucionado para a distribuirse en el chasis, el basculante y el tren delantero de la moto; para dar solución a esto Ferrer (2017) está proponiendo un

chasis que se ajuste a esta nueva problemática con la finalidad de generar un mejor desempeño en las motocicletas de carrera. El aporte más significativo de esta investigación es el comportamiento del ángulo de inclinación en la distribución de las fuerzas sobre el chasis, el basculante y el tren delantero de las motocicletas elementos que son de suma importancia para la estabilidad del vehículo en curvas.

Así mismo, podemos exponer lo expuesto por Lancheros y Rojas (2018) titulado “Diseño e implementación de sistema de detección de accidentes en motocicleta para un entorno empresarial”. Universidad distrital Francisco José de Caldas. Colombia. Los autores nos exponen una investigación experimental pues utiliza sensores de inclinación para recaudar información remota y así realizar un seguimiento que permita una acción más rápida al presentarse un accidente.

Lancheros y Rojas (2018) mencionan que mediante un sensor de inclinación en las motocicletas vinculado a distancia se pueden obtener datos de volcaduras en tipo real, que permitan salvaguardar la vida de los conductores. Esta investigación nos brindó una forma en que se debe analizar un sensor y la importancia de la inclinación en la dinámica de una motocicleta.

La investigación elaborada por Stanglmayr et al. (2020) titulada “Hacia viajes más seguros: medición de la dinámica de las motocicletas con teléfonos inteligentes Towards Safer Rides: Measuring Motorcycle Dynamics with Smartphones”. Universidad Técnica de Dresde, Dresde. Alemania.

Los autores proponen el uso de un aplicativo en celulares económicos permita el aprovechamiento del ángulo de inclinación de las motociclistas para que los accidentes por pérdida de control disminuyan. Stanglmayr et all.(2020) para lograr esto los autores utilizan los sensores propios de los celulares inteligentes obteniendo resultados alentadores en pruebas realizadas en varias motocicletas y en diferentes rutas.

2.1.2. Antecedentes Locales

Actualmente, no se evidencia estudios relacionados al tema en la academia. Por lo tanto, se desconoce la influencia de la presión del neumático delantero sobre el ángulo de inclinación con respecto a la vertical de la motocicleta CB125 Twister HONDA. Se observa que en ciudades del nororiente peruano existen bastantes casos de volcaduras y despistes a causa de la influencia de la presión del neumático delantero sobre el ángulo de inclinación con respecto a la vertical de la motocicleta CB125 Twister HONDA. En ese sentido, la presente investigación toma relevancia ya que, busca proponer un intervalo seguro del ángulo de inclinación en función de la presión del neumático delantero de la motocicleta CB125 Twister HONDA.

2.2.Desarrollo De La Temática

2.2.1. Motocicleta

Se define como un vehículo menor que está compuesto por dos ruedas las cuales son impulsadas por un motor. Este vehículo menor cuenta con dos ruedas las cuales son estructuras fundamentales para este tipo de vehículos menores. La rueda delantera es aquella encargada de la dirección por tal motivo se le conoce como rueda directriz y la rueda posterior encargada de la fuerza y velocidad del vehículo conocida como rueda motriz.

Figura 1

Vista lateral de la motocicleta Honda CB125F Twister



Nota: Imagen tomada de *Honda CB125F Twister – Ficha del modelo*, por Honda Motos Perú (s. f.), disponible en <https://motos.honda.com.pe/producto/cb125f-twister>. © Honda Motos Perú.

2.2.1.1. Clases de motocicleta

a) Motocicletas Urbanas y Scooters

Las motocicletas urbanas y los scooters se caracterizan por ser ágiles y prácticos para desplazarse entre el tráfico. Destacan por su ligereza, bajo consumo de combustible y costos de mantenimiento accesibles. Además, resultan fáciles de conducir y suelen tener una cilindrada que va aproximadamente de 110 cc a 250 cc.

Figura 2

Vista lateral de una motocicleta tipo scooter modelo Honda PCX160



Nota: Imagen tomada de *Honda PCX160 – Ficha del modelo*, por Honda Motos Perú (s. f.), disponible en <https://motos.honda.com.pe/producto/pcx160>. © Honda Motos Perú.

b) Motocicletas Naked

Las motocicletas Naked, también conocidas como “desnudas”, se distinguen por carecer de carenado, lo que les otorga un estilo más ligero y con apariencia agresiva. Son una alternativa atractiva para quienes desean potencia combinada con versatilidad. Ofrecen una conducción cómoda, gran maniobrabilidad y motores de mediana a alta cilindrada, generalmente a partir de los 250 cc, con una excelente capacidad de respuesta.

Figura 3

Vista lateral de una motocicleta tipo Naked modelo Honda CL500



Nota: Imagen tomada de Honda CL500 – Ficha del modelo, por Honda Motos Perú (s. f.), disponible en <https://motos.honda.com.pe/producto/cl500>. © Honda Motos Perú.

c) Motocicletas Deportivas

Este tipo de motocicleta se caracteriza por ser fabricada con el objetivo de brindar un alto desempeño tanto en carretera como en pista. Su diseño aerodinámico y la potencia de sus motores les permiten alcanzar grandes velocidades. La postura de manejo, inclinada hacia adelante, favorece la reducción de la resistencia al viento, mientras que su sistema de suspensión y frenos está optimizado para ofrecer la mayor estabilidad. Generalmente destacan por su fuerza y potencia.

Figura 4

Vista lateral de una motocicleta tipo deportiva modelo Honda CBR500R



Nota: Imagen tomada de Honda CBR500R – Ficha del modelo, por Honda Motos Perú (s. f.), disponible en <https://motos.honda.com.pe/producto/cbr500r>. © Honda Motos Perú.

2.2.1.2. Tipos de cilindrada

La cilindrada de una motocicleta es la medida que delimita el rendimiento del motor, la cual se expresa en centímetros cúbicos (cc) indicándonos el volumen total del cilindro donde se realiza la combustión. Dicho de otra manera, expresa la capacidad del motor para producir potencia y velocidad (Top Motors, 2024).

Las motocicletas se pueden clasificar mediante esta característica pues la cilindrada brinda un diseño particular que ofrece diferentes niveles de rendimiento. Dentro de esta clasificación tenemos:

a) Motores de baja cilindrada

Son aquellos motores que cuentan con un cilindro menor a 250 cc. Estos modelos son ideales para principiantes y para la conductividad en ciudades urbanas. Dentro de este grupo tenemos motocicletas como la Honda CB125F Twister, la Honda CB190R, entre otros (Top Motors, 2024).

Figura 5

Vista lateral de una motocicleta Honda CBR190R 2.0



Nota: Imagen tomada de Honda CBR190R 2.0 – Ficha del modelo, por Honda Motos Perú (s. f.), disponible en <https://motos.honda.com.pe/producto/cbr190r>. © Honda Motos Perú.

b) Motores de Cilindrada Media

Aquí encontramos motores con una cilindrada entre 250cc-600cc. Estas motocicletas brindan potencia y manejabilidad de manera equilibrada, las cuales tienen un buen desempeño en las ciudades y en carreteras para rutas largas. Tenemos modelos como la Honda CBR500R, CRF 300F, entre otros (Top Motors, 2024).

Figura 6

Vista lateral de una motocicleta Honda CRF300L ABS



Nota: Imagen tomada de Honda CRF300L ABS – Ficha del modelo, por Honda Motos Perú (s. f.), disponible en <https://motos.honda.com.pe/producto/crf300labs>. © Honda Motos Perú.

c) Motores de Alto Cilindraje (600 cc – 1000 cc y más):

Este tipo de motocicletas cuentan con una cilindrada entre 600cc-1000cc. Estas motocicletas que poseen un cilindraje alto cuentan con un diseño que brinda un rendimiento superior y una experiencia de conducción emocionante. Aquí están motocicletas como Honda CB1000R, Ducati Monster, entre otros (Top Motors, 2024).

Figura 7

Vista lateral de una motocicleta Honda CRF1100L Africa Twin Adventure Sports



Nota: Imagen tomada de Honda CRF1100L– Ficha del modelo, por Honda Motos Perú (s. f.), disponible en <https://motos.honda.com.pe/producto/crf1100l>. © Honda Motos Perú.

2.2.2. Motocicleta CB 125 Twister (HONDA)

La motocicleta CB 125 Twister cuenta con un motor OH 4T, 2 válvulas refrigerado por aire, su cilindrada es de 124,8 CC. Una potencia máxima de 8,5 Hp a 7000 rpm y su torque máximo es de 10,1 N a 5000 rpm. Cuenta con un sistema de alimentación Carburado y una transmisión de 4 velocidades.

Es un vehículo ahorrador pues su consumo de combustible es de 250 Km/gl alcanzando una velocidad máxima de 89 Km/h, cuenta también con un chasis cuyo peso es de 117 Kg y un tanque de combustible de 10,1 L.

Utiliza neumáticos 80/100/18 en la delantera y 90/90/18 en la posterior con una presión recomendada de 175 kPa y 225 kPa. Tiene también una suspensión delantera de Horquilla telescópica 116 mm y una suspensión posterior de muelles regulables. (HONDA, 2018)

Tabla 1*Especificaciones*

Datos de servicio		
Medidas de los neumáticos	Delantero	80/100-18M/C 47P
	Trasero	90/90-18M/C 51P
Tipo de neumático	Capas sesgadas, sin cámara	
Neumáticos recomendados	Delantero	YUANXING P206
	Trasero	YUANXING CY160B
Presión de los neumáticos (solo piloto)	Delantero	175 kPa (1,75 kgf/cm ²)
	Trasero	200 kPa (2,00 kgf/cm ²)
Presión de los neumáticos (piloto y pasajero)	Delantero	175 kPa (1,75 kgf/cm ²)
	Trasero	225 kPa (2,25 kgf/cm ²)

Nota. Extraído del manual del fabricante de la motocicleta CB 125 Twister HONDA

2.2.3. Neumáticos

El neumático es un componente el cual tiene como función la de suspensión. La rigidez de la estructura de los neumáticos cuenta con una importante función en la dinámica de la motocicleta y cuenta con mucha importancia en curvas, aceleración y deceleración (Ferrer, 2017).

Este elemento fundamental puesto que es aquel que tiene contacto directo con la superficie. Los neumáticos son elaborados muy a menudo de caucho el cual es encargado de soportar el aire de su interior el cual a su vez sobrelleva el peso del vehículo y la carga. El caucho debe resistir también a la abrasión, al desgaste y a los diversos cambios climáticos que experimenta la región. Por tal motivo también cuenta con un diseño en su superficie el cual le brinda características únicas para un mejor desempeño (Marisol, 2017).

Figura 8

Llanta delantera original de la Honda CB 125 Twister



Nota: Adaptado de *Llanta delantera original Honda Twister CB-125*, por MercadoLibre (s. f.), disponible en <https://www.mercadolibre.com>

2.2.3.1. Adherencia

Los neumáticos son los elementos que tienen como función brindar la tracción o adherencia de la motocicleta a la superficie del suelo. Dicha adherencia se obtiene con el coeficiente de rozamiento del suelo y la banda de la llanta. La adherencia del neumático es aquella que soporta las fuerzas combinadas tanto laterales como longitudinales. En las motocicletas se ha buscado aumentar la adherencia de los neumáticos ya que esto traería consigo motores más potentes y un mayor ángulo de inclinación que te permita tomar las curvas con mayor seguridad (Marisol, 2017).

2.2.3.2. Fricción

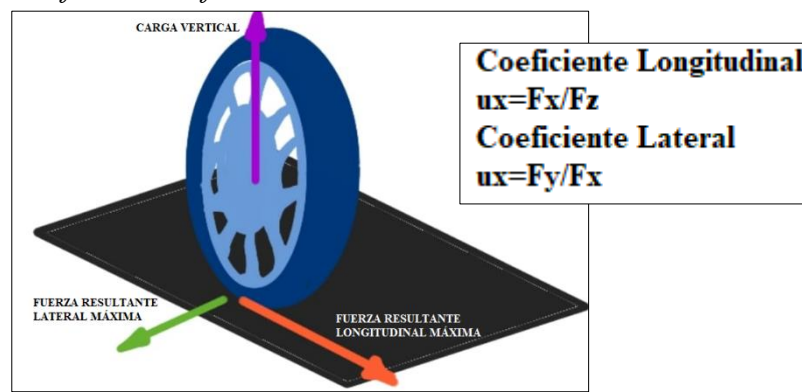
Es aquel fenómeno ocasionado por la relación de la variedad de materiales y una superficie. Esta propiedad es la resistencia al movimiento, y se evalúa usando los siguientes coeficientes:

- Coeficiente de fricción longitudinal (CFL)
- Coeficiente de fricción transversal o lateral (CFT)

El coeficiente de fricción cambia por la incidencia de los siguientes elementos: la presión de los neumáticos, por cómo se compone de las llantas, la manifestación de componentes en la superficie de las carreteras como pueden ser lodo, agua, humedad, entre otros (Mundaca, 2019).

Figura 9

Representación del coeficiente de fricción



Nota: Elaboración propia

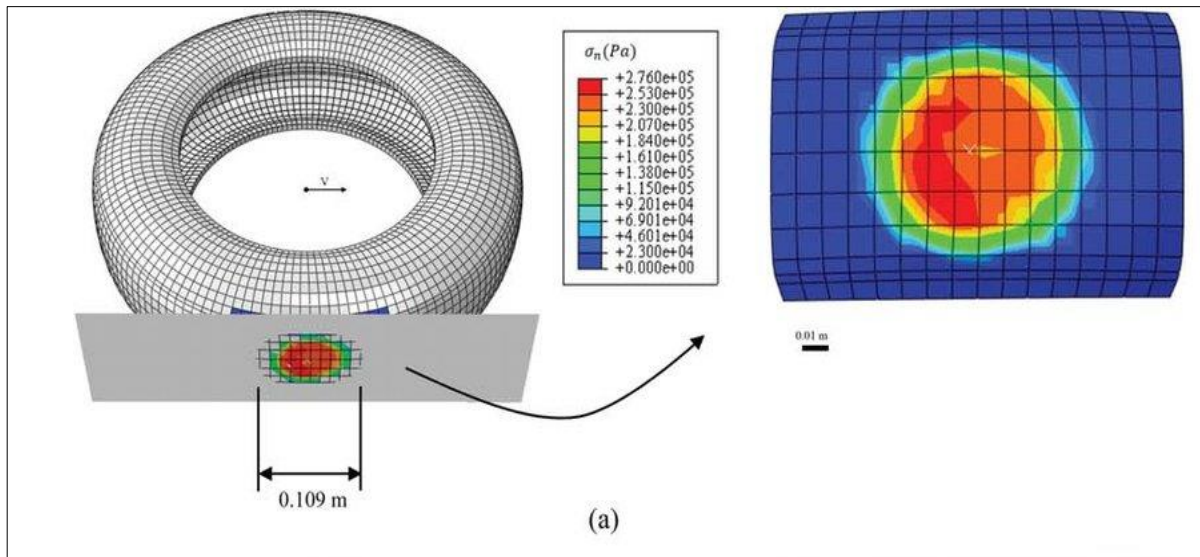
2.2.3.3.Presión Neumática

Es aquella fuerza que ejerce un gas, mayormente aire, aplicada en una superficie o un área específica. Dicha presión es producto del choque constante y de forma aleatoria de las partículas de gas contra la superficie, generando una fuerza conocida como presión la cual es medida en pascal (Pa) o en bar Chuquiyauri (2024).

Para la presente investigación tomamos lo proporcionado por el fabricante el cual recomienda siempre comprobar la presión de los neumáticos con valores entre 175 y 200 kPa, esto debe realizarse cuando los neumáticos estén fríos. El fabricante también recomienda revisar el estado de las llantas y el desgaste anómalo de los neumáticos (Honda motor coporate [HONDA], 2018).

Figura 10

Distribución de la presión normal en la zona de contacto del neumático bajo carga



Nota: Adaptado de “Normal contact pressure distribution in the contact patch area” (pág. 07), por Pooya Behroozinia, Meysam Khaleghian & Saied Taheri, 2018. © 2018 los autores.

Recuperado de <https://www.researchgate.net>

2.2.3.4.Efectos de la presión del aire en la inclinación:

Presión baja:

- **Menor agarre:** El neumático tiene una mayor superficie de contacto con la carretera, lo que reduce la fricción y aumenta el riesgo de deslizamiento, especialmente en curvas cerradas.
- **Mayor flexión:** El neumático se flexiona más fácilmente, lo que afecta la estabilidad y la previsibilidad de la moto, especialmente a altas velocidades.
- **Desgaste irregular:** La banda de rodadura se desgasta más rápido en los bordes, lo que reduce la vida útil del neumático.

Presión alta:

- **Menor comodidad:** El neumático transmite más asperezas del terreno al conductor, lo que puede resultar incómodo en viajes largos o terrenos irregulares.
- **Menor adherencia:** La menor superficie de contacto reduce la adherencia en superficies mojadas o sueltas.
- **Mayor riesgo de pinchazos:** El neumático está más expuesto a golpes y baches, lo que aumenta la probabilidad de pinchazos.

Presión adecuada:

- **Agarre óptimo:** El neumático proporciona el equilibrio ideal entre agarre y estabilidad, permitiendo una inclinación segura y predecible.
- **Respuesta precisa:** La dirección responde con mayor precisión a las entradas del piloto, mejorando el control de la moto.
- **Desgaste uniforme:** La banda de rodadura se desgasta de manera uniforme, lo que maximiza la vida útil del neumático.

2.2.4. Dinámica de una motocicleta

Las motocicletas cuentan con una mala aerodinámica, en cualquier posición en la que el conductor y el pasajero se ubique. Las motocicletas cuentan con un coeficiente aerodinámico el cual nos expresa cómo se comporta el aire en el diseño de una motocicleta.

Una motocicleta de buen diseño aerodinámico tiene un coeficiente de unos 0.40, demasiado alto a comparación de otros vehículos como camiones o vehículos (Valle, 2020).

Según Cossalter (2006) “La dinámica de una motocicleta es el grupo de leyes físicas que rigen el equilibrio, la estabilidad, las maniobras y el confort de conducción que tiene como la interacción entre la motocicleta, el conductor y la pista.”

Por tal motivo podemos decir que la dinámica de una motocicleta viene siendo el estudio del comportamiento del vehículo cuando está en movimiento, considerando fuerzas y momentos que intervienen en la motocicleta y el piloto. Por esto nos lleva también a analizar fenómenos como la transferencia de cargas, la interacción neumático-carretera, las inestabilidades y la capacidad de control durante curvas y maniobras realizadas en la conducción.

2.2.5. Estabilidad y volcaduras en motocicletas

2.2.5.1. Estabilidad

Luque (s. f.) define a la estabilidad como “la tendencia de un cuerpo de regresar a su posición de equilibrio después de haber sufrido perturbaciones que modifiquen cambios en su posición por factores externos o internos”

2.2.5.2. Equilibrio

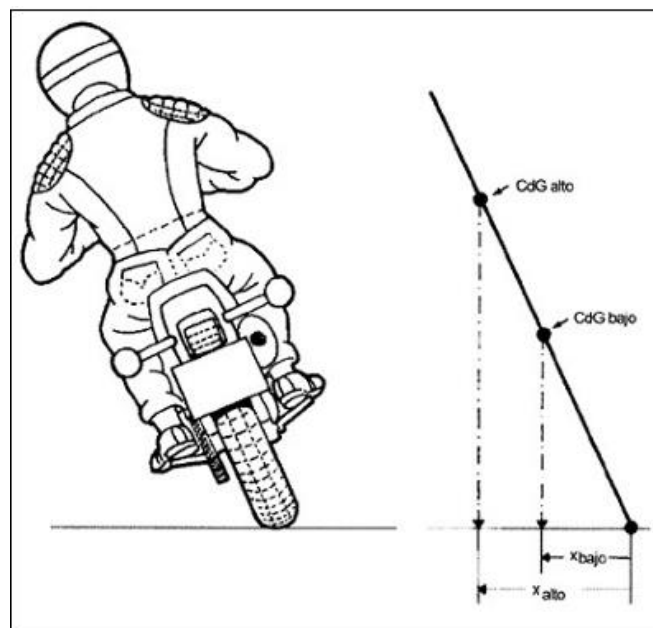
El equilibrio en una motocicleta es cuando las fuerzas y momentos que actúan sobre el sistema (motocicleta + piloto) se encuentran balanceados. Estas fuerzas y momentos son el peso del conjunto, las fuerzas de contacto de las ruedas, fuerzas aerodinámicas, efectos giroscópicos y fuerzas centrífugas al inclinarse. Cuando la motocicleta llega a encontrarse en este estado de equilibrio no se produce volcadura ni caída y su trayectoria se mantiene estable ya sea en línea recta o cuando la motocicleta está tomando una curva con inclinación adecuada. Por tal motivo su centro de gravedad debe estar alineado respecto al punto de contacto de las ruedas donde sus fuerzas laterales y verticales resultantes deben contrarrestarse por las fuerzas de reacción del suelo y la inclinación Luque (s. f.).

Según Cossalter (2006) “El equilibrio de una motocicleta está relacionado con el par desestabilizador que es afectado por el peso y el centro de gravedad de la motocicleta. De esta manera un peso moderado y un centro de gravedad bajo contribuye significativamente a la

estabilidad de la motocicleta. Tal como se muestra en la figura 9, el par desestabilizador guarda una relación directa con el peso total y con la altura del centro de gravedad. Esto implica que, para un mismo ángulo de inclinación, una motocicleta con un centro de gravedad más elevado genera un par desestabilizador mayor, lo que incrementa la tendencia a perder el equilibrio” (pág. 31).

Figura 11

Influencia de la altura del centro de gravedad en el par desestabilizador de la motocicleta.



Nota: Adaptado de *Motorcycle Dynamics* (2.^a ed.), por V. Cossalter, 2006, Lulu Press, p. 131.
© Vittore Cossalter.

2.2.5.3. Volcaduras

Es el despiste que sufre un vehículo por la pérdida de su centro de gravedad cuando este se encuentra en movimiento; puede realizarse la volcadura hacia los lados, hacia adelante o hacia atrás. Las volcaduras se pueden clasificar en 2:

- a) **Tonel:** Es la volcadura de un vehículo en movimiento girando sobre su mismo eje de equilibrio en su longitud.

- b) **Campana:** Es la volcadura de un vehículo en movimiento girando de forma transversal sobre su eje (Policía Nacional del Perú [PNP], 2020).

2.2.6. Análisis de cargas

En el presente capítulo en mención se realizó un análisis dinámico donde observaremos las magnitudes que intervienen en la dinámica de una motocicleta cuando realiza un movimiento curvilíneo generando un ángulo de inclinación. Dicha información nos ayudó a determinar como la disminución de la presión del neumático delantero afecta al ángulo de inclinación de la Honda CB125 Twister.

2.2.6.1. Geometría de la motocicleta CB 125 Twister

En este apartado desarrollé la geometría de la motocicleta Honda CB125 F Twister, con especial énfasis en aquellos parámetros que influyen sobre las cargas dinámicas, la estabilidad, inclinación y transferencia de carga. Pues mi tesis cuenta con un enfoque en el intervalo del ángulo de inclinación y como es influido por la presión del neumático delantero de dicha motocicleta para esto es importante conocer los cálculos de carga, reparto de fuerzas y análisis de equilibrio dinámico como se muestra a continuación.

2.2.6.1.1. Ecuación delimitada a una velocidad constante

En este estado podemos considerar que la motocicleta tiende a mantener los puntos de contacto de los neumáticos y el efecto de inercia producido por la velocidad a la cual está presente la moto permitiéndonos considerar lo siguiente; resistencia a la rodadura despreciable, fuerza aerodinámica de levantamiento (F_D), no presenta ángulo de inclinación, la única fuerza que se opone a circular es la fuerza aerodinámica o de arrastre o "drag forcé".

2.2.6.1.1.1. Fuerzas presentes

- Peso ejercido por la masa sobre el Centro de Gravedad (Cdg).
- Reacciones ejercidas por la superficie en los puntos de apoyo de los neumáticos.
- Fuerza de tracción (S) aplicada en el punto de contacto de la rueda.

Tabla 2

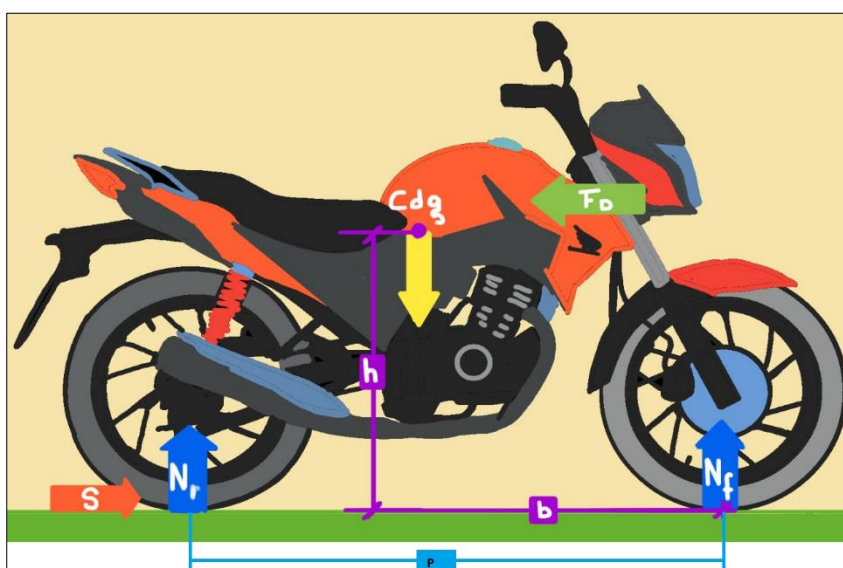
Nomenclatura de las variables

Abreviatura	Significado
Cdg	Centro de gravedad
h	Altura desde la base al centro de gravedad
B	Distancia de la base al centro de gravedad
Nr	Normal posterior
S	Fuerza de tracción
Nf	Normal frontal

Nota: Elaboración propia

Figura 12

Fuerzas presentes en la motocicleta CB125 Twister HONDA en movimiento rectilíneo.



Nota: Elaboración propia

2.2.6.2. Ángulo de inclinación ideal de una motocicleta

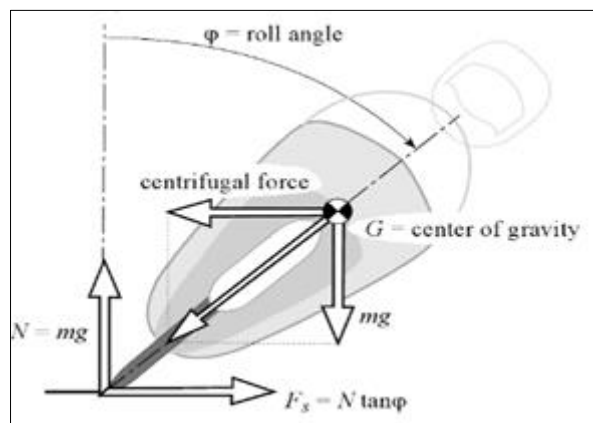
El ángulo ideal de inclinación es cuando la motocicleta puede circular en una curva a velocidad constante sin que exista volcadura. Durante este periodo se presentan 2 momentos:

- Un momento provocado por la fuerza centrífuga que ocasiona una pequeña inclinación.
- Un momento provocado por el peso de la misma que induce a una mayor inclinación.

“Si la sección transversal del neumático en contacto con el pavimento es muy pequeña, es decir, que tienda a ser nula, las ecuaciones de equilibrio nos permiten calcular el máximo ángulo de inclinación (φ_i), en función de la velocidad tangencial (V_T) de la motocicleta y el radio de la curva (R_C) el cual se consigue midiendo desde el Cdg de la motocicleta hasta el centro de la curva” (Irigoyen y Díaz, 2010, p.128).

Figura 13

Diagrama de equilibrio de fuerzas sobre una motocicleta en curva mostrando el ángulo de inclinación (φ), el peso (mg), la fuerza centrífuga y la fuerza de fricción lateral ($F_s = N \cdot \tan\varphi$).



Nota. Adaptado de *Motorcycle Dynamics* (2ª ed., p. 52), por Vittore Cossalter, 2006, Lulu Press.

© 2006 Vittore Cossalter.

$$\varphi_i = \arctan \frac{R_C \omega^2}{g}$$

$$\varphi_i = \arctan \frac{V^2}{g * R_C}$$

Donde:

φ_i : ángulo de inclinación ideal

R_C : Radio de la curva

ω : Velocidad Angular

g : gravedad

V : Velocidad tangencial

2.2.6.3. Incremento del Ángulo de Inclinación

“El Incremento del Ángulo de Inclinación ($\Delta\varphi$) es la cantidad adicional de ángulo que debe inclinar la motocicleta por encima del ángulo teórico ideal, debido a que el neumático se deforma lateralmente cuando soporta la carga en una curva” (Irigoyen y Díaz, 2010, p.129).

$$\Delta\varphi = \arcseno \left(\frac{t * \text{sen}(\varphi_i)}{(h - t)} \right)$$

φ_i : ángulo de inclinación ideal

$\Delta\varphi$: Incremento del ángulo de inclinación

h : Altura base a centro de masa

t : anchura del neumático en contacto con el suelo

2.2.6.4. Ángulo de inclinación efectivo

$$\varphi = \varphi_i + \Delta\varphi$$

$$\varphi = \arctan\varphi_i + \arcseno\left(\frac{t * \text{seno}(\varphi_i)}{(h - t)}\right)$$

φ : ángulo de inclinación efectivo

φ_i : ángulo de inclinación ideal

$\Delta\varphi$: Incremento del ángulo de inclinación

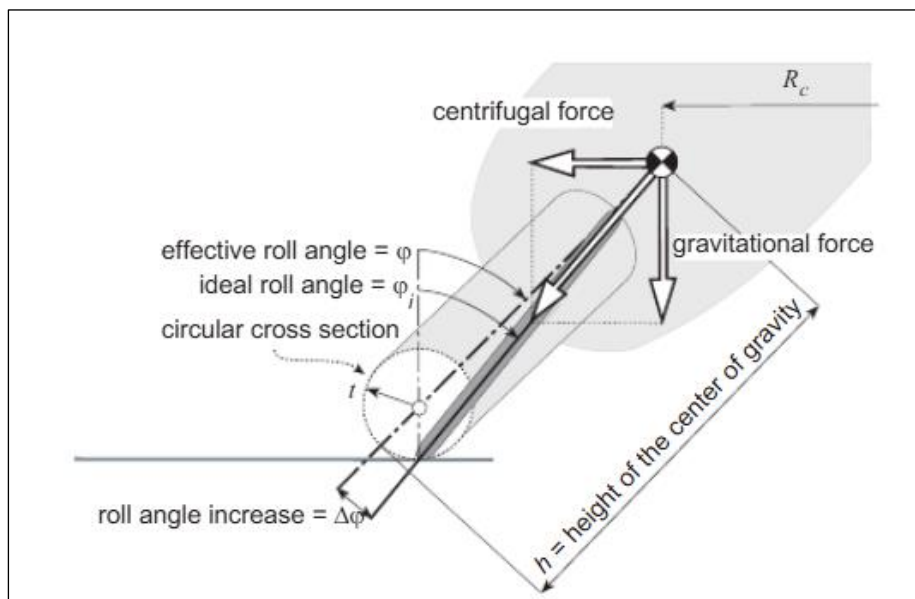
h: Altura base a centro de masa

t: anchura del neumático en contacto con el suelo

2.2.6.5. Representación gráfica del ángulo de inclinación de una motocicleta

Figura 14

Equilibrio lateral de una motocicleta mostrando el ángulo de inclinación efectivo y la altura del centro de gravedad



Nota: Adaptado de *Motorcycle Dynamics* (2nd ed., p. 89), por Vittore Cossalter, Lulu Press, 2006.

2.2.6.6. Desplazamiento lateral del punto de contacto respecto al plano medio de la rueda

“El desplazamiento lateral del punto de contacto (Δx) es la distancia horizontal mediante la cual el centro del parche de contacto del neumático se desplaza hacia el exterior de la curva respecto al plano medio de la rueda, cuando la motocicleta se encuentra sometida a cargas laterales durante una maniobra de inclinación. Este desplazamiento ocurre por fuerzas que actúan sobre la motocicleta como la fuerza centrífuga, la carga normal sobre la rueda, la presión interna del neumático y la flexibilidad de la carcasa y del compuesto” (Cossalter, 2006, p.46).

$$\Delta x_{\max} = h \left(\tan\varphi - \frac{V^2}{g * R_C} \right)$$

Donde:

Δx_{\max} : Desplazamiento lateral del punto de contacto

h: Altura base a centro de masa

φ : ángulo de inclinación efectivo

R_C : Radio de la curva

g: gravedad

V: Velocidad tangencial

2.2.6.7. Coeficiente efectivo de fricción lateral para una determinada presión

El coeficiente efectivo de fricción lateral (μ_{eff}) para una presión específica del neumático es el valor real de adherencia lateral disponible en el parche de contacto cuando la motocicleta se encuentra en curva, considerando la influencia directa de la presión interna del neumático en la deformación del caucho, el área de contacto y la rigidez lateral de la carcasa.

Para poder determinar el coeficiente efectivo de fricción lateral para cada una de las presiones de prueba necesitamos conocer lo siguiente

a) Coeficiente nominal de la superficie en donde realizaremos las pruebas:

Se tomó en cuenta el valor que se acopla mejor al ambiente en donde se realizaron las pruebas experimentales teniendo como propuesta los valores de la tabla 03.

Tabla 3

Coeficientes nominales para los diferentes tipos de superficies

Superficie	Condición	u-nominal típico
Concreto seco (urbano)	neumático de calle	0,72-0,82
Concreto seco rugoso	neumático deportivo	0,80-0,85
Concreto húmedo	lluvia ligera	0,50-0,65
Carretera mojada y fría	baja adherencia	0,40-0,55
Tierra o grava compacta	sin asfalto	0,30-0,50
Arena o barro	muy baja fricción	0,20-0,35

Nota: Los valores del coeficiente de fricción (μ) corresponden a rangos reportados por la *Federal Highway Administration (FHWA)*, *AASHTO* y estudios experimentales como los de Mundaca (2019) para pavimentos urbanos de concreto. Los coeficientes son valores típicos bajo condiciones controladas y pueden variar según humedad, rugosidad, contaminación superficial y estado del neumático.

Para la presente investigación se consideró una superficie de asfalto seco rugoso tomando como coeficiente nominal el cual es $\mu = 0,85$

b) Sensibilidad

La sensibilidad en dinámica describe cuánto cambia la fuerza lateral (F_s), la deformación del neumático (Δx) y el ángulo de inclinación (φ), cuando cambia la presión del neumático (P)

Es por esto que es imperativo conocer también la sensibilidad la cual asumiremos teniendo en cuenta los valores propuestos por los ensayos de Cossalter y Pacejka presentados en la tabla 07.

Tabla 4

Valores típicos de sensibilidad según ensayos de Cossalter y Pacejka

Tipo de neumático	s (adimensional)	Observaciones
Deportivo (alta rigidez)	0.30 – 0.40	Poco afectado por presión
Turismo / Calle	0.45 – 0.60	Comportamiento medio
Enduro / Todo terreno	0.60 – 0.80	Muy sensible a presión
Neumático de baja presión (≤ 1.2 bar)	> 0.70	Alta deformación lateral

Nota: Elaboración propia

$$\mu_{\text{eff}}(P) = \mu_{\text{nom}} \left[1 - s * \frac{P_{\text{nom}} - P}{P_{\text{nom}}} \right]$$

Donde:

μ_{eff} : Coeficiente efectivo de fricción lateral

μ_{nom} : Coeficiente nominal de fricción lateral

P_{nom} : Presión nominal sugerida por el fabricante

P: Presión experimental

s: sensibilidad

2.2.6.8.Carga normal delantera

“La carga normal delantera es la fuerza perpendicular que lo ejerce el pavimento sobre el neumático delantero cuando la motocicleta está en movimiento o en reposo. Esta fuerza es el resultado de la distribución del peso total entre ambas ruedas, influenciada por la geometría de la motocicleta, la aceleración longitudinal y la inclinación durante la curva” (Cossalter, 2006, p.84). Para el cálculo de este parámetro utilizaremos la siguiente fórmula:

$$N_{f-e} = \frac{m * g * b}{p}$$

Donde:

N_{f-e} : Carga normal delantera

g: gravedad

m: masa

b: Distancia del Centro de Gravedad al eje posterior

p: Distancia entre ejes

2.2.6.9.Fuerza lateral

“Es la fuerza generada en el neumático a causa del contacto con el suelo cuando la motocicleta circula en una curva. Surge como resultado de la combinación entre el ángulo de inclinación, el giro y la deformación del neumático. Esta fuerza contrarresta la fuerza centrífuga y permite que el vehículo mantenga la trayectoria curva sin deslizarse” (Cossalter, 2006, p.52). Está asociada directamente al coeficiente de fricción y a la carga normal.

$$F_y = \mu_{\text{eff}}(P) * N_{f-e}$$

Donde:

F_y : Fuerza Lateral

N_{f-e} : Carga normal delantera

μ_{eff} : Coeficiente efectivo de fricción lateral

2.2.6.10. Par desestabilizador

“El par desestabilizador es el momento que tiende a volcar o desbalancear la motocicleta cuando está inclinada durante una curva. Se origina por el desplazamiento lateral del punto de contacto del neumático con el suelo respecto al plano medio de la rueda, lo cual crea una palanca que aumenta la inclinación más allá del ángulo ideal. Este par depende de la presión del neumático, la fuerza lateral y la deformación de la carcasa” (Cossalter, 2006, p.52).

$$M_z(P) = F_y(P) * \Delta x_{\text{max}}(P)$$

Donde:

$M_z(P)$: Par desestabilizador

F_y : Fuerza Lateral

Δx_{max} : Desplazamiento lateral del punto de contacto

2.2.6.11. Condición de estabilidad Lateral

Para poder lograr la condición de estabilidad Lateral se debe cumplir la siguiente condición:

$$M_z(P) \leq m * g * h_{\text{cg}} * \text{sen}(\varphi)$$

Donde:

$M_z(P)$: Par desestabilizador

g : gravedad

m : masa

h_{cg} : Altura base a centro de masa

φ : ángulo de inclinación efectivo

Lo que se busca es que el momento desestabilizador no supere el momento estabilizador generado por el peso y la inclinación.

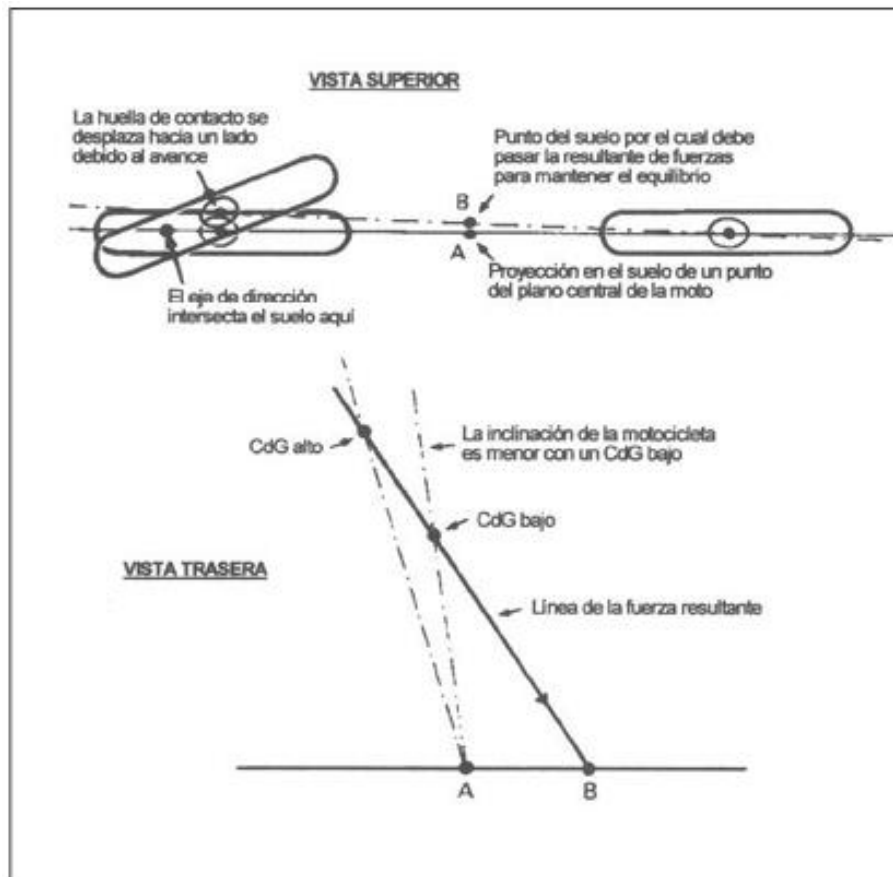
2.2.7. Ángulo de Inclinación según el Centro de Gravedad

Es aquel ángulo que se forma entre la vertical y la línea de acción trazada por el centro de gravedad de la motocicleta cuando se inclina para pasar por alguna curva. La altura del centro de gravedad afecta al ángulo de inclinación que se necesita para lograr un equilibrio con la fuerza centrífuga al tomar una curva (Cano, 2013).

Según Cossalter (2006) “Un centro de gravedad más bajo demanda un menor ángulo de inclinación para mantener el equilibrio. Sin embargo, este efecto puede verse compensado por la influencia de la anchura del neumático, como se ilustra en la figura 15” (pág. 32).

Figura 15

Distintos ángulos de inclinación para diferentes CdG



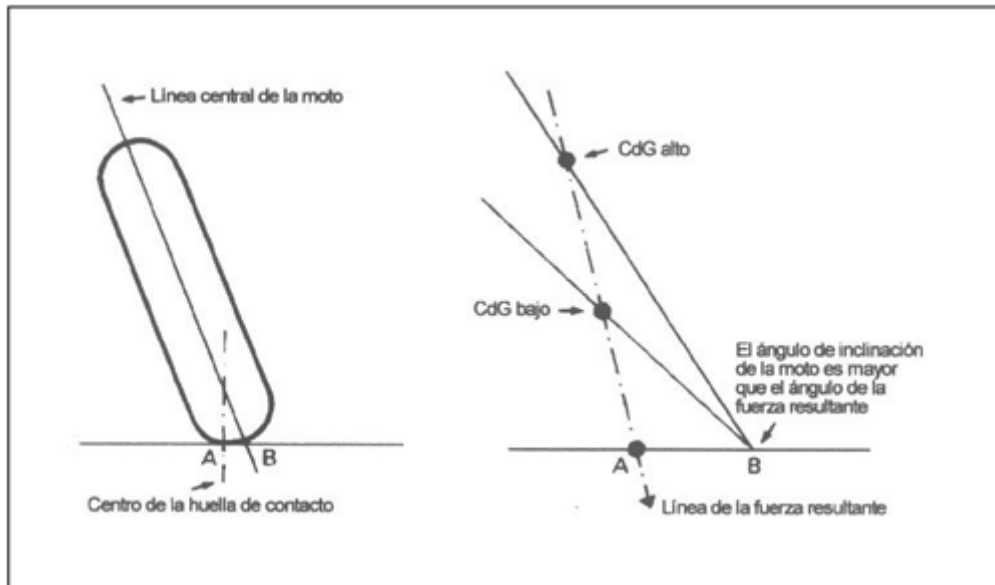
Nota: Adaptado de *Motorcycle Dynamics* (2.^a ed.), por V. Cossalter, 2006, Lulu Press, p. 131.

© Vittore Cossalter.

Según Cossalter (2006) “La figura 16 muestra cómo varían los ángulos de inclinación necesarios para diferentes alturas del centro de gravedad, evidenciando que la anchura del neumático genera un efecto contrario al descrito previamente” (pág. 32).

Figura 16

Distintos ángulos de inclinación para diferentes CdG con una vista lateral



Nota: Adaptado de *Motorcycle Dynamics* (2.^a ed.), por V. Cossalter, 2006, Lulu Press, p. 131.

© Vittore Cossalter.

2.2.7.1. Efecto giroscópico en el manillar

Efecto generado cuando la motocicleta experimenta una inclinación (Zárate, 2009). El movimiento rotatorio generado por el neumático delantero, acompañado del balanceo direccionado hacia la derecha ocasionan un momento aplicado en el tren delantero de la motocicleta denominado “momento giroscópico” (Zárate, 2009).

El momento giroscópico, gira el manillar hacia la derecha mejorando y facilitando el ingreso en las curvas (al incrementar el ángulo de dirección se reduce el radio de la curva) (Zárate, 2009).

2.2.8. Normativas y recomendaciones técnicas

Para lograr determinar un intervalo seguro para evitar volcaduras en una motocicleta CB 125 Twister es necesario conocer el análisis de la dinámica de una motocicleta y la determinación de un intervalo seguro de presión en el neumático delantero requiriéndose criterios normativos y técnicos internacionalmente reconocidos como los propuestos a continuación:

Tabla 5

Normativa técnica

Norma	Propuesta
Recomendación	
ISO 4249-2:2018	Los índices de carga de neumáticos de motocicleta van desde 20 (80 kg) hasta 90 (600 kg) según la presión de inflado.
ISO 5751-1:2016	Define la designación métrica como: ancho de sección (mm) / relación de aspecto – diámetro de llanta (pulg).
ECE/ONU R75	Exige que los neumáticos para motocicletas resistan pruebas a 1.1 veces la presión máxima de inflada recomendada por el fabricante y cargas equivalentes a 1.25 veces la carga nominal sin fallar.
Manual Honda CB125 Twister (2020)	Recomienda presiones de inflado en frío: Delantero: 175 kPa (1.75 bar / 25 psi) para conductor solo o con pasajero. Trasero: 200 kPa (2.0 bar / 29 psi) solo conductor; 225 kPa (2.25 bar / 33 psi) con pasajero.
ETRTO Standards Manual (2019)	Propone que la presión mínima segura no debe bajar de 150 kPa (1.5 bar / 22 psi) en neumáticos de motocicleta, y la máxima no

debe superar la especificada por el fabricante (usualmente 300–350 kPa / 3.0–3.5 bar).

NHTSA (2012)	Reports	Indica que rodar con neumáticos a menos del 25% por debajo de la presión recomendada incrementa el riesgo de pérdida de control y accidente hasta en tres veces.
-------------------------	----------------	--

CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO

2.1. Tipo y Diseño de investigación

Es una investigación aplicada, pues buscó resolver un problema práctico y real como lo es proponer un intervalo seguro del ángulo de inclinación en función de la presión del neumático delantero de la motocicleta CB125 Twister HONDA. Este tipo de estudio se caracterizó por buscar, aplicar y utilizar los conocimientos adquiridos (Urréa et al.,2021, pg. 9). Asimismo, Ruiz y Valenzuela (2022) mencionan que este tipo de investigación se relaciona con la investigación básica, pues esta le brinda teoría o conocimientos para solucionar un problema mediante una investigación científica.

Presentó un diseño experimental-correlacional causal, ya que apoyada en pruebas experimentales pretendió proponer un intervalo seguro del ángulo de inclinación en función de la presión del neumático delantero de la motocicleta CB125 Twister HONDA para evitar volcaduras.

Mediante este tipo de investigación experimental se buscó también analizar si las variables independientes tienen algún efecto sobre las variables dependientes y responder por qué son afectadas (Hernández et al.,2014).

2.2.Población y muestra

2.2.1. Población

Motocicletas CB125 Twister HONDA del año 2022

2.2.2. Muestra

Motocicleta CB125 Twister HONDA del año 2022

NÚMERO DE SERIE: LALJA2599N3280353

2.3.Hipótesis

Se propuso un intervalo de inclinación seguro con respecto a la vertical influenciado por la disminución de presión del neumático delantero de la motocicleta CB125 Twister HONDA para evitar las volcaduras.

2.4.Variables y operacionalización

Variable independiente:

Presión del neumático delantero de la motocicleta CB125 Twister HONDA.

Tabla 6

Operacionalización de la variable independiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento de medición	Ítems
Presión del neumático delantero de la motocicleta CB125 Twister HONDA. (INDEPENDIENTE)	Es el esfuerzo normal (fuerza por unidad de área) ejercido por un fluido en reposo. Este concepto es aplicable tanto a líquidos como a gases, como el aire en los neumáticos. (White, 2008).	La presión del neumático delantero será medida en PSI (libra por pulgada cuadrada) según el sistema imperial o anglosajón, su medición se realizará luego que este tenga una temperatura estable, por recomendación del fabricante debe ser de una 1 hora.	Presión nominal y variación de presión.	Nivel nominal de presión. Niveles de presión.	Ficha de observación.	Anexo 01.

Nota: Elaboración propia

Variable dependiente:

Ángulo de inclinación con respecto a la vertical de la motocicleta CB125 Twister HONDA durante una curva o maniobra.

Tabla 7

Operacionalización de la variable dependiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento de medición	Ítems
Ángulo de inclinación con respecto a la vertical. (DEPENDIENTE)	Es aquel ángulo que se forma entre la vertical y la línea de acción trazada por el centro de gravedad de la motocicleta cuando se inclina para pasar por alguna curva (Cano, 2013).	Medida del ángulo con respecto a la vertical obtenida cuando la motocicleta tome una curva y esta muestre primeros indicios de volcaduras (Sensación de falta de agarre o "flotación" en las curvas, derrapado condiciones normales, rigidez del sistema de dirección, entre otros).	Estabilidad dinámica y maniobrabilidad en curva	Ángulo teórico	Hoja de cálculo Excel	Anexo 40
				Ángulo efectivo		
				Ángulo de inclinación medido	Ficha de observación	Anexo 01
				Ángulo de inclinación promedio en curvas	Hoja de cálculo Excel	Anexo 40

Nota: Elaboración propia

2.5.Métodos y técnicas de investigación

2.5.1. Método de investigación

Se utilizó el método hipotético-deductivo puesto que consiste en buscar la veracidad de una hipótesis para que así se deduzcan conclusiones las cuales se confrontan con hechos.

2.5.2. Técnicas de investigación

2.5.2.1.Técnicas

2.5.2.1.1. Revisión bibliográfica:

Esta técnica permitió extraer nociones, definiciones y fórmulas que permitan el análisis presión de los neumáticos y el ángulo de inclinación de las motocicletas.

2.5.2.1.2. Observación:

Esta técnica sirvió para conocer aspectos externos de fenómenos, individuos, objetos, hechos, acciones, casos, etcétera y nos permitirá ver la influencia de la disminución de presión en el ángulo de inclinación con respecto a la vertical de una motocicleta.

2.5.2.1.3. Solicitudes de conformidad y de permisos:

Estos documentos sirvieron para validar el estado de la motocicleta antes de iniciar con la recolección de datos en talleres mecánicos autorizados.

2.5.2.2.Instrumentos de medición física

2.5.2.2.1. Manómetro digital:

Se utilizó un manómetro digital para realizar las mediciones de la presión del neumático delantero y posterior de la motocicleta CB125 Twister HONDA, antes de realizar la recolección de datos.

2.5.2.2.2. Inclinómetro digital

Se utilizó un Inclinómetro digital para realizar las mediciones del ángulo de inclinación durante la recolección de datos en la motocicleta CB125 Twister HONDA.

2.5.2.2.3. Bomba de aire con regulador

Se utilizó para ajustar la presión del neumático delantero de la motocicleta CB125 Twister HONDA a los niveles de prueba requeridos.

2.5.2.2.4. Cinta métrica y calibradores

Se utilizó para verificar desgaste de neumáticos, profundidad de dibujo y dimensiones básicas.

2.5.2.3. Instrumentos de adquisición de datos dinámicos

2.5.2.3.1. Aplicativo BikeSensor

Se utilizó la versión 4.6.0.2142 y se utilizó para registrar el ángulo de inclinación, ubicación y velocidad.

2.5.2.3.2. GPS:

El cual se utilizó para medir trayectorias y radios de curvas.

2.5.2.3.3. Cámaras:

Registro visual para validación del ángulo y maniobras.

2.6. Análisis estadístico e interpretación de resultados

- **AutoCAD:** Para la elaboración de diagramas de cuerpo libre para el análisis del ángulo de inclinación con respecto a la vertical.
- **Excel:** Para elaborar formatos de recolección de datos, tablas estadísticas y hojas de cálculo, gráficos estadísticos entre otras herramientas brindadas por este programa para la elaboración del proyecto de investigación.
- **Programa estadístico:** Es un programa tubo como función relacionar variables, esta herramienta se utilizó para ver la influencia de la disminución de la presión y el ángulo de inclinación de la motocicleta con respecto de la vertical.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

Para poder determinar la relación existente entre las dos variables presentadas en la investigación, se identificó mediante un análisis de cargas dinámicas la influencia de la presión del neumático delantero en el ángulo de inclinación de la motocicleta CB125 Twister HONDA para evitar volcaduras; es por esto que necesitamos calcular lo siguiente:

- **Ángulo de inclinación experimental**

Tabla 8

Media del ángulo de inclinación efectivo calculado en el área de estudio

Presión del neumático delantero (PSI)	Media del ángulo efectivo experimental (°)
14	44,63
16	46,75
18	48,50
20	49,88
22	55,38
24	53,38
25	52,88
26	54,00
28	51,13
30	51,88
32	49,63

Nota: Elaboración Propia

La Tabla 8 presenta la media del ángulo efectivo experimental obtenido para cada nivel de presión del neumático delantero, en un rango de 14 a 32 PSI. Los resultados muestran que el comportamiento del ángulo efectivo no sigue una tendencia lineal respecto a la presión. En el rango de presiones bajas (14–18 PSI), se observa un incremento progresivo del ángulo efectivo, pasando de 44,63° a 48,50°.

Al alcanzar valores intermedios (20–22 PSI), el ángulo efectivo continúa aumentando, llegando a un máximo de 55,38° a 22 PSI. A partir de 24 PSI, se aprecia una disminución parcial del ángulo efectivo, aunque con fluctuaciones. En el rango alto (28–32 PSI), el ángulo efectivo muestra una reducción sostenida, alcanzando 49,63° a 32 PSI.

Con los datos del ángulo efectivo experimental de inclinación calculamos el desplazamiento lateral del punto de contacto respecto al plano medio de la rueda.

- Desplazamiento lateral del punto de contacto respecto al plano medio de la rueda

$$\Delta x_{\max} = h \left(\tan\varphi - \frac{V^2}{g * R_C} \right)$$

Donde:

Δx_{\max} : Desplazamiento lateral del punto de contacto respecto al plano medio de la rueda

h: Altura base a centro de masa

φ : ángulo de inclinación efectivo de la motocicleta

R_C : Radio de la curva

g: gravedad

V: Velocidad tangencial

Tabla 9*Relación entre el ángulo de inclinación efectivo y el Desplazamiento lateral*

Presión del neumático delantero (PSI)	Media del ángulo efectivo experimental (°)	Desplazamiento lateral (m)
14	44,63	0,254
16	46,75	0,323
18	48,50	0,384
20	49,88	0,436
22	55,38	0,674
24	53,38	0,580
25	52,88	0,558
26	54,00	0,608
28	51,13	0,485
30	51,88	0,515
32	49,63	0,426

Nota: Elaboración Propia

La Tabla 9 presenta la relación entre la presión del neumático delantero, la media del ángulo efectivo experimental y el desplazamiento lateral registrado durante la maniobra. Los resultados muestran una tendencia clara la cual es que cuando aumenta la presión de 14 hasta 32 PSI, tanto el ángulo efectivo como el desplazamiento lateral experimentan variaciones no lineales. En presiones bajas (14–18 PSI), se observa un incremento progresivo del ángulo efectivo de 44,63° a 48,50° acompañado de un aumento del desplazamiento lateral el cual está entre 0,254 m a 0,384 m.

Al alcanzar presiones intermedias (20–22 PSI), ambos parámetros continúan aumentando, alcanzando un máximo a 22 PSI, donde el ángulo efectivo llega a 55,38° y el desplazamiento lateral a 0,674 m. A partir de 24 PSI, tanto el ángulo efectivo como el desplazamiento lateral muestran una reducción parcial, aunque con fluctuaciones entre 24 y 28 PSI. Los valores se estabilizan en el rango de 51° a 54° para el ángulo y entre 0,485 m y 0,608 m para el desplazamiento. En presiones altas (30–32 PSI), se aprecia una disminución sostenida en ambos parámetros, alcanzando 49,63° y 0,426 m a 32 PSI.

Luego con los datos obtenidos de la ficha técnica de la motocicleta CB 125 Twister HONDA se procede a calcular la Carga Normal Delantera necesaria.

- **Carga normal delantera**

$$N_{f-e} = \frac{m * g * b}{p}$$

Donde:

N_{f-e} : Carga normal delantera

g: gravedad

m: masa

b: Distancia del Centro de Gravedad al eje posterior

p: Distancia entre ejes

Para el cálculo de la Carga Normal Delantera que experimenta la motocicleta consideramos una masa total entre la motocicleta y el conductor es de 217 Kg, la distancia entre ejes según lo medido en el área de estudio es de 1,34 metros. También la distancia del centro de gravedad al eje posterior se obtuvo en el área de estudio siendo 0,65 metros. Sustituyendo los valores obtenidos en el área de estudio en la fórmula obtenemos lo siguiente:

$$N_{f-e} = \frac{(217 \text{ kg}) * (9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) * (0,65 \text{ m})}{1,34 \text{ m}}$$

$$N_{f-e} = \mathbf{1032,61 \text{ N}}$$

Luego de reemplazar los valores obtenemos una Carga Normal Delantera de 1032,61 N. Este valor es de suma importancia pues nos ayudó a calcular la Fuerza Lateral. Adicional a la Carga Normal delantera se necesita calcular también el coeficiente efectivo de fricción lateral para una determinada presión, la cual mostramos a continuación su proceso.

- **Coeficiente efectivo de fricción lateral para una determinada presión**

$$\mu_{\text{eff}}(P) = \mu_{\text{nom}} \left[1 - s * \frac{P_{\text{nom}} - P}{P_{\text{nom}}} \right]$$

Donde:

μ_{eff} : Coeficiente efectivo de fricción lateral

μ_{nom} : Coeficiente nominal de fricción lateral

P_{nom} : Presión nominal sugerida por el fabricante

P: Presión experimental

s: sensibilidad

Se consideró un coeficiente nominal de la fricción lateral de 0,85 correspondiente a un concreto rugoso y una sensibilidad de 0,5 pues consideramos que los neumáticos son para calle.

Tabla 10

Cálculo del coeficiente efectivo de fricción utilizando la Presión del neumático delantero

Presión del neumático delantero (PSI)	Coefficiente efectivo de fricción lateral (adimensional)
14	0,66
16	0,70
18	0,73
20	0,77
22	0,80
24	0,83
25	0,85
26	0,87
28	0,90
30	0,94
32	0,97

Nota: Elaboración Propia

La Tabla 10 presenta los valores del coeficiente efectivo de fricción lateral obtenidos experimentalmente para diferentes niveles de presión del neumático delantero, en un rango de 14 a 32 PSI. En presiones bajas (14–18 PSI), el coeficiente efectivo de fricción lateral varía entre 0,66 y 0,73. A partir de presiones intermedias (20–24 PSI), se observa un incremento notable del coeficiente de fricción, alcanzando valores entre 0,77 y 0,83. En presiones superiores (25–32 PSI), el coeficiente continúa incrementándose hasta llegar a un valor máximo de 0,97 a 32 PSI. Los resultados indican que, en estas condiciones, la motocicleta

presenta mayor estabilidad lateral y reduce significativamente la probabilidad de deslizamiento o pérdida de control.

Teniendo ya el coeficiente efectivo de fricción y la Carga Normal Delantera podemos calcular la Fuerza Lateral que experimenta la motocicleta CB 125 Twister HONDA utilizando la siguiente formula.

- **Fuerza lateral**

$$F_y = \mu_{\text{eff}}(P) * N_{f-e}$$

Donde:

F_y : Fuerza Lateral

N_{f-e} : Carga normal delantera

μ_{eff} : Coeficiente efectivo de fricción lateral

Tabla 11

Cálculo de la Fuerza Lateral por influencia de la presión del Neumático delantero de la motocicleta CB 125 Twister HONDA

Presión del neumático delantero (PSI)	Fuerza lateral (N)
14	684,62
16	719,73
18	754,84
20	789,95
22	825,06
24	860,17

25	877,72
26	895,27
28	930,38
30	965,49
32	1000,60

Nota: Elaboración Propia

La Tabla 11 presenta los valores de fuerza lateral generada por la motocicleta para distintos niveles de presión del neumático delantero, en el rango de 14 a 32 PSI. En presiones bajas (14–18 PSI), la fuerza lateral obtenida varía entre 684,62 N y 754,84 N. A partir de 20 PSI, la fuerza lateral aumenta de manera sostenida, alcanzando 789,95 N a 20 PSI y 825,06 N a 22 PSI. En presiones superiores (24–32 PSI), la capacidad de generar fuerza lateral aumenta de manera aún más marcada, llegando a 860,17 N a 24 PSI y alcanzando un valor máximo de 1000,60 N a 32 PSI.

Ahora con la Fuerza Lateral y el desplazamiento lateral del punto de contacto podemos calcular el par desestabilizador que viene a ser el par de fuerzas que determinan la inclinación de la motocicleta a una determinada presión.

- Par desestabilizador

$$M_z(P) = F_y(P) * \Delta x_{\max}(P)$$

Donde:

$M_z(P)$: Par desestabilizador

F_y : Fuerza Lateral

Δx_{\max} : Desplazamiento lateral del punto de contacto

Tabla 12

Cálculo del Momento par desestabilizador relacionado con la presión del neumático delantero

Presión del neumático delantero (PSI)	Fuerza lateral (N)	Desplazamiento lateral (m)	Momento par desestabilizador (N.m)
14	684,62	0,25	173,88
16	719,73	0,32	232,60
18	754,84	0,38	290,15
20	789,95	0,44	344,04
22	825,06	0,67	555,85
24	860,17	0,58	498,91
25	877,72	0,56	489,73
26	895,27	0,61	544,62
28	930,38	0,48	450,86
30	965,49	0,52	497,56
32	1000,60	0,43	426,26

Nota: Elaboración Propia

La Tabla 12 presenta la relación entre la presión del neumático delantero, la fuerza lateral generada, el desplazamiento lateral y el momento par desestabilizador resultante. Los tres parámetros muestran comportamientos correlacionados que permiten comprender integralmente cómo influye la presión del neumático en la estabilidad dinámica de la motocicleta. En el rango de presiones bajas (14–18 PSI), se aprecia que el momento par desestabilizador aumenta desde 173,88 N.m hasta 290,15 N.m. A partir de presiones intermedias (20–22 PSI), se produce un aumento significativo del momento desestabilizador, llegando a 555,85 N.m a 22 PSI, el valor más alto registrado. En presiones más altas (24–32

PSI), el momento desestabilizador también se reduce, pasando de valores superiores a 498 N.m hacia cifras más bajas, como 426,26 N.m en la presión máxima evaluada.

Ahora con el momento del par desestabilizador podemos relacionar las cargas obtenidas como la condición de estabilidad lateral la cual expreso a continuación.

- **Condición de estabilidad Lateral**

Para poder lograr la condición de estabilidad Lateral se debe cumplir la siguiente condición:

$$M_z(P) \leq m * g * h_{cg} * \text{sen}(\varphi)$$

Donde:

$M_z(P)$: Par desestabilizador

g: gravedad

m: masa

h_{cg} : Altura base a centro de masa

φ : ángulo de inclinación efectivo

Tabla 13

Cuadro donde observamos el índice de estabilidad utilizando el momento par desestabilizador y el momento par estabilizador

Presión del neumático delantero (PSI)	Momento par desestabilizador	Momento par estabilizador	Índice de estabilidad
14	173,88	1360,80	7,83
16	232,60	1410,99	6,07
18	290,15	1450,86	5,00
20	344,04	1481,25	4,31
22	555,85	1594,08	2,87
24	498,91	1554,70	3,12
25	489,73	1544,55	3,15
26	544,62	1567,21	2,88
28	450,86	1508,13	3,35
30	497,56	1523,91	3,06
32	426,26	1475,78	3,46

Nota: Elaboración Propia

La Tabla 13 presenta la relación entre la presión del neumático delantero, el par desestabilizador, el par estabilizador y el índice de estabilidad. En presiones bajas (14–20 PSI), el par desestabilizador aumenta progresivamente desde 173,88 N.m a 344,04 N.m, mientras que el par estabilizador muestra valores elevados (1360,80–1481,25 N.m). En este rango, el índice de estabilidad tiene un comportamiento inestable entre 7,83 a 4,31.

En presiones intermedias (22–26 PSI), se evidencia un comportamiento más homogéneo en el comportamiento dinámico del sistema. El par desestabilizador aumenta de 555,85 N.m hasta un máximo de 544,62 N.m a 26 PSI. Paralelamente, aunque el par

estabilizador también aumenta (1594,08–1567,21 N.m), este no crece en la misma proporción que el par desestabilizador. Como resultado, el índice de estabilidad se mantiene entre 2,87 a 2,88 manteniendo oscilaciones mínimas de 0,15.

Al superar los 25 PSI, en presiones más altas (28–32 PSI), se observa una mejora gradual en la estabilidad del sistema. El par desestabilizador disminuye desde 450,86 N.m hasta 426,26 N.m, mientras que el par estabilizador se mantiene dentro de un rango estrecho (1508,13–1475,78 N.m). Como consecuencia, el índice de estabilidad presenta valores entre 3,35 y 3,46 los cuales muestran oscilaciones inestables entre sus valores.

Para analizar la estabilidad dinámica de la motocicleta Honda CB125 Twister, es necesario evaluar cómo la presión del neumático delantero influye en el ángulo de inclinación respecto a la vertical. Por ello, en este apartado se establece dicha relación empleando un software estadístico el cual me permite modelar con precisión la respuesta del vehículo bajo diferentes condiciones de inflado.

Para poder determinar si la presión del neumático delantero influye en el ángulo de inclinación con respecto a vertical de la motocicleta CB 125 Twister HONDA, primero debemos determinar si los datos obtenidos tienen comportamiento paramétrico o no paramétrico, para esto se realizó una prueba de normalidad con los datos obtenidos en el área de estudio.

- Prueba de Normalidad

La aplicación de pruebas de normalidad constituye un paso esencial en la validación estadística de los datos obtenidos en este estudio. Determinar si las variables analizadas se ajustan a una distribución normal permite justificar el uso de métodos paramétricos, los cuales requieren este supuesto para garantizar estimaciones eficientes y conclusiones válidas.

En las pruebas de normalidad, la comparación entre el valor p y el nivel de significancia ($\alpha = 0.05$) determina si los datos cumplen los supuestos para análisis paramétricos. Si $p > 0.05$, los datos pueden considerarse normales y se habilita el uso de análisis paramétricos. Además, si $p < 0.05$, la normalidad se rechaza y se deben emplear métodos no paramétricos, que se adaptan mejor a distribuciones irregulares.

Tabla 14

Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk

	Presión del neumático delantero	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
	14,00	0,906	8	0,324
	16,00	0,827	8	0,056
	18,00	0,931	8	0,522
Ángulo de inclinación experimental	20,00	0,779	8	0,017
	22,00	0,934	8	0,557
	24,00	0,708	8	0,003
	25,00	0,882	8	0,195
	26,00	0,846	8	0,086
	28,00	0,957	8	0,778
	30,00	0,910	8	0,356
	32,00	0,804	8	0,031

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota: Elaboración Propia

En la prueba de normalidad se observa que la mayoría de valores de la significancia son mayores a 0,05 como en las presiones 14, 16,18, 22, 25, 26, 28 y 30 PSI. Pero, en las presiones 20, 24 y 32 PSI los valores de la significancia son menores a 0,05 lo que nos indica que para

determinar si la presión del neumático delantero influye en el ángulo de inclinación con respecto a vertical de la motocicleta CB 125 Twister HONDA, se tiene que utilizar métodos no paramétricos como la prueba de Kruskal-Wallis de muestras independientes.

- Prueba de Kruskal-Wallis de muestras independientes

Tabla 15

Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes

Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	
N total	88
Estadístico de prueba	67,326 ^a
Grado de libertad	10
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0,001

a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

Nota: Elaboración Propia

Al realizar la prueba de Kruskal-Wallis de muestras independientes muestra que la significancia es de 0,001 la cual es menor a 0,05 mostrando que la presión del neumático delantero si influye en el ángulo de inclinación con respecto a vertical de la motocicleta CB 125 Twister HONDA.

Para continuar con el análisis de la presión del neumático delantero y como este afecta el ángulo de inclinación con respecto a la vertical de la motocicleta CB125 Twister HONDA, se procedió a determinar los valores críticos del ángulo de inclinación influenciados por diferentes niveles de presión del neumático delantero, con el objetivo de establecer umbrales que permitan anticipar y prevenir situaciones potenciales de vuelco o pérdida de control. Para ello necesitamos conocer lo siguiente:

- **Ángulo de inclinación ideal de una motocicleta**

$$\varphi_i = \arctan \frac{R_C \omega^2}{g}$$

$$\varphi_i = \arctan \frac{V^2}{g * R_C}$$

Donde:

φ_i : ángulo de inclinación ideal

R_C : Radio de la curva

ω : Velocidad Angular

g : gravedad

V : Velocidad tangencial

Considerando que para esta investigación la velocidad es 30 km/h puesto que, es la velocidad máxima permitida en una zona urbana, y una curva con un radio aproximado a 10 metros como (Álvarez, 2019) lo considera “con una zona crítica, accidentada y urbana”. Tomando estos valores el ángulo de inclinación ideal se calculó de la siguiente manera:

$$R_C: 10 \text{ m} \quad g: 9,81 \text{ m/s}^2 \quad V: 30 \frac{\text{km}}{\text{h}} \rightarrow 8,33 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\varphi_i = \arctan \frac{(8,33 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{(9,81 \text{ m/s}^2) * 10 \text{ m}}$$

$$\boxed{\varphi_i = 35,29^\circ}$$

El valor calculado de 35,29° representa el ángulo ideal, y que sirve en el presente estudio para tener un valor referencial y de esta manera hallar el incremento del ángulo de inclinación.

- **Incremento del Ángulo de Inclinación**

$$\Delta\varphi = \arcseno\left(\frac{t * \text{sen}(\varphi_i)}{(h - t)}\right)$$

φ_i : ángulo de inclinación ideal

$\Delta\varphi$: Incremento del ángulo de inclinación

h: Altura base a centro de masa

t: anchura del neumático en contacto con el suelo

Para este cálculo también necesitamos conocer el valor de la anchura del neumático en contacto con el suelo, el cual fue medido en el área de estudio. Estos valores hacen que el incremento del ángulo de inclinación cambie mostrándose en la tabla 16.

Tabla 16

Valores de la anchura del neumático en relación a la presión que presenta y su influencia sobre el incremento del ángulo de inclinación

Presión (PSI)	Valores de "t"(m)	Incremento del Ángulo de Inclinación	
			(°)
14	0,0721		3,28
16	0,071		3,23
18	0,0705		3,20
20	0,065		2,93
22	0,0625		2,81
24	0,0612		2,74
25	0,059		2,64

26	0,0565	2,52
28	0,047	2,07
30	0,041	1,79
32	0,0391	1,70

Nota: Elaboración Propia

En la tabla 16, se presenta la variación de la anchura del neumático con respecto a la presión del neumático delantero de la motocicleta CB 125 Twister HONDA y se observa que a mayor presión el incremento del ángulo de inclinación disminuye como se puede observar en el por ejemplo a 32 psi el incremento es de 1,70°; por otro lado, se observa que a 14 PSI el incremento del ángulo de inclinación es 3,28°. Se pudo evidenciar también que cuando la presión es la recomendada por el fabricante (25 PSI) el incremento del ángulo de inclinación es de 2,64° lo cual refuerza lo antes mencionado que a menor presión el incremento aumenta su valor obteniendo una relación inversamente proporcional. Este valor fue útil para poder calcular el ángulo de inclinación efectivo mostrado más adelante.

- **Ángulo de inclinación efectivo**

$$\varphi = \varphi_i + \Delta\varphi$$

$$\varphi = \arctan\varphi_i + \arcseno\left(\frac{t * \text{seno}(\varphi_i)}{(h - t)}\right)$$

φ : ángulo de inclinación efectivo

φ_i : ángulo de inclinación ideal

$\Delta\varphi$: Incremento del ángulo de inclinación

h: Altura base a centro de masa

t: anchura del neumático en contacto con el suelo

Tabla 17*Valores del incremento del ángulo de inclinación y el ángulo de inclinación efectivo*

Presión (PSI)	Incremento del Ángulo de Inclinación (°)	Ángulo de inclinación efectivo (°)
14	3,28	38,57
16	3,23	38,52
18	3,20	38,50
20	2,93	38,22
22	2,81	38,10
24	2,74	38,04
25	2,64	37,93
26	2,52	37,81
28	2,07	37,36
30	1,79	37,08
32	1,70	37,00

Nota: Elaboración Propia

En esta tabla podemos observar que el incremento del ángulo de inclinación con respecto a la vertical afecta al ángulo de inclinación efectivo otorgándonos una relación inversamente proporcional. Como podemos ver en los datos obtenidos que cuando la presión del neumático delantero de la motocicleta CB 125 Twister es de 32 PSI el ángulo efectivo es de 37° mientras que cuando la presión es de 14 PSI, que representa la presión menor a la cual se a realizado pruebas, es de 38,57°.

Los valores obtenidos aquí sirvieron para poder determinar el intervalo seguro de inclinación influenciado por la presión del neumático delantero de la motocicleta CB 125 Twister HONDA.

- **Ángulo de inclinación efectivo experimental**

Tabla 18

Datos obtenidos realizando las pruebas en el área de estudio

TEMPERATURA (°C)	42-45											
p (Distancia entre ejes)	1,34 metros											
hc (Altura al centro de gravedad)	0,91 metros											
b (Distancia del CG al eje posterior)	0,65 metros											
VELOCIDAD (km/h)	30											
RADIO DE LA PISTA (metros)	10											
PRESIÓN NOMINAL DEL NEUMÁTICO POSTERIOR	29											
PRESIÓN DEL NEUMÁTICO DELANTERO (PSI)	14	16	18	20	22	24	25	26	28	30	32	
REPETICIONES												
1	45	47	49	51	57	55	51	51	53	53	50	
2	45	47	48	48	56	55	53	57	48	50	51	
3	45	46	50	51	53	51	53	51	49	53	46	

4	46	48	49	51	55	51	53	50	52	52	51
5	43	46	48	49	56	55	53	57	54	49	51
6	44	47	47	51	57	55	54	54	51	55	51
7	44	47	48	49	55	51	55	55	51	49	48
8	45	46	49	49	54	54	51	57	51	54	49

Nota: Elaboración Propia

Con estos valores a través de una hoja de cálculo en Excel determinamos la media, la desviación estándar y la varianza del ángulo de inclinación para cada una de las presiones como se muestran a continuación.

Tabla 19

Media del ángulo de inclinación con respecto a la vertical obtenidos experimentalmente

Validación	Presión del neumático delantero (PSI)										
	14	16	18	20	22	24	25	26	28	30	32
Media	44.63	46.75	48.5	49.88	55.38	53.38	52.88	54	51.13	51.88	49.63
Varianza	0.84	0.50	0.86	1.55	1.98	3.98	1.84	8.86	3.84	5.27	3.41
Desviación estándar (°)	0.92	0.71	0.93	1.25	1.41	2.00	1.36	2.98	1.96	2.30	1.85

Nota: Elaboración Propia

Con esta tabla podemos tener el ángulo efectivo experimental para cada una de las presiones medidas desde 14 PSI hasta 32 PSI utilizadas más adelante.

- **Comparación entre el ángulo de inclinación efectivo teórico y el ángulo de inclinación efectivo experimental**

Tabla 20

Relación entre el ángulo de inclinación efectivo teórico y el ángulo de inclinación efectivo experimental

Presión (PSI)	Ángulo de inclinación efectivo teórico (°)	Ángulo de inclinación efectivo experimental (°)
14	38,57	44,63
16	38,52	46,75
18	38,50	48,50
20	38,22	49,88
22	38,10	55,38
24	38,04	53,38
25	37,93	52,88
26	37,81	54,00
28	37,36	51,13
30	37,08	51,88
32	37,00	49,63

Nota: Elaboración Propia

En la tabla 20 se muestra una comparación entre el ángulo de inclinación efectivo teórico y el ángulo de inclinación efectivo experimental, donde se observó que el ángulo de inclinación efectivo teórico disminuye progresivamente de 38,57° a 14 PSI hasta 37,00° a 32 PSI. Por otro lado, el ángulo de inclinación efectivo experimental aumenta de 44,63° a 14 PSI hasta 49,88° a 20 PSI; luego observamos que el ángulo mantiene fluctuaciones que van desde

55,38° a 54,00° los cuales son ángulos obtenidos de 22 a 26 PSI. Adicionalmente se evidenció que en presiones de 28 PSI a 32 PSI el ángulo de inclinación disminuye de 51,13° a 49,63°.

Esta comparación sirvió para tener valores máximos y mínimos del ángulo de inclinación con respecto a la vertical y así poder obtener el intervalo seguro de inclinación influenciado por la presión del neumático delantero de la motocicleta CB 125 Twister HONDA.

Tabla 21

Intervalo seguro de inclinación influenciado por la presión del neumático delantero de la motocicleta CB 125 Twister HONDA

Presión (PSI)	Máxima inclinación (°)	Mínima inclinación (°)
14	45	39
16	47	39
18	49	38
20	50	38
22	55	38
24	53	38
25	53	38
26	54	38
28	51	37
30	52	37
32	50	37

Nota: Elaboración Propia

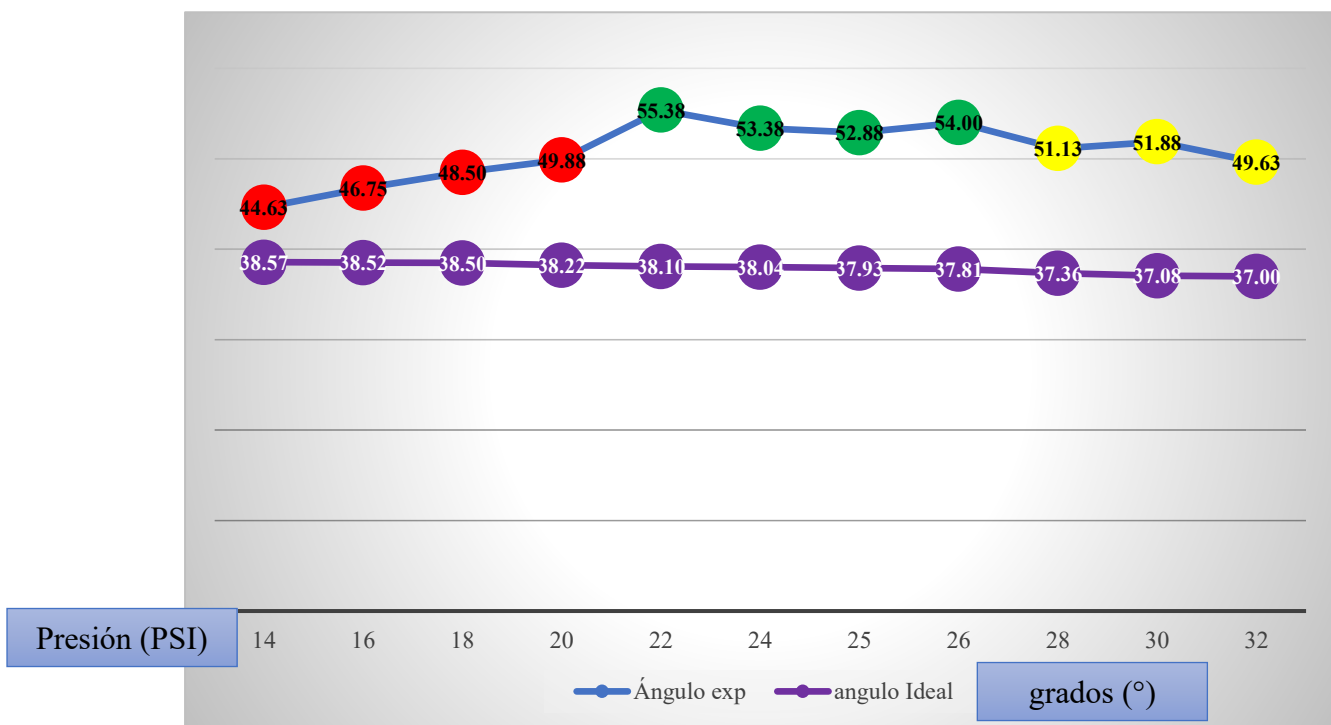
En la tabla 21 se observó que a bajas presiones (14–20 PSI) existe un incremento progresivo, pasando de 45° a 50°. También se observa que el valor más elevado se registra a 22 PSI, donde la inclinación máxima alcanza los 55°, representando el punto crítico de mayor exigencia dinámica. A partir de 24 PSI, la inclinación máxima disminuye ligeramente y oscila

entre 50° y 54°, manteniéndose dentro de un rango estable y típico de presiones adecuadas para la conducción.

Ahora con los valores de inclinación máximos y mínimos podemos determinar el intervalo optimo de presión del neumático delantero de la motocicleta CB125 Twister HONDA que permita mantener un ángulo de inclinación eficiente para reducir costos por mantenimiento o reparación en caso de volcaduras.

Figura 17

Gráfico que muestra el intervalo optimo de presión del neumático delantero de la motocicleta CB125 Twister HONDA



Nota: Elaboración propia

La figura 17 muestra la de color verde el rango de presiones entre 22 a 26 PSI, en las que existe un intervalo de ángulo de inclinación más amplio lo que permite reducir las volcaduras, siendo estas las presiones más óptimas. Por otro lado, tenemos las presiones entre 28 a 32 PSI las cuales están de color amarillo pues el intervalo de inclinación baja con respecto al óptimo. Por último, tenemos el rango de presiones entre 14 a 20 PSI que comparten un

intervalo de ángulo de inclinación muy bajo aumentando el riesgo de volcaduras al encontrarse cerca de estos valores.

Con el propósito de evaluar la influencia real que ejerce la presión del neumático delantero sobre el ángulo de inclinación con respecto a la vertical de la motocicleta CB125 Twister HONDA, se planteó lo expuesto a continuación.

- **Comprobación de Hipótesis**

Como ya se mostró en la tabla 14 en la cual se sometió a una prueba de normalidad a los valores obtenidos experimentalmente, el estudio presenta un comportamiento no paramétrico pues $p < 0,05$ lo que significa que los valores obtenidos no presentan linealidad. Esto significa que para la comprobación de la hipótesis se utilizaron pruebas como Kruskal-Wallis de muestras independientes, Rho de Spearman, entre otros.

H1: El intervalo de inclinación seguro con respecto a la vertical es influenciado por la disminución de presión del neumático delantero de la motocicleta CB125 Twister HONDA para evitar volcaduras.

H0: El intervalo de inclinación seguro con respecto a la vertical no es influenciado por la disminución de presión del neumático delantero de la motocicleta CB125 Twister HONDA para evitar volcaduras.

$P < 0.05 = H1$

$P > 0.05 = H0$

Tabla 22*Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes*

Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	
N total	88
Estadístico de prueba	67,326 ^a
Grado de libertad	10
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0,001

a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

Nota: Elaboración Propia

Tabla 23*Prueba de Rho de Spearman de correlación*

		Correlaciones	
		Presión del neumático delantero	Ángulo de inclinación con respecto a la vertical de la motocicleta
Rho de Spearman	Presión del neumático delantero	Coefficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	,481**
		N	88
	Ángulo de inclinación con respecto a la vertical de la motocicleta	Coefficiente de correlación	,481**
		Sig. (bilateral)	0,001
		N	88

****.** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota: Elaboración Propia

Las pruebas elaboradas en las tablas 22 y 23 muestran una significancia menor a 0,05 lo que significa que se rechaza la hipótesis nula y se afirma la hipótesis planteada. Afirmando que existe un intervalo seguro del ángulo de inclinación influenciado por la disminución de presión del neumático delantero de la motocicleta CB125 Twister HONDA para evitar volcaduras.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidencian de manera clara que la presión del neumático delantero influye directamente en el ángulo de inclinación efectivo, en la estabilidad lateral y en la probabilidad de volcadura de la motocicleta Honda CB125 Twister. Al analizar presiones comprendidas entre 14 y 32 PSI, se observó un comportamiento no lineal del sistema motocicleta–neumático, donde tanto presiones bajas como presiones excesivamente altas generan condiciones desfavorables para la estabilidad en curva.

En primer lugar, el presente estudio confirma que la presión del neumático delantero de la motocicleta es determinante en el ángulo de inclinación para su desempeño dinámico de la motocicleta como en la seguridad estructural y operativa del vehículo. Este hallazgo coincide con lo expuesto por Soria (2020), quien establece que las motocicletas de competición, como las desarrolladas para MotoStudent Petrol, trabajan bajo ángulos de inclinación elevados, los cuales deben ser considerados desde las etapas iniciales de diseño del chasis. En este sentido, los resultados evidencian que operar dentro de rangos adecuados de inclinación permite optimizar la estabilidad y el agarre en curva, siempre que la estructura del chasis esté diseñada para soportar dichas solicitaciones.

También, se evidenció que el desplazamiento lateral exhibe la misma tendencia, pues están relacionados con el ángulo efectivo de inclinación experimental alcanzando su máximo a 22 PSI, lo que confirma que este nivel de presión representa un punto crítico donde el neumático pierde gran parte de su capacidad de controlar la deriva lateral. Este aumento del desplazamiento tiene consecuencias directas en la elevación del momento par desestabilizador, ya que la distancia efectiva entre la línea de acción de la fuerza lateral y el punto de apoyo incrementa el brazo de palanca, generando un mayor torque que compromete la estabilidad. Estos resultados concuerdan con lo expuesto por Ferrer (2017), quien señala que el aumento

del ángulo de inclinación, cuando no es adecuadamente soportado por la estructura y los componentes, genera problemas de estabilidad y distribución de cargas.

Diversos estudios en dinámica de motocicletas señalan que la presión del neumático afecta directamente la rigidez lateral, la deformación de la huella de contacto y la capacidad de transmitir fuerzas laterales. Autores como Cossalter (2012) explican que una presión insuficiente incrementa la deformación del neumático, reduciendo la eficiencia lateral y aumentando la deriva. Los hallazgos de este trabajo concuerdan con esta afirmación que en presiones bajas (14–18 PSI), el desplazamiento lateral es elevado y el ángulo efectivo de inclinación aumenta progresivamente, lo cual coincide con la tendencia descrita por modelos teóricos antes mencionados.

Por otro lado, evaluando la tabla 13 podemos observar que el índice de estabilidad entre presiones de 14 a 20 PSI tiene un comportamiento inestable evidenciando que realizar inclinaciones muy pronunciadas en estas presiones es peligroso. Por otro lado, cuando la presión se encuentra entre las presiones de 22 a 26 PSI observamos que su índice de estabilidad adopta un comportamiento más paramétrico mostrándonos que la inclinación es más segura. Luego de esto se observa que a mayor presión como lo son de 28 a 32 PSI el comportamiento del índice de estabilidad nuevamente muestra oscilaciones inestables. Este comportamiento nos muestra que cuando una motocicleta tiende a tener presiones entre 22 a 26 PSI se expone a un índice de estabilidad más seguro donde se puede lograr mayor inclinación.

Esto se respalda en investigaciones sobre estabilidad de motocicletas en curvas (Cossalter & Lot, 2003; Roessler, 2015), donde han demostrado que los momentos estabilizadores y desestabilizadores dependen tanto de las propiedades del neumático como del ángulo de inclinación efectivo. En este estudio, las presiones elevadas reducen el ángulo

efectivo y disminuyen el par desestabilizador, lo cual coincide con las predicciones teóricas de los modelos que analizan la interacción entre rigidez lateral, carga normal y fuerzas de giro.

Luego se analizó si la presión del neumático delantero influye en el ángulo de inclinación con respecto a vertical de la motocicleta CB 125 Twister HONDA, para esto nos apoyamos del programa estadístico, iniciando por realizar la prueba de normalidad a los datos obtenidos lo que nos ayudó a determinar que el estudio tiene comportamiento no lineal pues la significancia fue menor a 0,05. Esto nos llevó a utilizar la prueba de Kruskal-Wallis de muestras independientes donde arrojó una significancia de 0,001 demostrando que estadísticamente la presión del neumático delantero si influye en el ángulo de inclinación con respecto a vertical de la motocicleta CB 125 Twister HONDA.

Seguidamente se procedió a determinar los valores críticos del ángulo de inclinación influenciados por diferentes niveles de presión del neumático delantero obteniendo como La tabla 20 muestra la relación entre la presión del neumático delantero y el ángulo de inclinación efectivo, tanto teórico como experimental, un parámetro fundamental para evaluar la estabilidad lateral del vehículo. El ángulo teórico presenta una variación muy leve, disminuyendo apenas de $38,57^\circ$ a $37,00^\circ$ conforme aumenta la presión de 14 a 32 PSI. Esta estabilidad en el modelo teórico indica que, bajo supuestos ideales, la presión del neumático tendría una influencia mínima en el límite de inclinación necesario para alcanzar un estado crítico de volcadura.

Por el contrario, los ángulos de inclinación experimentales muestran una tendencia diferente y mucho más sensible a las variaciones de presión. Estos ángulos aumentan progresivamente desde $44,63^\circ$ a 14 PSI hasta alcanzar un máximo de $55,38^\circ$ en 22 PSI, lo cual evidencia un comportamiento real más complejo. Posteriormente, el ángulo experimental fluctúa entre 51° y 54° para presiones entre 24 y 30 PSI, disminuyendo finalmente a $49,63^\circ$ a

32 PSI. Esto demuestra que el vehículo responde con mayor inclinación real que la prevista por el modelo teórico, especialmente en ciertos rangos críticos.

El punto más destacado de la tabla se encuentra en los 22 PSI, donde el ángulo experimental alcanza su valor máximo. Un aumento abrupto de este parámetro sugiere una mayor deformación del neumático, una transferencia de carga más pronunciada y una respuesta dinámica más agresiva del vehículo. Estos factores implican que el sistema alcanza mayores niveles de inclinación antes de acercarse al límite de estabilidad, lo que refleja condiciones operativas más exigentes y vulnerables.

La comparación entre los valores teóricos y experimentales evidencia una divergencia significativa, especialmente entre 22 y 26 PSI. Mientras el modelo teórico permanece casi estable, los valores experimentales se elevan considerablemente, alcanzando diferencias de hasta 17°.

Estos valores también nos permitieron elaborar la tabla 21 donde se muestran los rangos máximos y mínimos a los que una motocicleta puede inclinarse sin volcarse, además se evidencia que entre las presiones de 14 a 18 PSI el rango de inclinación es bajo a comparación del rango evidenciado a presiones de 22 a 26 PSI. Se observó adicional a eso que luego de 26 PSI este rango vuelve a disminuir lo que permite deducir que las presiones donde es más seguro realizar inclinaciones es en el rango de 22 a 26 PSI.

Adicionalmente, los datos obtenidos mediante el aplicativo BikeSensor demostraron la viabilidad de medir el ángulo de inclinación en tiempo real, lo cual se relaciona con los estudios de Lancheros y Rojas (2018) y Stanglmayr et al. (2020). La variación del ángulo de inclinación registrada para cada nivel de presión permitió identificar zonas críticas de operación, evidenciando que el monitoreo continuo de esta variable puede ser una herramienta clave para la prevención de volcaduras y la mejora de la seguridad vial.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones:

- Al realizar un análisis de cargas con los resultados experimentales y teóricos se demostró que la presión del neumático delantero si influye significativamente en el ángulo de inclinación de una motocicleta CB 125 Twister HONDA mediante el cálculo del índice de estabilidad mostrado en la tabla 13. Esta tabla mostró que en presiones de 22 a 26 PSI el índice de estabilidad tiene un comportamiento más constante lo que permite mayor seguridad en la inclinación de una motocicleta evitando volcaduras.
- Mediante el uso de un programa estadístico se estableció la influencia de la presión del neumático delantero en el ángulo de inclinación de la motocicleta CB 125 Twister HONDA mediante la prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes la cual nos estableció que, si existe influencia de la presión sobre el ángulo de inclinación respecto a la vertical de la motocicleta CB 125 Twister HONDA, mostrando una significancia de 0,001.
- Con el cálculo del ángulo efectivo teórico y el ángulo efectivo experimental se definió los valores críticos del ángulo de inclinación para cada una de las presiones aplicadas, obteniendo la tabla 21 donde se muestra la máxima inclinación de la motocicleta y la mínima inclinación de la motocicleta para cada una de las presiones aplicadas.
- La figura 17, nos permitió determinar el intervalo optimo de presión del neumático delantero de la motocicleta CB 125 Twister HONDA, si observamos este grafico el intervalo optimo se encuentra entre 22 a 26 PSI pues cuenta con un mayor rango del ángulo de inclinación y se obtiene una mayor maniobrabilidad. Por otro lado, si observamos las presiones entre 14 a 18 PSI, existe un rango limitado de inclinación de la motocicleta y la maniobrabilidad se ve comprometida pues los componentes son más difíciles de estabilizar. Por otro lado, a presiones elevadas entre 28 a 32 PSI, el ángulo disminuye, pero el rango de inclinación se reduce, lo que también genera limitaciones en maniobras.

5.2. Recomendaciones:

- Mantener la presión del neumático delantero entre 22 y 26 PSI, pues este rango ofrece el balance óptimo entre estabilidad, seguridad y desempeño dinámico, según los valores experimentales de inclinación e índice de estabilidad.
- Se recomienda que en futuras investigaciones se incluya el análisis de la presión del neumático posterior, con el propósito de evaluar su influencia conjunta con el neumático delantero sobre el ángulo de inclinación y el índice de estabilidad de la motocicleta CB 125 Twister HONDA. La incorporación de esta variable permitiría comprender de manera más integral el comportamiento dinámico de la motocicleta y fortalecer las estrategias para la prevención de volcaduras.
- Se sugiere ampliar el estudio considerando la variación de las condiciones de la superficie de rodadura, tales como pavimento seco, mojado o irregular, en combinación con diferentes presiones del neumático delantero.
- Se recomienda analizar la influencia de la carga total del sistema, incluyendo el peso del conductor y de un posible acompañante, sobre el ángulo de inclinación y los valores críticos de estabilidad. Dado que la distribución de cargas modifica el comportamiento dinámico de la motocicleta.
- También se propone que en otras investigaciones se integren variables dinámicas como la velocidad, el desgaste del neumático y las características del sistema de suspensión las cuales se analicen en conjunto con la presión del neumático delantero. Este análisis simultáneo permitiría desarrollar modelos más completos que optimicen la estabilidad, mejoren la maniobrabilidad y reduzcan los costos asociados al mantenimiento o reparación ocasionados por volcaduras.

Referencias bibliográficas

- Arcos D., y Ortíz, A. (2012). *Diseño de un sistema de tracción delanteras en motocicletas complementando la tracción posterior*. Trabajo de investigación. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4870/1/CD-4464.pdf>
- Cano, J. (2013). *Diseño y fabricación de un chasis de una motocicleta de 125cc 2T para la I competición internacional Motostudent*. Proyecto de investigación. <https://lc.cx/hPptPD>
- Coronel Montenegro, N. (2023). *Propuesta de mejora del servicio de mantenimiento de motocicletas en la región X* [Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositorio USAT. Available at https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/6135/1/TL_CoronelMontenegroNoe.pdf
- Cossalter, V. (2006). *Motorcycle dynamics* (2.^a ed.). Lulu.com.
- Ferrer, M. (2017). *Diseño de un chasis de motocicleta de competición tipo Moto3 con un sistema de regulación de la rigidez lateral*. Trabajo de investigación. https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/101138/Memoria_TFG-Joan_Colomer.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hernández et al. (2014) *Metodología de la investigación (6ta ed.)*. McGraw-Hill/ Interamericana Editores.
- Honda Motor Argentina. (2024). *Honda CB125F Twister – vista lateral*. [Imagen]. Honda Motos Argentina. <https://motos.honda.com.ar>
- Honda motor coporate [HONDA] (2018). *Manual del propietario*. [Archivo PDF]. <https://motos.honda.com.co/manuales/manual-cb125f.pdf>
- Honda Motos Perú. (s. f.). *Honda CB125F Twister – vista del modelo* [Imagen]. Honda Motos Perú. <https://motos.honda.com.pe/producto/cb125f-twister>

- Lancheros, D. y Rojas, H. (2018). *Diseño e implementación de sistema de detección de accidentes en motocicleta para un entorno empresarial*. Trabajo de investigación. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/14174/LancherosAguilarDavidLeonardo2018.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- Marisol, M. (2017). *Influencia del desgaste de neumáticos en el coeficiente de fricción*. Trabajo de investigación. http://bibliotecadigital.uda.edu.ar/objetos_digitales/774/tesis-5645-influencia.pdf
- Motos Wanxin. (2025, 14 de marzo). *Tipos de motocicletas: ¿Cuál es la mejor para ti?* Blog de Motos Wanxin. Recuperado el 29 de agosto de 2025, de <https://motoswanxin.com.pe/tipos-de-motocicletas-cual-es-la-mejor-para-ti/>
- Mundaca, J. (2019). *Evaluación del coeficiente de fricción del pavimento en 10 vías rápidas en Arequipa usando el péndulo de fricción británico TRRL*. Trabajo de investigación <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/10263>
- Observatorio Nacional de Seguridad Vial. (2023, 28 de agosto). *Boletín estadístico de siniestralidad vial, primer semestre 2023*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. <https://www.onsv.gob.pe/post/boletin-estadistico-de-siniestralidad-vial-primer-semester-2023/>
- Ojo Público. (2024, 28 de enero). *El auge de las dos ruedas: los impactos de más de 3 millones de motos en el Perú*. Ojo Público. <https://ojo-publico.com/4936/auge-dos-ruedas-los-impactos-mas-3-millones-motos>
- Policía Nacional del Perú [PNP], (2020). *Manual de normas y procedimientos para las intervenciones de prevención e investigación de accidentes de tránsito*. <https://acortar.link/Py04c9>

- Ramírez, D. (2016). *Medición de pendiente mediante un inclinómetro digital para el banco de pruebas de laboratorio de construcciones civiles FT UDFJC*. Trabajo de investigación. <https://lc.cx/Sz3qou>
- Ruiz, C. y Valenzuela, M. (2022). *Metodología de la investigación*. Fondo editorial Universidad Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo. <https://fondoeditorial.unat.edu.pe/index.php/EdiUnat/catalog/book/4>
- Solé, G. (2014). *Diseño del basculante y proceso de fabricación del mismo y del carenado para una motocicleta de competición*. Trabajo de investigación. <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/24327>
- Soria, R. (2020). *Evaluación de alternativas, diseño y cálculo de chasis para Motostudent Petrol*. Trabajo de investigación. <https://acortar.link/US4jJ7>
- Top Motors. (2024, 28 de septiembre). *Cilindrada de una moto: ¿Qué es?* Blog de Top Motors. Recuperado el 28 de agosto de 2025, de <https://topmotors.pe/blog/cilindrada-de-una-moto/>
- Urréd et al. (2021). *Metodología de la investigación (1ra ed.)*. Editorial corporativa Edicumbre.
- Valle, O. (2020). *Estudio de la morfología aerodinámica de una motocicleta GP para mejorar los coeficientes aerodinámicos de la motocicleta "Stolika" de la "v" competencia internacional MotoStudent*. Trabajo de investigación. <https://lc.cx/nWK96h>
- Zárate, M. (2009). *Simulación del comportamiento dinámico en 3D de una motocicleta en fase de aceleración y frenada durante la trazada de una curva*. Proyecto de investigación. <https://core.ac.uk/reader/29400920> }
- Stanglmayr, M., Bäumlner, M., Büttner, K., & Prokop, G. (2020, octubre). *Towards safer rides: Measuring motorcycle dynamics with smartphones* [Ponencia de conferencia]. 13. Internationale Motorradkonferenz, Colonia, Alemania. Institute for Motorcycle Safety (Institut für Zweiradsicherheit e.V.). <https://doi.org/10.26128/2020.1>

Anexos

Anexo 01: Formato para recolectar datos de la motocicleta CB 125 Twister HONDA

TEMPERATURA (°C)	42-45										
p (Distancia entre ejes)											
hc (Altura al centro de gravedad)	0.91 metros										
b (Distancia del CG al eje posterior)											
VELOCIDAD (km/h)	30										
RADIO DE LA PISTA (metros)	10										
PRESIÓN NOMINAL DEL NEUMÁTICO POSTERIOR (PSI)	29										
t											
PRESIÓN DEL NEUMÁTICO DELANTERO (PSI)	14	16	18	20	22	24	25	26	28	30	32
REPETICIONES											
1											
2											
3											
4											
5											

6											
7											
8											
OBSERVACIONES											

Nota: Elaboración propia

Anexo 02

Figura 18

Motocicleta CB 125 Twister HONDA



Nota: Elaboración Propia

Anexo 03

Figura 19

Instalación del inclinómetro digital en la motocicleta CB 125 Twister HONDA



Nota: Elaboración propia

Anexo 04

Figura 20

Motocicleta CB 125 Twister habilitada en las instalaciones del circuito “San José”



Nota: Elaboración propia

Anexo 05

Figura 21

Trazos referenciales de la curva con radio de 10 metros

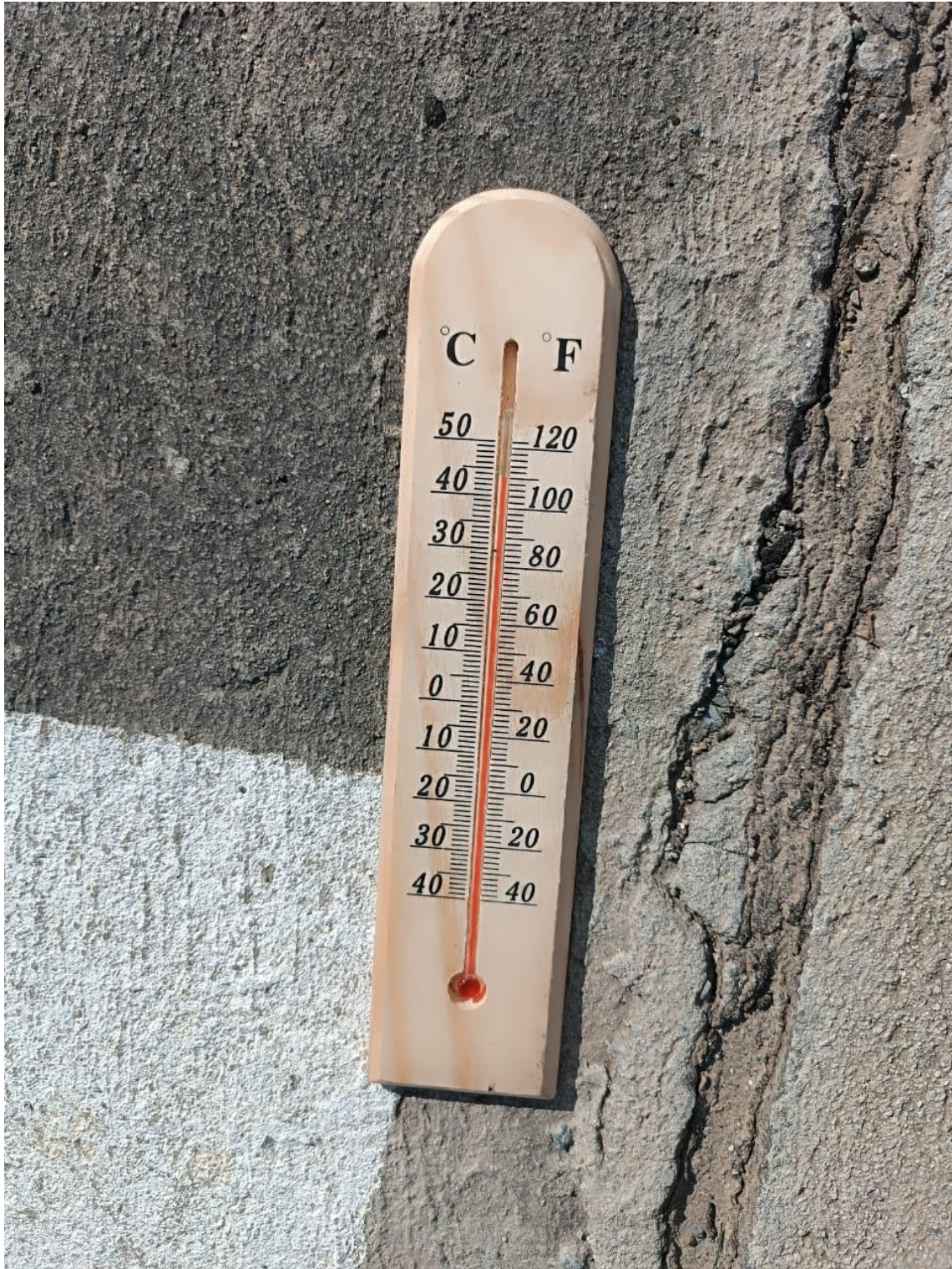


Nota: Elaboración propia

Anexo 06

Figura 22

Temperatura ambiente a las 1:00 p.m en el circuito de pruebas



Nota: Elaboración Propia

Anexo 07

Figura 23

Manómetro manual y manómetro digital usados para la medición de la presión del neumático delantero antes de cada prueba



Nota: Elaboración Propia

Anexo 08

Figura 24

Calibrador vernier para la medición de la anchura del neumático para cada presión de prueba



Nota: Elaboración Propia

Anexo 09

Figura 25

Conductor equipado con los elementos de seguridad necesarios antes de las pruebas



Nota: Elaboración Propia

Anexo 10

Figura 26

Verificación de la presión de 28 PSI del neumático delantero antes de cada repetición



Nota: Elaboración Propia

Anexo 11

Figura 27

Verificación de la presión de 26 PSI del neumático delantero antes de cada repetición



Nota: Elaboración Propia

Anexo 12

Figura 28

Verificación de la presión de 25 PSI del neumático delantero antes de cada repetición



Nota: Elaboración Propia

Anexo 13

Figura 29

Verificación de la presión de 24 PSI del neumático delantero antes de cada repetición



Nota: Elaboración Propia

Anexo 14

Figura 30

Verificación de la presión de 22 PSI del neumático delantero antes de cada repetición



Nota: Elaboración Propia

Anexo 15

Figura 31

Verificación de la presión de 20 PSI del neumático delantero antes de cada repetición



Nota: Elaboración Propia

Anexo 16

Figura 32

Verificación de la presión de 18 PSI del neumático delantero antes de cada repetición



Nota: Elaboración Propia

Anexo 17

Figura 33

Verificación de la presión de 16 PSI del neumático delantero antes de cada repetición



Nota: Elaboración Propia

Anexo 18

Figura 34

Verificación de la presión de 26 PSI del neumático delantero antes de cada repetición

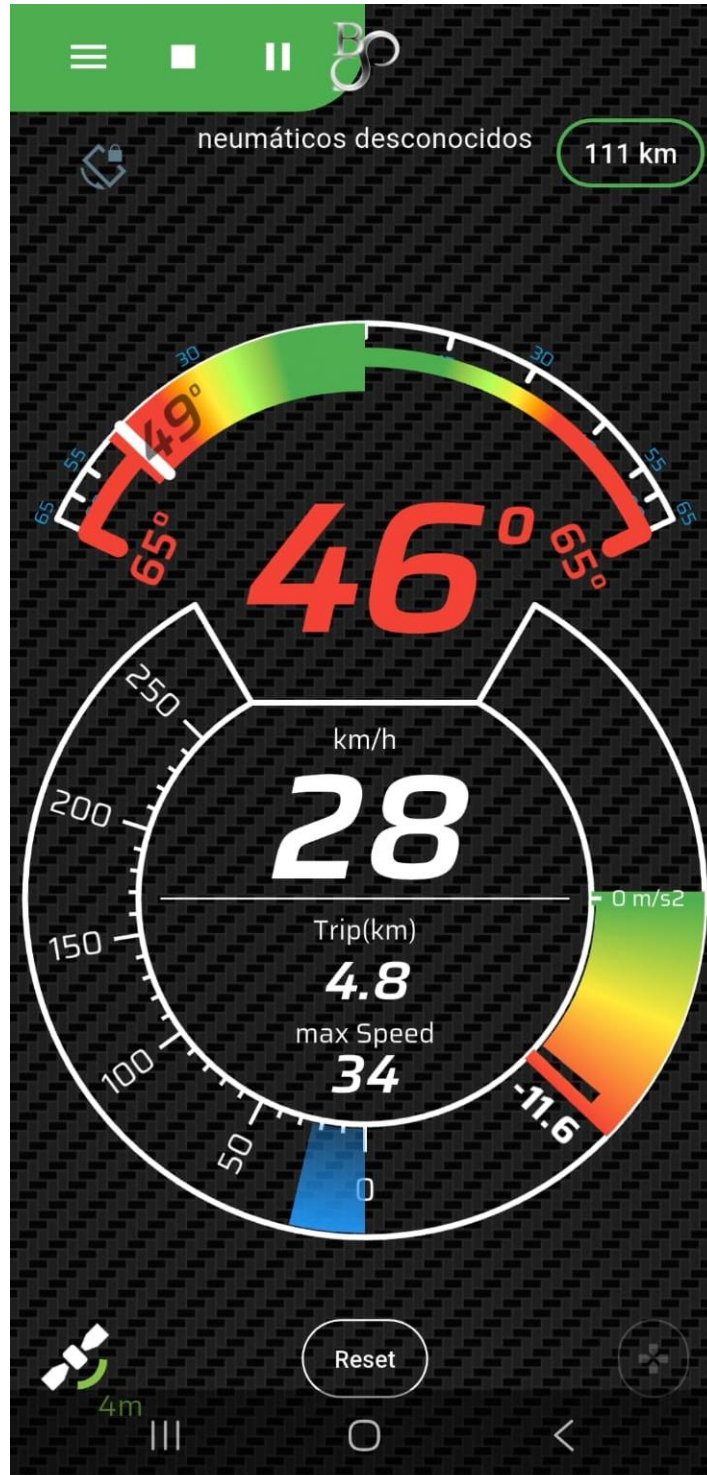


Nota: Elaboración Propia

Anexo 19

Figura 35

Inclinación de la motocicleta cuando la presión del neumático es de 14 PSI

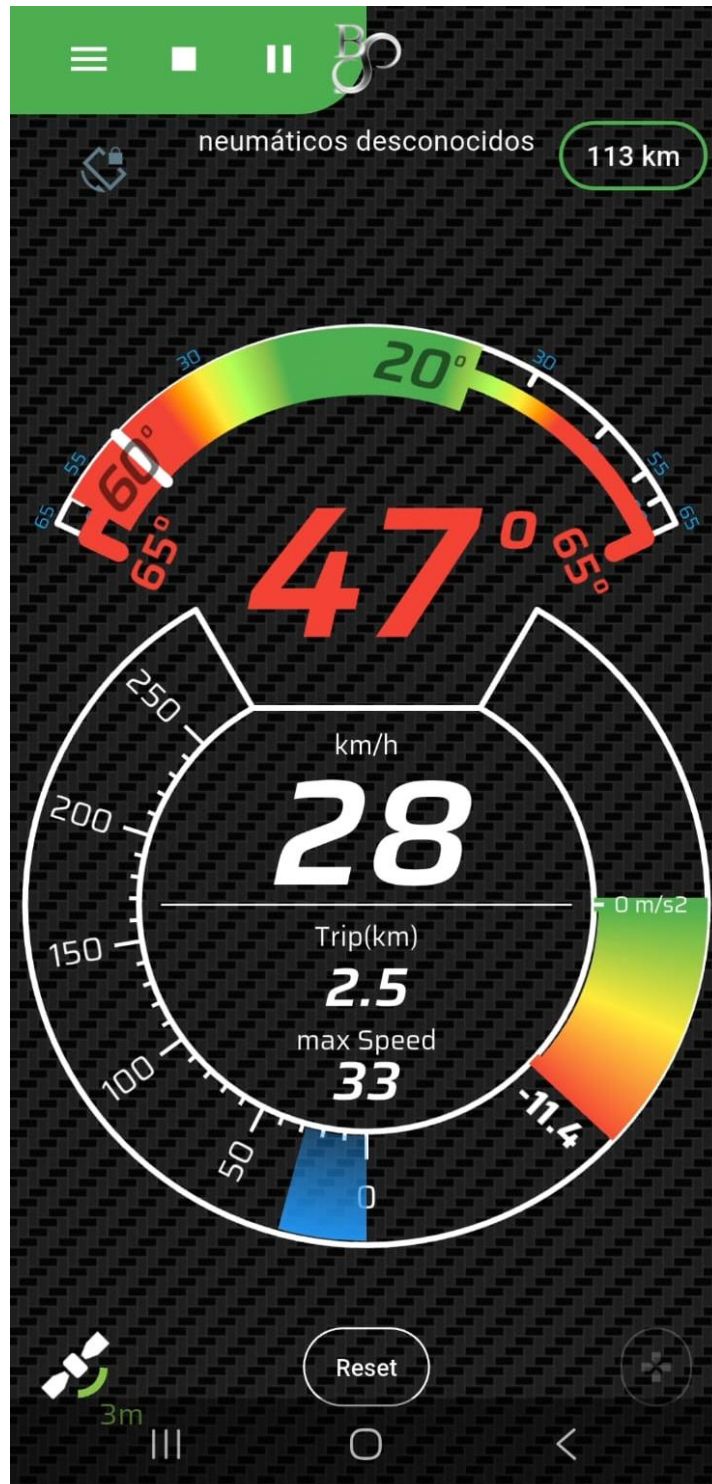


Nota: Uso del aplicativo BikeSensor para registrar el ángulo de inclinación logrado en cada prueba

Anexo 20

Figura 36

Inclinación de la motocicleta cuando la presión del neumático es de 16 PSI

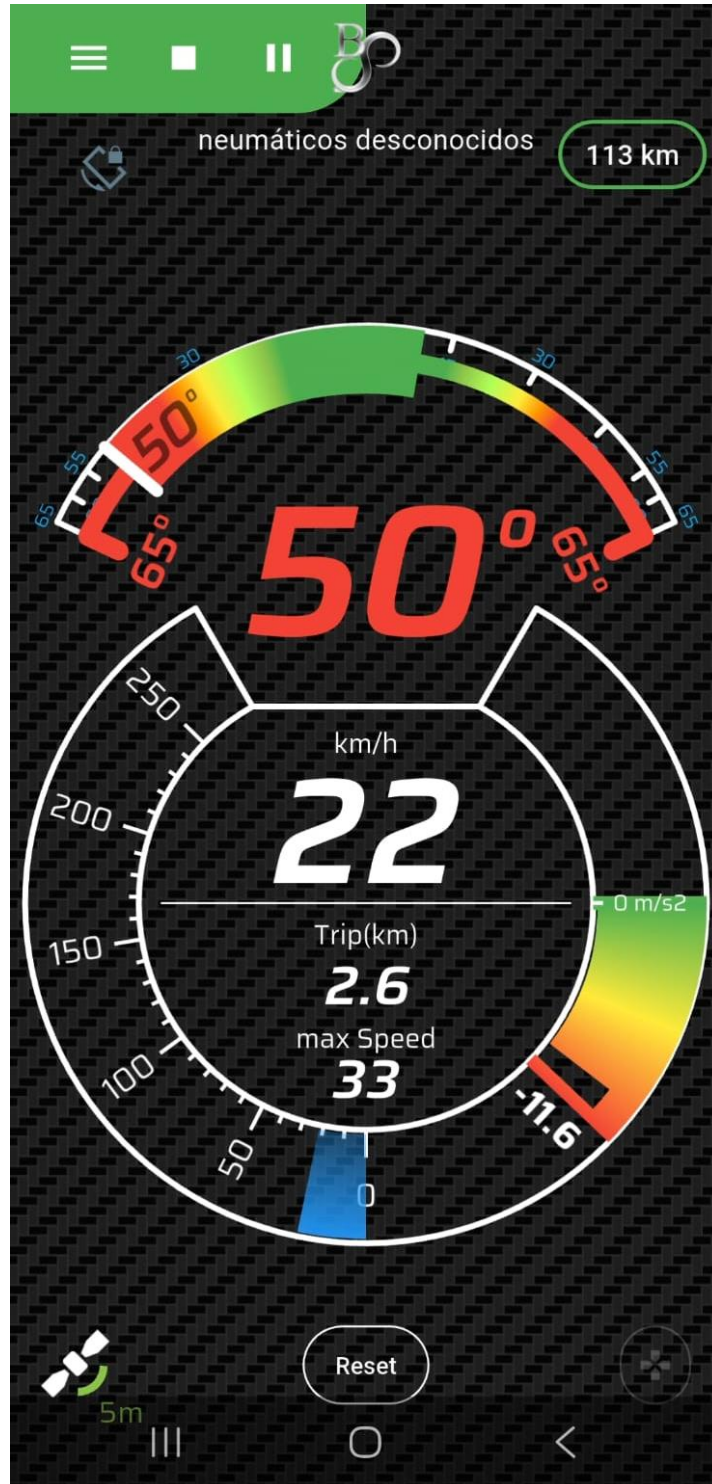


Nota: Uso del aplicativo BikeSensor para registrar el ángulo de inclinación logrado en cada prueba

Anexo 21

Figura 37

Inclinación de la motocicleta cuando la presión del neumático es de 18 PSI

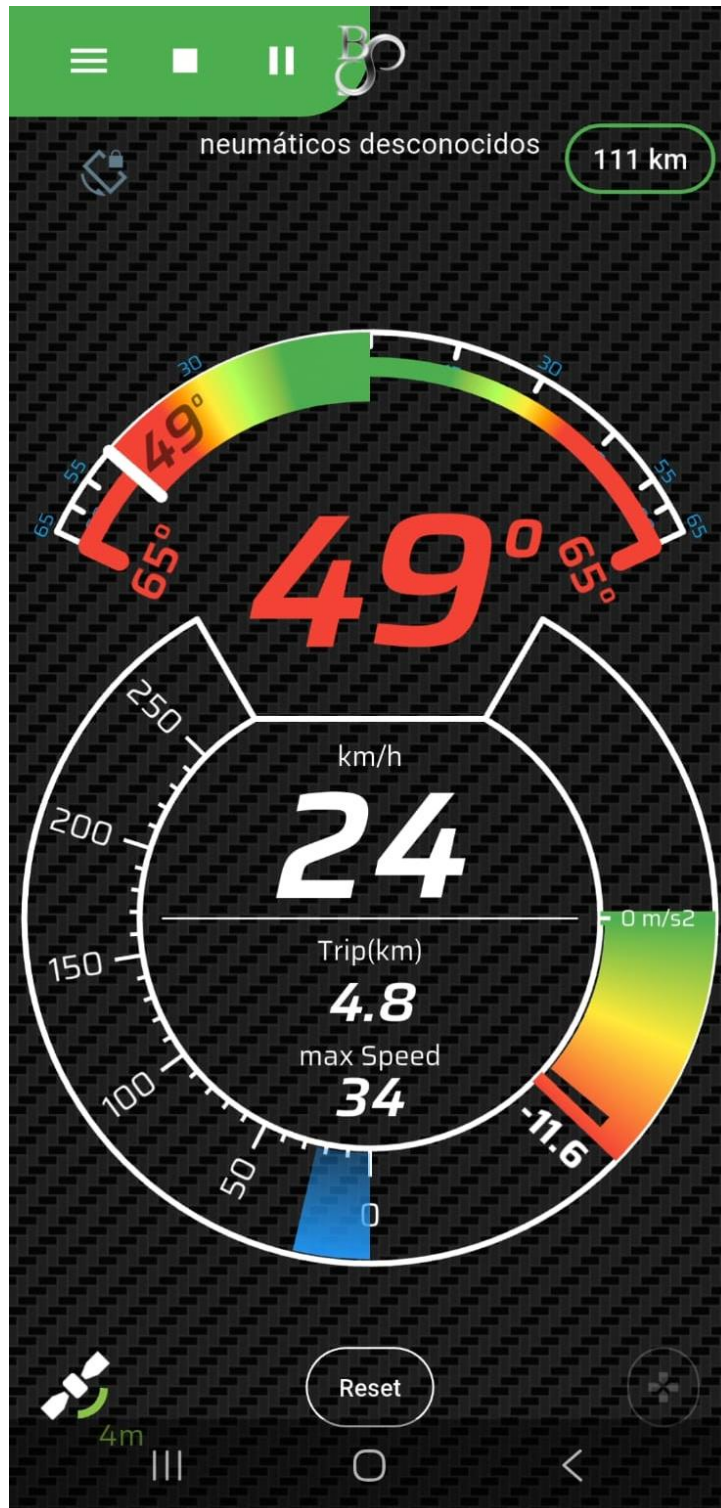


Nota: Uso del aplicativo BikeSensor para registrar el ángulo de inclinación logrado en cada prueba

Anexo 22

Figura 38

Inclinación de la motocicleta cuando la presión del neumático es de 20 PSI

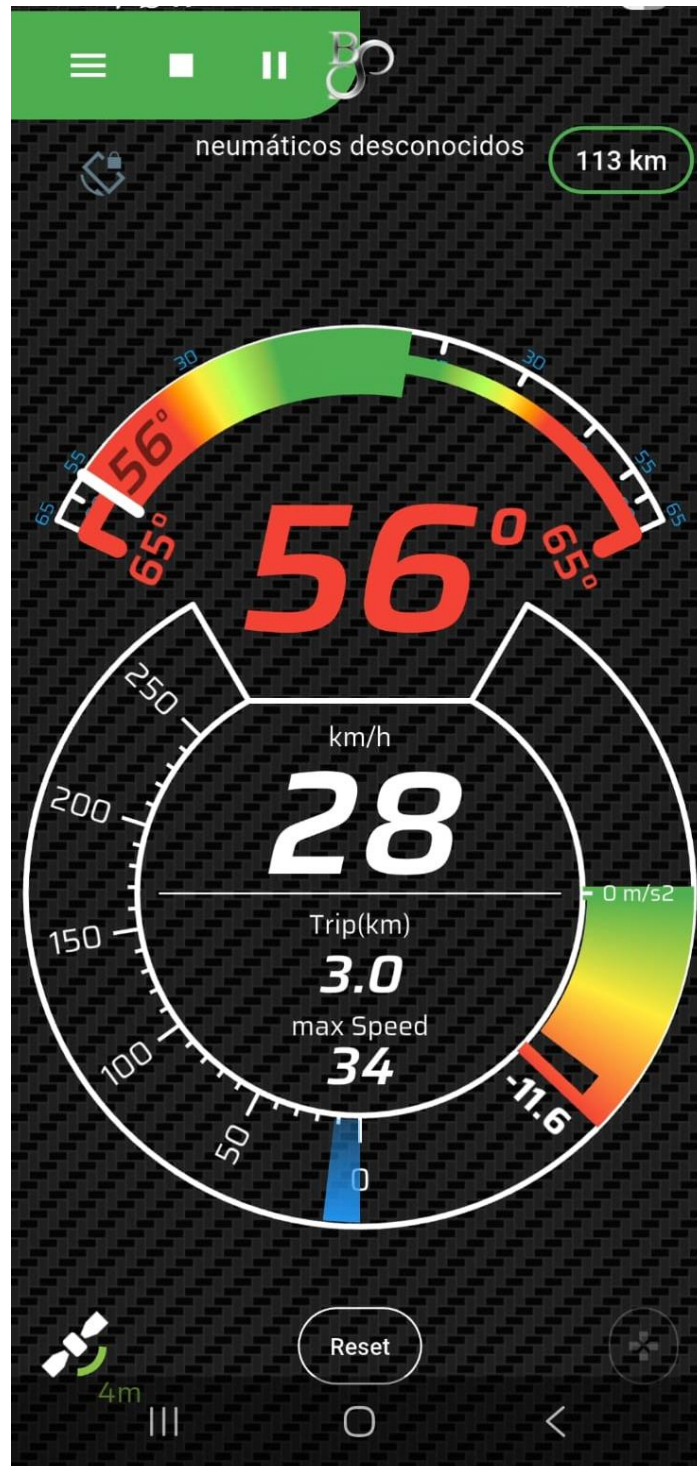


Nota: Uso del aplicativo BikeSensor para registrar el ángulo de inclinación logrado en cada prueba

Anexo 23

Figura 39

Inclinación de la motocicleta cuando la presión del neumático es de 22 PSI

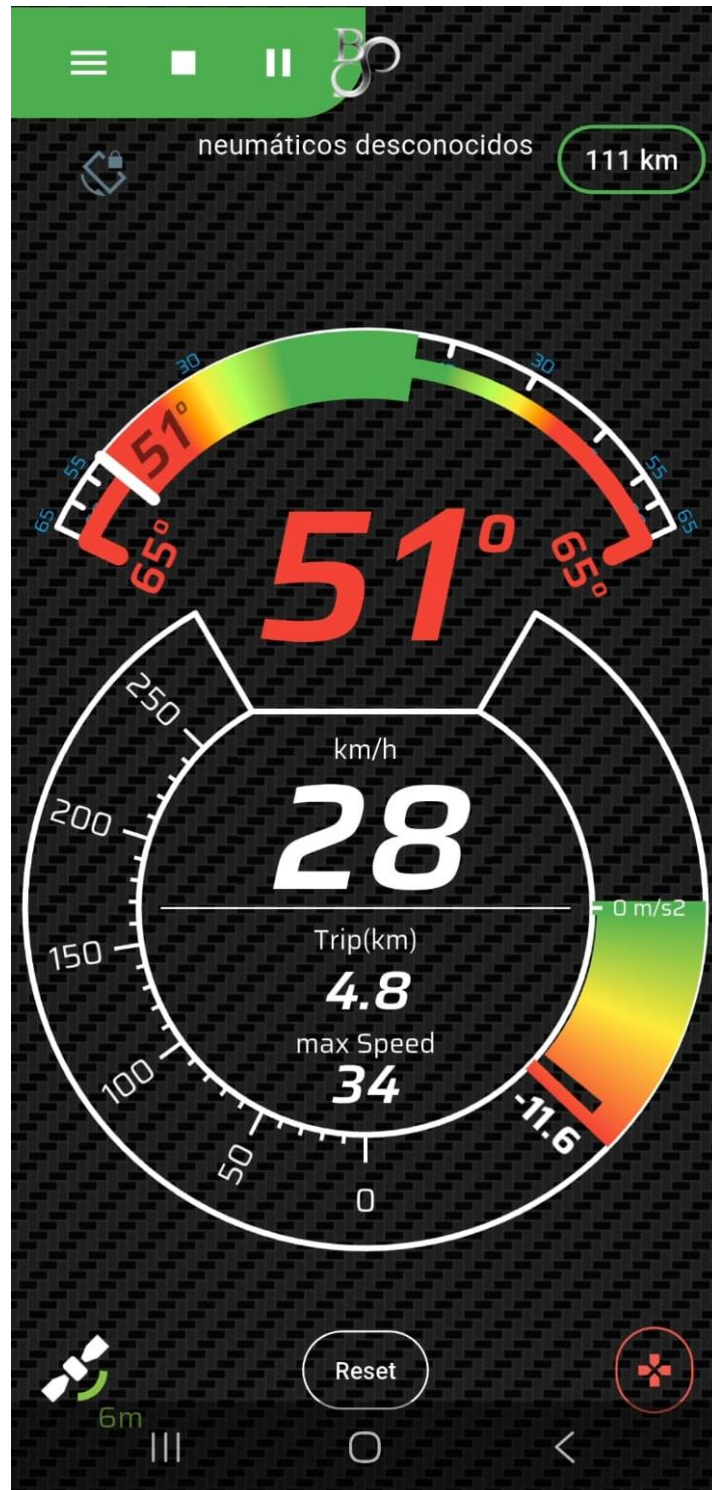


Nota: Uso del aplicativo BikeSensor para registrar el ángulo de inclinación logrado en cada prueba

Anexo 24

Figura 40

Inclinación de la motocicleta cuando la presión del neumático es de 24 PSI

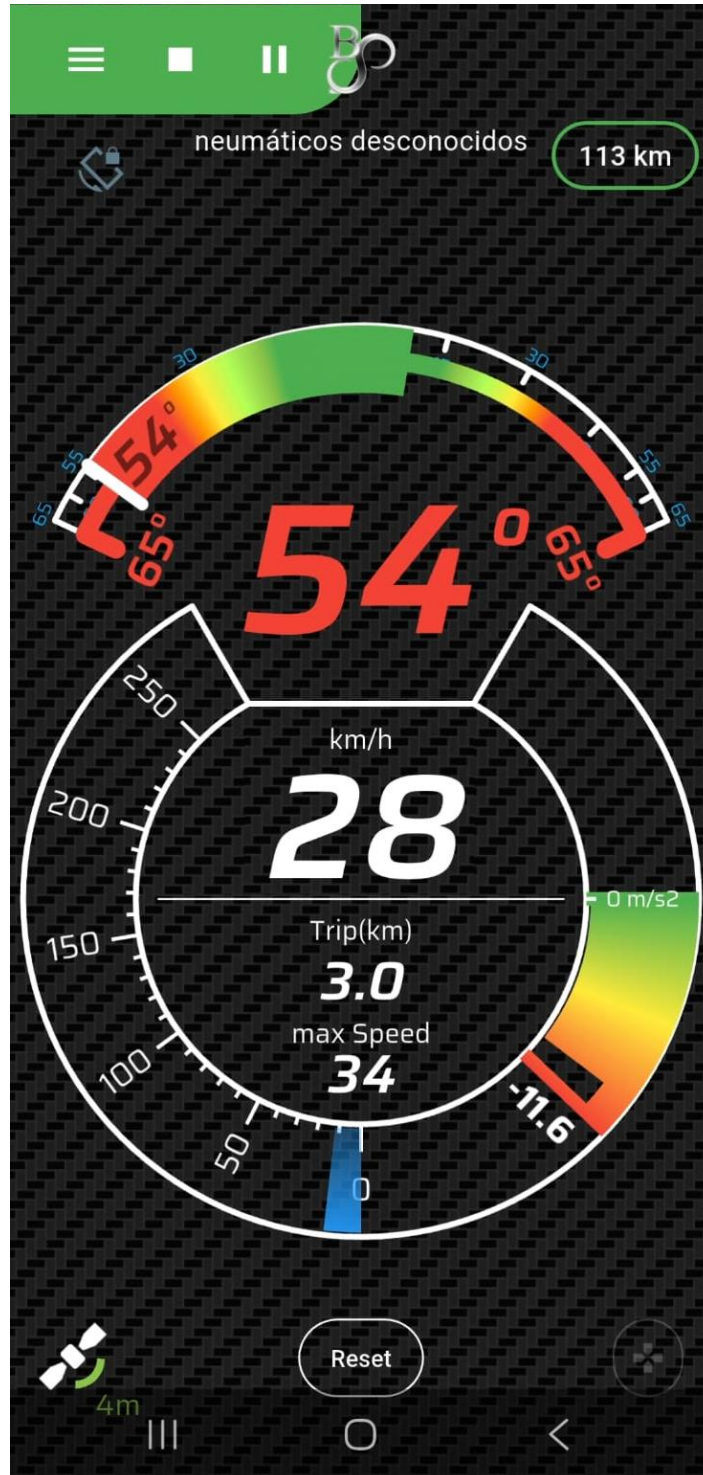


Nota: Uso del aplicativo BikeSensor para registrar el ángulo de inclinación logrado en cada prueba

Anexo 25

Figura 41

Inclinación de la motocicleta cuando la presión del neumático es de 25 PSI

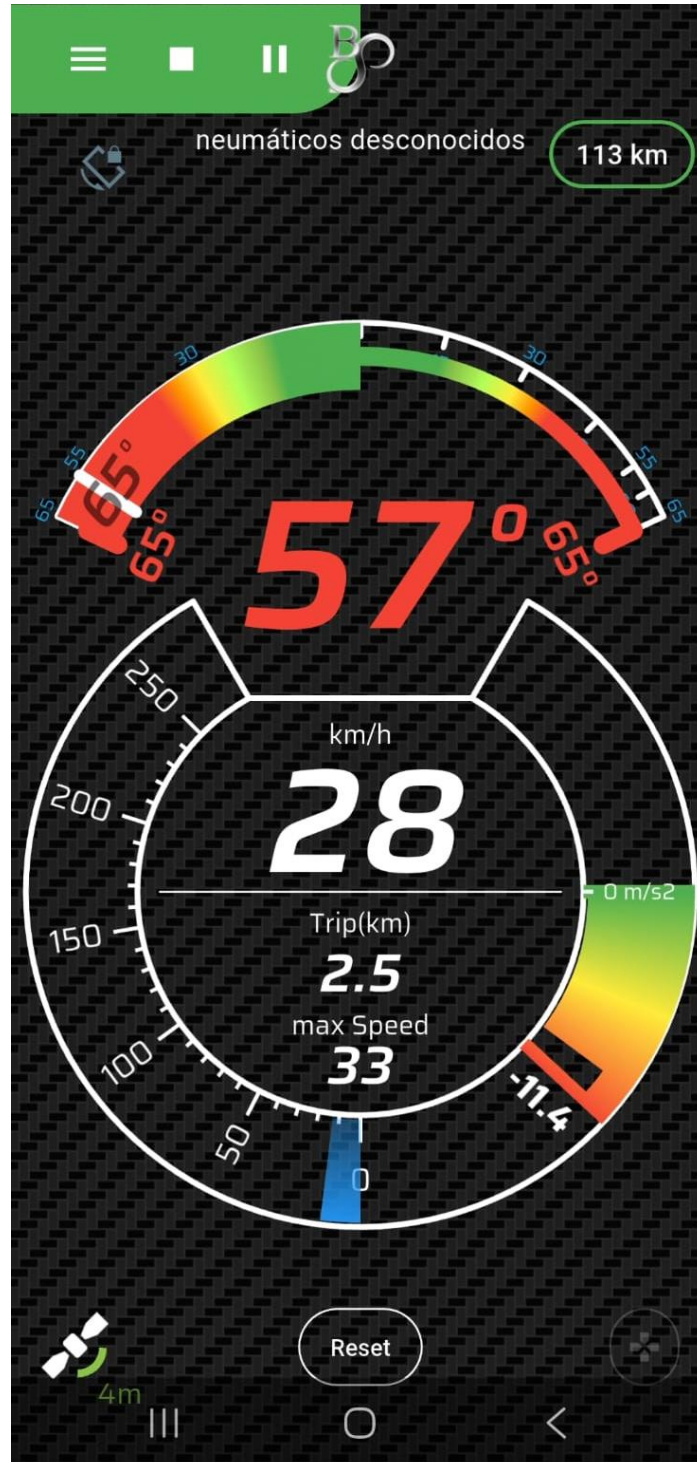


Nota: Uso del aplicativo BikeSensor para registrar el ángulo de inclinación logrado en cada prueba

Anexo 26

Figura 42

Inclinación de la motocicleta cuando la presión del neumático es de 26 PSI

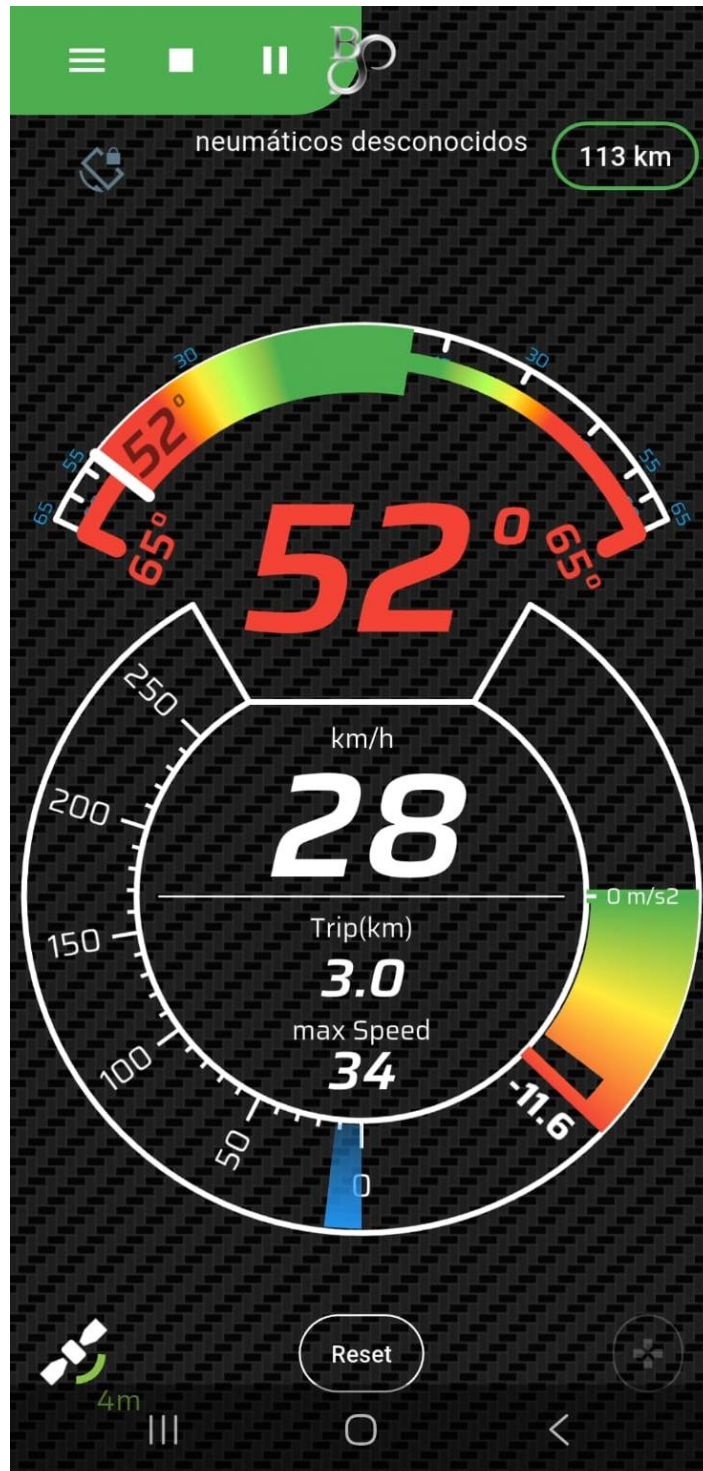


Nota: Uso del aplicativo BikeSensor para registrar el ángulo de inclinación logrado en cada prueba

Anexo 27

Figura 43

Inclinación de la motocicleta cuando la presión del neumático es de 28 PSI

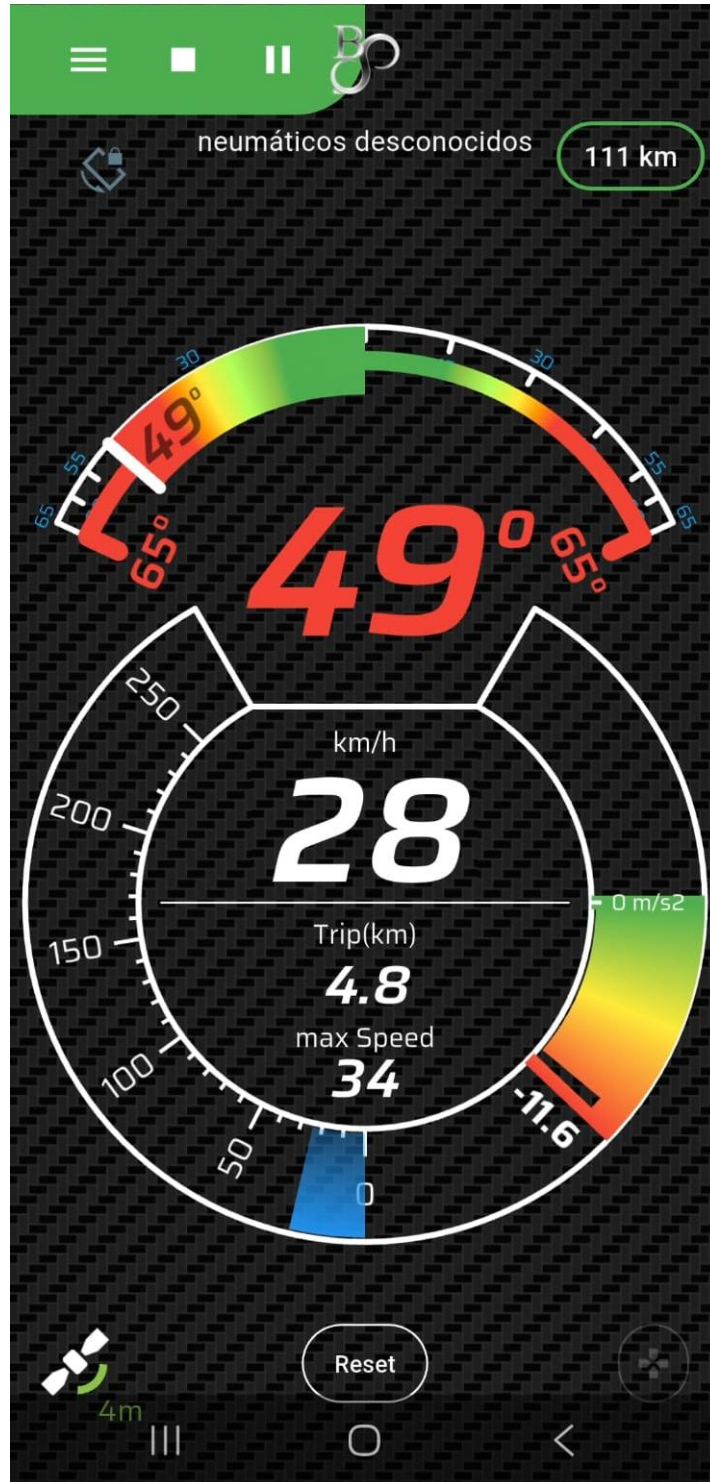


Nota: Uso del aplicativo BikeSensor para registrar el ángulo de inclinación logrado en cada prueba

Anexo 28

Figura 44

Inclinación de la motocicleta cuando la presión del neumático es de 30 PSI

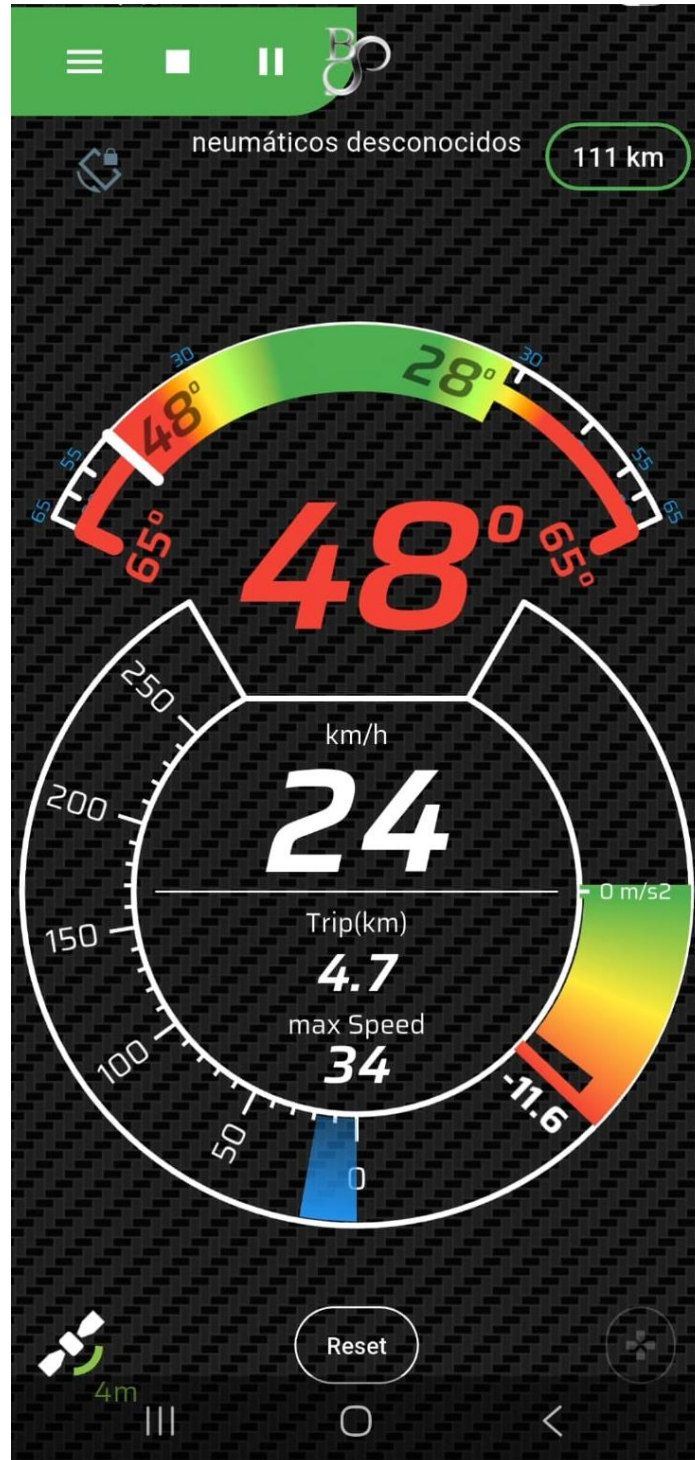


Nota: Uso del aplicativo BikeSensor para registrar el ángulo de inclinación logrado en cada prueba

Anexo 29

Figura 45

Inclinación de la motocicleta cuando la presión del neumático es de 32 PSI



Nota: Uso del aplicativo BikeSensor para registrar el ángulo de inclinación logrado en cada prueba

Anexo 30

Figura 46

Inclinación de la motocicleta tomando una curva a una presión de 14 PSI



Nota: Elaboración Propia

Anexo 31

Figura 47

Inclinación de la motocicleta tomando una curva a una presión de 20 PSI



Nota: Elaboración Propia

Anexo 32

Figura 48

Inclinación de la motocicleta tomando una curva a una presión de 22 PSI



Nota: Elaboración Propia

Anexo 33

Figura 49

Inclinación de la motocicleta tomando una curva a una presión de 30 PSI



Nota: Elaboración Propia

Anexo 34

Figura 50

Inclinación de la motocicleta tomando una curva a una presión de 32 PSI



Nota: Elaboración Propia

Anexo 35

Figura 51

Recolección de datos en el área de estudio

Anexo 01: Formato para recolectar datos de la motocicleta CB 125 Twister


HONDA

TEMPERATURA (°C)	42-45										
p (Distancia entre ejes)	1,34 m										
hc (Altura al centro de gravedad)	0.91 metros										
b (Distancia del CG al eje posterior)	0,65 m										
VELOCIDAD (km/h)	30										
RADIO DE LA PISTA (metros)	10										
PRESIÓN NOMINAL DEL NEUMÁTICO POSTERIOR (PSI)	29										
t											
PRESIÓN DEL NEUMÁTICO DELANTERO (PSI)	14	16	18	20	22	24	25	26	28	30	32
REPETICIONES											
1	45°	47°	49°	51°	57°	55°	51°	51°	53°	53°	50°
2	45°	47°	48°	48°	56°	55°	53°	57°	48°	50°	51°
3	45°	46°	50°	51°	53°	51°	53°	51°	49°	53°	46°
4	46°	48°	49°	51°	55°	51°	53°	50°	52°	52°	51°
5	43°	46°	48°	49°	56°	55°	53°	57°	54°	49°	51°

Nota: Elaboración Propia

Figura 52

Recolección de datos en el área de estudio

PRESIÓN DEL NEUMÁTICO DELANTERO (PSI)	14	16	18	20	22	24	25	26	28	30	32
	REPETICIONES										
6	44°	47°	47°	51°	57°	55°	54°	54°	51°	55°	51°
7	44°	47°	48°	49°	55°	51°	55°	55°	51°	49°	48°
8	55°	46°	49°	49°	54°	54°	51°	57°	51°	54°	49°
OBSERVACIONES	<p>El timón se endurece cuando se desea regresar a la posición vertical</p> <p>En la 4ta prueba el neumático delantero experimentó desequilibrio</p> <p>Durante la 4ta prueba se presentó desequilibrio</p> <p>Durante los pruebas al llegar a 54° se experimentó desequilibrio</p> <p>Se experimentó desequilibrio al llegar a los 51°</p>										
 FIRMA DEL CONDUCTOR											

Nota: Elaboración Propia

Anexo 36

Figura 53

Evidencia de que luego de transitar la presión del neumático aumenta por efecto del calor



Nota: Elaboración Propia

Anexo37

Figura 54

Maniobra de inclinación en una calle poco transitada de la ciudad de Jaén



Nota: Elaboración Propia

Anexo38

Figura 55

Certificado de inspección técnica antes de realizar las pruebas en el circuito

<u>CERTIFICADO DE INSPECCIÓN TÉCNICA</u>	
<u>DATOS DEL CONCESIONARIO</u>	
Nombre del Centro de Inspección:	<u>SERVIMOTORS RICHY</u>
Dirección:	<u>LA MARDVA N° 433</u>
Teléfono:	<u>979802022.</u>
Correo Electrónico:	<u>Richardewis_10@hotmail.com</u>
<u>DATOS DEL PROPIETARIO:</u>	
Nombre:	JHORDAN ANDERSON MEGO MONDRAGON
DNI:	71071234
Dirección:	Antisuyo #622
Teléfono:	957319494
<u>DATOS DE LA MOTOCICLETA:</u>	
Marca:	HONDA
Modelo:	CB 125 TWISTER
Año de Fabricación:	2022
Número de Placa:	7215-3K
Número de Serie:	NÚMERO DE SERIE: LALJA2599N3280353

Nota: Elaboración Propia

Anexo39

Figura 56


Certificado de inspección técnica antes de realizar las pruebas en el circuito

RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN TÉCNICA:

Elemento Inspeccionado	Estado	Observaciones
Sistema de Frenos	81%	
Sistema de Dirección	80%	
Suspensión	85%	
Sistema Eléctrico	85%	
Neumáticos	82%	
Emisiones	81%	
Sistema de Escape	83%	
Estado General de la Carrocería	84%	

CONCLUSIÓN DE LA INSPECCIÓN:

OBSERVACIONES ADICIONALES:


RICHARD D. COTRINA SARA.
Inspector Técnico

Nota: Este certificado es válido por un año a partir de la fecha de emisión y debe ser presentado junto con los documentos del vehículo en cualquier control vehicular solicitado por las autoridades competentes.

Nota: Elaboración propia

Anexo 40

Figura 57

Hoja de cálculo de Excel

ÁNGULO DE INCLINACIÓN IDEAL	$\varphi_i = \arctan \frac{R_c \Omega^2}{g} = \arctan \frac{V^2}{g R_c}$	35.29	grados
INCREMENTO DEL ÁNGULO DE INCLINACIÓN	$\Delta\phi = \arcseno\left(\frac{t \cdot \text{seno}\varphi_i}{(h-t)}\right)$	2.974775	grados
ÁNGULO DE INCLINACIÓN EFECTIVO	$\varphi = \varphi_i + \Delta\varphi = \arctan \varphi_i + \arcseno\left(\frac{t \cdot \text{seno}\varphi_i}{(h-t)}\right)$	38.27	grados
desplazamiento lateral del punto de contacto respecto al plano medio de la rueda	$\Delta x_{\max} = h_{cg} \left(\tan \varphi_{\max} - \frac{V^2}{g R_c} \right)$	0.07370	metros
coeficiente efectivo de fricción lateral para la presión P	$\mu_{\text{eff}}(P) = \mu_{\text{nom}} \left[1 - s \frac{P_{\text{nom}} - P}{P_{\text{nom}}} \right]$	0.66	
carga normal delantera	$N_{f,\text{static}} = \frac{m g b}{p}$	1081.016016	N
Fuerza lateral	$F_y = \mu_{\text{eff}}(P) \cdot N_f$	716.7136184	N
Par desestabilizador	$M_z(P) = F_y(P) \cdot \Delta x(P)$	52.82024173	N.m
52.82024173	$M_z \leq m g h_{cg} \sin \varphi$	1119.261896	

Nota: Elaboración propia