



**CARACTERIZACIÓN Y MODELACIÓN DIGITAL DEL GESTO TÉCNICO TAILWHIP  
EN BMX ESTILO LIBRE**

**Presentado por:**

Acosta Berrios Laura Viviana ID: 308659

Aldana Pérez David Esteban ID: 313489

González Quintero Katherine ID: 311900

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS, SEDE PRINCIPAL FACULTAD  
DE EDUCACIÓN  
LICENCIATURA EN EDUCACIÓN FÍSICA, RECREACIÓN Y DEPORTES  
BOGOTÁ, D.C.**

**2016**



**CARACTERIZACIÓN Y MODELACIÓN DIGITAL DEL GESTO TÉCNICO TAILWHIP  
EN BMX ESTILO LIBRE**

**Presentado por:**

Acosta Berrios Laura Viviana ID: 308659

Aldana Pérez David Esteban ID: 313489

González Quintero Katherine ID: 311900

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR POR EL  
TÍTULO DE LICENCIADO EN EDUCACIÓN FÍSICA, RECREACIÓN Y DEPORTES**

**Tutor:**

Milthon Javier Betancourt Magíster en Educación

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS, SEDE PRINCIPAL FACULTAD  
DE EDUCACIÓN**

**LICENCIATURA EN EDUCACIÓN FÍSICA, RECREACIÓN Y DEPORTES**

**BOGOTÁ, D.C.**

**2016**

**Aceptación de Jurados**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

**Firma del Presidente del Jurado**

---

**Firma del Jurado 1**

---

**Firma del Jurado 2**

**Bogotá, D.C.**

## **Agradecimientos.**

Quiero agradecer primeramente a Dios por habernos permitido llegar hasta este momento de nuestras vidas y habernos ofrecido salud para lograr nuestros objetivos rodeados de nuestros seres amados, además de su infinita bondad y amor. A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que hago, por su apoyo incondicional para que día a día sea mejor persona, dándome lo mejor de ellos aportando de una u otra manera la posibilidad de estudiar un profesional; también por su confianza y su amor tan perfecto para conmigo, por infinitas razones este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

*Acosta Berrios Laura Viviana*

Aprovecho este espacio dentro del proyecto para agradecer de manera inmensa a mi madre la Sra. LUZ DAMARIS PEREZ PEDRAZA, quien con su inmenso amor logró apoyarme en cada paso de la elaboración de esta investigación. De la misma manera quiero agradecer a mi pareja sentimental ALEJANDRA GARAY, por motivarme constantemente a trabajar con todo el amor posible y la dedicación pertinente en los propósitos de mi vida. Y finalmente debo hacer un agradecimiento especial a mis compañeras de trabajo, LAURA ACOSTA Y KATHERINE GONZÁLEZ, quienes, a pesar de los obstáculos para culminar este proyecto, siempre usaron su enorme resiliencia.

*Aldana Pérez David Esteban*

Quiero agradecer primeramente a Dios por su infinito amor conmigo dándome salud y una familia amorosa para seguir adelante en cada una de las etapas de mi vida. A mi madre ELIZABETH QUINTERO por demostrarme que nunca se debe dejar de luchar por lo que se quiere y enseñarme también a ser una buena madre ejemplar. A mis hermanos ALEXANDER y PATRICIA, quienes me apoyaron siempre motivándome a estudiar, a seguir adelante sin importar los obstáculos que se presenten y por compartir momentos con mi hijo mientras yo estudiaba o trabajaba. Finalmente, pero no menos importante, también agradezco a LEONARDO AHUMADA que con mucho amor y paciencia ha estado conmigo aconsejándome, apoyándome, dándome fuerzas para culminar con éxito mi carrera universitaria y por haberme regalado muchos días de felicidad en mi paso por la universidad.

*González Quintero Katherine*

## **Dedicatoria.**

Dedico este proyecto en primer lugar a Dios por permitir culminar con éxito esta etapa de mi vida, en la cual pude entender y valorar cada una de las bendiciones con las cuales él me rodea. En segundo lugar, a mi familia, dedico este proyecto a mis padres ya que sin su apoyo constante no hubiera logrado nada de esto, por educarme de la mejor manera posible y estar presentes en cada paso bueno o malo de mi vida, gracias a ellos soy la mujer que soy y estaré eternamente agradecida. A mi hermano por su apoyo, su tiempo y espacio compartido con mi hijo cuando lo necesite; y aún más importante a mi hijo Samuel, más que el motor de mi vida fue parte muy importante de lo que hoy puedo presentar como proyecto de grado, gracias a él por cada palabra de apoyo, por cada momento en familia sacrificado para ser invertido en el desarrollo de esta, gracias por entender que el éxito demanda algunos sacrificios y que el compartir tiempo con él, hacia parte de ellos. A él dedico esta tesis, dedico todas las bendiciones que de parte de Dios lleguen a nuestras vidas como recompensa de tanta dedicación, esfuerzo y fe en la misma. Gracias hijo por iluminar cada momento de mi vida con tu bella sonrisa.

*Acosta Berrios Laura Viviana*

Dedico este proyecto en primer lugar a Dios por permitir culminar con éxito esta etapa de mi vida, en la cual pude valorar la importancia de entender la vida como algo sagrado. En segundo lugar, quiero dedicar esta investigación a este deporte maravilloso que me ha formado como profesional lleno de experiencias invaluable que sin duda espero retribuir aportando a la historia y la teoría del BMX en Colombia.

*Aldana Pérez David Esteban*

A mi hijo JULIÁN ESTEBAN, has sido mi motor de vida, eres el motivo por el cual quiero seguir adelante para seguir construyendo nuestro futuro y poder cumplir nuestros sueños juntos. Te amo con todo mi corazón.

A mi madre ELIZABETH QUINTERO, por ser aquella persona que en mí sentó los buenos hábitos de estudio y enseñarme a ser responsable; por ser más que mi mamá, ser esa amiga que escucha, que apoya, que me brinda su amor incondicional, pero sobretodo por demostrarme que siempre estará para mí.

*González Quintero Katherine*

## RESUMEN ANALÍTICO EDUCATIVO - R.A.E.

<b>Autores</b>	Acosta Berrios Laura Viviana Aldana Pérez David Esteban González Quintero Katherine
<b>Tutor monografía</b>	Milthon Javier Betancourt
<b>Título</b>	Caracterización Y Modelación Digital Del Gesto Técnico Tailwhip En BMX Estilo Libre
<b>Año de publicación</b>	2016
<b>Universidad</b>	Corporación Universitaria Minuto de Dios
<b>Palabras clave</b>	Biomecánica deportiva, BMX estilo libre, Gesto técnico Tailwhip, propuesta metodológica de enseñanza.
<b>Resumen del proyecto:</b>	<p>El presente trabajo tuvo como base de observación y análisis biomecánico del gesto técnico Tailwhip perteneciente a la modalidad ciclística BMX Estilo libre, realizado a un deportista que cuenta con 8 años de entrenamiento, participando en 15 torneos locales y 3 nacionales, ocupando el tercer lugar en el torneo BMX Park Sun de la ciudad de Girardot y categoría expertos en el año 2012.</p> <p>La investigación es de tipo mixto debido a la toma de datos cinemáticos cuantitativos durante la ejecución del gesto técnico para posteriormente realizar un análisis cualitativos que explican las variables; con un enfoque de tipo exploratorio-correlacional debido a</p>



	<p>que al ser el BMX estilo libre considerado como deporte Urbano no se encuentra una considerable teoría, trabajos investigativos a nivel local, nacional e internacional que expliquen la correcta ejecución de movimientos propios del mismo, por ende se estudia un gesto técnico específico, el Tailwhip que luego con un posterior análisis biomecánico se relacionan las variables cinemáticas y cualidades de movimiento, en donde se crea con los datos cuantitativos, cualitativos y la teoría las fases y por consiguiente un plan metodológico de enseñanza. Como instrumento se plantea que es la observación videográfica y por medio de una cámara y programas computacionales se recolectan los datos.</p>
<p><b>Situación problema:</b></p>	<p>El BMX modalidad estilo libre es un deporte urbano, en Bogotá es un deporte que no está organizado por entidades públicas o privadas lo que genera que exista poca información y escritos pedagógicos sobre el mismo originando escasez de una metodología enseñanza-aprendizaje basado en información científica que orienten a un aprendiz a realizar gestos técnicos específicos de manera correcta. A pesar de que existen video-tutoriales explicativos para realizar ciertos gestos técnicos, estos fueron aprendidos empíricamente ignorando las posiciones, trayectoria, velocidad, etc. correctas.</p>
<p><b>Objetivo General:</b></p>	<p>Diseñar un plan metodológico para la enseñanza del gesto técnico Tailwhip del BMX estilo libre basado en los análisis biomecánicos a</p>

	<p>través de la utilización de programas computacionales de análisis: Kinovea y Skillspector aplicados a un deportista con 8 años de práctica en dicha modalidad ciclística.</p>
<p><b>Objetivos Específicos:</b></p>	<p>Caracterizar la ejecución del gesto técnico de Tailwhip del BMX estilo libre a través de la recolección de video y su posterior análisis con el programa computacional de análisis de movimiento Kinovea y Skillspector.</p> <p>Estructurar fases de movimientos con base a las características cualitativas y cuantitativas de ejecución que tienen una afectación determinante en el gesto técnico analizado.</p> <p>Generar un plan metodológico de enseñanza progresivo por medio de los resultados recolectados y analizados.</p>
<p><b>Pregunta problema:</b></p>	<p>¿Cuáles son las características cinemáticas del gesto técnico Tailwhip de BMX estilo libre, que permiten diseñar una metodología de enseñanza?</p>
<p><b>Conclusiones:</b></p>	<p>Refleja un procedimiento para ejecutar el gesto técnico Tailwhip en el deporte BMX en la modalidad estilo libre, donde se evidencian etapas del desarrollo progresivo del gesto, soportados en los análisis cualitativos y cuantitativos que permiten evidenciar las características más relevantes en cada fase. Se realizó la caracterización del gesto usando programas multimedia de edición en donde por medio de videos en plano sagital, se individualizan las acciones de cada momento durante</p>

la progresión del Tailwhip, el software Kinovea proporcionó herramientas de manipulación para conocer amplitudes angulares, tiempos y posturas corporales, mientras que el software Skillspector facilitó el análisis del comportamiento del centro de gravedad y se realizó un modelado a escala sobre el comportamiento de la bicicleta y del cuerpo durante el gesto técnico.

Se estructuraron fases específicas sobre los movimientos que se evidenciaron en cada uno de los análisis cuantitativos y cualitativos, estos análisis permitieron considerar los aspectos determinantes en el momento de la ejecución del gesto, dichos análisis demostraron la importancia de la biomecánica deportiva y del comportamiento del sujeto que practica BMX estilo libre.

El plan metodológico fue realizado con base de los análisis biomecánicos, el resultado de esta investigación y de los análisis se construye 3 módulos compuesto por 10 sesiones que brinda una alternativa de aprendizaje sobre un gesto técnico determinado en el BMX estilo libre. De esta manera la investigación aporta a nuevos estudios sobre disciplinas deportivas urbanas en la población interesada de este proyecto. Dentro de este proyecto no se realizó una intervención en la cual un sujeto realice de manera práctica este plan metodológico, se espera una continuación del estudio para lograr implementar y evidenciar la efectividad de esta propuesta.

<b>Nombres y apellidos de los autores de este R.A.E.</b>	Acosta Berrios Laura Viviana Aldana Pérez David Esteban González Quintero Katherine
<b>Fecha de elaboración de este R.A.E.</b>	Noviembre, 2016

## Índice de contenidos.

Introducción .....	27
1. Contextualización .....	28
1.1 Macro contextualización .....	28
1.2 Micro contextualización .....	29
2. Situación Problema .....	30
2.1 Descripción de problema .....	30
2.2 Formulación del problema .....	31
2.3 Justificación .....	31
2.4. Objetivos.....	33
2.4.1 Objetivo General.....	33
2.4.2 Objetivos Específicos.....	33
3. Marco Referencial.....	33
3.1 Antecedentes .....	33
3.2 Marco Teórico.....	40
3.2.1. BMX Estilo Libre .....	41
3.2.1.1. Modalidades.....	41
3.2.1.2. Gestos técnicos básicos.....	41
3.2.1.3. Gesto técnico Tailwhip .....	42
3.2.1.4. Bicicleta.....	43
3.2.2. Biomecánica deportiva.....	46

3.2.2.1. Análisis del movimiento.....	46
3.2.2.2. Biomecánica aplicada en la práctica del BMX estilo libre.....	47
3.2.2.3. Biomecánica de la mano .....	48
3.2.2.4. Biomecánica de la muñeca.....	50
3.2.2.5. Biomecánica del codo .....	52
3.2.2.6. Biomecánica Pronosupinación.....	53
3.2.2.7. Biomecánica del hombro .....	54
3.2.2.8. Biomecánica articular de la espalda.....	56
3.2.2.9. Biomecánica de la cadera.....	58
3.2.2.10. Biomecánica de la rodilla.....	62
3.2.2.11. Biomecánica del tobillo.....	64
3.2.2.12. Movimiento Circular.....	66
3.2.2.13. Tiro Parabólico.....	68
3.2.2.14. Centro de Gravedad.....	69
3.2.2.15. Palancas.....	70
3.2.3. Programas computacionales de análisis.....	72
3.2.3.1. Skillspector Versión 1.2.3.....	72
3.2.3.2. Kinovea Versión 0.8.15.....	72
4. Marco Metodológico.....	73
4.1. Tipo de investigación .....	73
4.2. Enfoque de la investigación. ....	74
4.3. Fases de la investigación.....	75
4.4. Población y muestra.....	78

4.5. Instrumentos y técnicas de recolección de datos .....	78
5. Resultados .....	84
5.1 Técnica de análisis resultados .....	84
5.2 Análisis datos cuantitativos .....	85
5.2.1 Descripción trayectoria plano horizontal, parabólica, momento angular y aterrizaje.....	85
5.2.1.1 Recorrido en el plano horizontal y rampa de impulso.....	86
5.2.1.2 Trayectoria parabólica de la bicicleta.....	87
5.2.1.3 Medición velocidad angular, velocidad lineal y aceleración angular del gesto técnico en el aire.....	89
5.2.1.4 Aterrizaje.....	92
5.2.2 Centro de gravedad del sujeto realizando gesto técnico Tailwhip.....	93
5.2.3 Palancas en el gesto técnico.....	103
5.2.4 Movimientos en el plano transversal superior e inferior.....	105
5.2.4.1 Mediciones angulares por segmentos corporales en el plano transversal superior.....	105
5.2.4.2 Mediciones angulares por segmentos corporales en el plano transversal inferior.....	127
5.3 Análisis datos cualitativos.....	145
5.3.1 Fase preliminar.....	145
5.3.2 Fase empuje.....	147
5.3.3 Fase de recobro.....	150

5.3.4	Fase finalización del movimiento angular.....	152
5.3.5	Fase aterrizaje.....	153
6	Discusión.....	154
6.1.	Fases de movimiento.....	155
6.1.1.	Fase preliminar.....	156
6.1.1.1.	Posición inicial.....	156
6.1.1.2.	Desplazamiento zona de despegue .....	156
6.1.2.	Fase empuje.....	157
6.1.2.1.	Separación del elemento.....	157
6.1.2.2.	Braceo y pateo.....	159
6.1.3.	Fase de Recobro.....	160
6.1.3.1.	Equilibrio.....	160
6.1.3.2.	Recepción de la bicicleta.....	160
6.1.4.	Fase finalización del movimiento angular.....	161
6.1.5.	Fase aterrizaje, finalización de la técnica.....	162
6.2.	Plan Metodológico.....	162
6.2.1.	Recomendaciones.....	163
6.2.1.1.	Capacidades.....	163
6.2.1.2.	Habilidades.....	163
6.2.1.3.	Reconocimiento.....	163
6.2.1.4.	Elementos de protección.....	163
6.2.2.	Estructura plan metodológico .....	163



6.2.2.1. Módulo 1. Salto plano horizontal.....	165
6.2.2.2. Módulo 2. Saltos sobre la rampa.....	168
6.2.2.3. Módulo 3. Giros del marco.....	192
7. Conclusiones.....	221
8. Prospectiva.....	224
9. Referencias.....	225

## Índice de figuras

Figura 1. Gesto técnico Tailwhip en el aire. ....	43
Figura 2. Partes de la bicicleta BMX Estilo libre .....	44
Figura 3. Medidas de la bicicleta según estatura del practicante.....	46
Figura 4. Flexiones metacarpo falángica e inter falángica proximal y distal de la mano.....	48
Figura 5. Posición del dedo pulgar .....	49
Figura 6. Presa cilíndrica BMX .....	50
Figura 7. Abducción y Aducción de la muñeca.....	51
Figura 8. Flexión y extensión de la muñeca .....	52
Figura 9. Acción motriz del codo (alimentación) .....	52
Figura 10. Pronosupinación antebrazo-hombro.....	54
Figura 11. Acción motriz del hombro.....	56
Figura 12. Extensión flechas rojas y flexión flechas color azul de la columna vertebral.....	58
Figura 13. Flexión activa, pasiva y simultanea de la cadera.....	59
Figura 14. Abducción de cadera vista posterior.....	61
Figura 15. Imagen izquierda y derecha aduccion de cadera vista posterior e imagen centro vista anterior .....	62
Figura 16. Ejes de la articulacion de la rodilla.....	63
Figura 17. Flexion de rodilla.....	64
Figura 18. Complejo articular del pie. ....	65
Figura 19. Figura posicion de referencia del tobillo .....	65
Figura 20. Dorsiflexion y izquierda extension del tobillo. ....	66
Figura 21. Eje de la pierna vista anterior;inversion del pie; eversion del pie.....	66

Figura 22. Radio de la bicicleta del rotor al borde externo de la llanta trasera .....	68
Figura 23. Clasificación de palancas según su ubicación del fulcro, carga y fuerza. ....	72
Figura 24. Fases de la investigación. ....	75
Figura 25. Herramientas Kinovea: 1. Añadir una imagen clave; 2. Desplazamiento; 3. Mostrar comentario; 4. Texto; 5. Lápiz; 6. Línea; 7. Marcador circular; 8. Marcador en cruz; 9. Ángulo; 10. Cronómetro; 11. Cuadrícula de perspectiva; 12. Lupa; 13. Color .....	79
Figura 26. Herramientas de Kinovea espacio de trabajo. ....	80
Figura 27. Visualización del video, envergadura del deportista en Skillspector. ....	81
Figura 28. Herramienta digitalización en Skillspector .....	81
Figura 29. Herramienta ubicación puntos segmentales Skillspector .....	82
Figura 30. Herramienta definición objeto de calibración en Skillspector .....	82
Figura 31. Herramienta datos del deportista para calibración Skillspector. ....	82
Figura 32. Digitalización puntos de calibración .....	83
Figura 33. Transformación datos de movimiento en coordenadas. ....	83
Figura 34. Distancia rampa de despegue basada en datos matemáticos .....	86
Figura 35. Tiempos del sujeto en recorrer la rampa inicial para generar ángulo de trayectoria de la bicicleta. ....	86
Figura 36. Mediciones cinemáticas de la trayectoria parabólica de la Bicicleta. ....	88
Figura 37. Fotograma secuencia del momento angular del gesto técnico Tailwhip en el aire. ...	89
Figura 38. Mediciones cinemáticas del momento angular de la bicicleta en el gesto técnico Tailwhip .....	90
Figura 39. Tiempo posterior al proyectarse el ángulo para realizar momento angular .....	91

Figura 40. Tiempo en que el rotor se mantiene en el mismo eje horizontal durante un tiempo determinado.....	91
Figura 41. Medición distancia recorrida según teorema de Pitágoras .....	92
Figura 42. Tiempo recorrido de la bicicleta posterior a la realización del gesto técnico Tailwhip .....	93
Figura 43. Ubicación centro de gravedad del sujeto en la realización del gesto técnico Tailwhip, fotograma 1. ....	94
Figura 44. Ubicación centro de gravedad del sujeto en la realización del gesto técnico Tailwhip, fotograma 2. ....	94
Figura 45. Ubicación centro de gravedad del sujeto en la realización del gesto técnico Tailwhip, fotograma 3. ....	95
Figura 46. Ubicación centro de gravedad del sujeto en la realización del gesto técnico Tailwhip, fotograma 4. ....	96
Figura 47. Ubicación centro de gravedad del sujeto en la realización del gesto técnico Tailwhip, fotograma 5. ....	97
Figura 48. Ubicación centro de gravedad del sujeto en la realización del gesto técnico Tailwhip, fotograma 6. ....	98
Figura 49. Ubicación centro de gravedad del sujeto en la realización del gesto técnico Tailwhip, fotograma 7. ....	99
Figura 50. Ubicación centro de gravedad del sujeto en la realización del gesto técnico Tailwhip, fotograma 8. ....	100
Figura 51. Ubicación centro de gravedad del sujeto en la realización del gesto técnico Tailwhip, fotograma 9. ....	101

Figura 52. Ubicación centro de gravedad del sujeto en la realización del gesto técnico Tailwhip, fotograma 10. ....	102
Figura 53. Palanca de segundo grado en el tobillo en el gesto técnico Tailwhip .....	103
Figura 54. Palanca de tercer grado en el codo en el gesto técnico Tailwhip .....	104
Figura 55. Medición angular de flexión en la columna vertebral de la fase posición inicial. ...	105
Figura 56. Medición angular de flexión y extensión en la columna vertebral de la fase desplazamiento en la zona de despegue.....	106
Figura 57. Medición angular de extensión en la columna vertebral de la fase separación del elemento.....	106
Figura 58. Medición angular de flexión en la columna vertebral de la fase Braceo y pateo .....	107
Figura 59. Medición angular de flexión en la columna vertebral de la fase de equilibrio.....	108
Figura 60. Medición angular de flexión en la columna vertebral de la fase de recepción de la bicicleta.....	109
Figura 61. Medición angular de flexión en la columna vertebral de la fase finalización del movimiento angular. ....	110
Figura 62. Medición angular de flexión en la columna vertebral de la fase de aterrizaje .....	110
Figura 63. Mediciones angulares del hombro durante la ejecución de la fase posición inicial. ....	111
Figura 64. Mediciones angulares del hombro durante la ejecución de la fase desplazamiento en la zona de despegue. ....	112
Figura 65. Mediciones angulares del hombro durante la ejecución de la fase de separación del elemento.....	112
Figura 66. Mediciones angulares del hombro durante la ejecución de la fase de Braceo y Pateo. ....	113

Figura 67. Mediciones angulares del hombro durante la ejecución de la fase de Equilibrio. .	113
Figura 68. Mediciones angulares del hombro durante la ejecución de la fase recepción de la bicicleta. ....	114
Figura 69. Mediciones angulares del hombro durante la ejecución de la fase finalización del movimiento angular. ....	115
Figura 70. Mediciones angulares del hombro durante la ejecución de la fase de Aterrizaje. ....	115
Figura 71. Mediciones angulares del codo durante la ejecución de la fase posición inicial. ....	116
Figura 72. Mediciones angulares del codo durante la ejecución de la fase desplazamiento en la zona de despegue. ....	117
Figura 73. Mediciones angulares del codo durante la ejecución de la fase separación del elemento. ....	117
Figura 74. Mediciones angulares del codo durante la ejecución de la fase Braceo y pateo. ....	118
Figura 75. Mediciones angulares del codo durante la ejecución de la fase de equilibrio. ....	119
Figura 76. Mediciones angulares del codo durante la ejecución de la fase recepción de la bicicleta. ....	120
Figura 77. Mediciones angulares del codo durante la ejecución de la fase finalización del movimiento angular . ....	121
Figura 78. Mediciones angulares del codo durante la ejecución de la fase de Aterrizaje. ....	121
Figura 79. Prensa digitopalmar en el gesto técnico Tailwhip en la fase posición inicial . ....	122
Figura 80. Prensa digitopalmar en el gesto técnico Tailwhip, fase desplazamiento en la zona de despegue. ....	123
Figura 81. Prensa digitopalmar en el gesto técnico Tailwhip, fase separación del elemento. ....	123
Figura 82. Prensa digitopalmar en el gesto técnico Tailwhip en la fase Braceo y pateo. ....	124

Figura 83. Prensa digitopalmar en el gesto técnico Tailwhip en la fase equilibrio .....	124
Figura 84. Prensa digitopalmar en el gesto técnico Tailwhip en la fase anticipación .....	125
Figura 85. Prensa digitopalmar en el gesto técnico Tailwhip en la fase finalización del movimiento angular. ....	125
Figura 86. Prensa digitopalmar en el gesto técnico Tailwhip en la fase aterrizaje.....	126
Figura 87. . Pronación hombro, supinación antebrazo en el gesto técnico Tailwhip del BMX estilo libre.....	126
Figura 88. Bielas Bicicleta BMX.....	127
Figura 89. Mediciones angulares de la cadera durante la ejecución en la fase posición inicial. ....	128
Figura 90. Mediciones angulares de la cadera durante la ejecución en la fase de desplazamiento en la zona de despegue.....	128
Figura 91. Mediciones angulares de la cadera durante la ejecución en la fase de separación del elemento.....	129
Figura 92. Mediciones angulares de la cadera durante la ejecución en la fase de braceo y pateo. ....	130
Figura 93. Mediciones angulares de la cadera durante la ejecución en la fase de equilibrio. ...	130
Figura 94. Mediciones angulares de la cadera durante la ejecución en la fase recepción de la bicicleta. ....	131
Figura 95. Mediciones angulares de la cadera durante la ejecución en la fase finalización del movimiento angular. ....	132
Figura 96. Mediciones angulares de la cadera durante la ejecución en la fase de Aterrizaje....	133

Figura 97. Mediciones angulares de la rodilla durante la ejecución en la fase posición inicial. .	133
Figura 98. Mediciones angulares de la rodilla durante la ejecución en la fase de desplazamiento en la zona de despegue.....	134
Figura 99. Mediciones angulares de la rodilla durante la ejecución en la fase de separación del elemento.....	135
Figura 100. Mediciones angulares de la rodilla durante la ejecución Tailwhip en la fase de braceo y pateo. ....	135
Figura 101. Mediciones angulares de la rodilla durante la ejecución en la fase de equilibrio. .	136
Figura 102. Mediciones angulares de la rodilla izquierda durante la ejecución en la fase recepción de la bicicleta.....	137
Figura 103. Mediciones angulares de la rodilla derecha durante la ejecución en la fase recepción de la bicicleta. ....	138
Figura 104. Mediciones angulares de la rodilla derecha durante la ejecución en la fase finalización del movimiento angular. ....	139
Figura 105. Mediciones angulares de la rodilla izquierda durante la ejecución en la fase finalización del movimiento angular. ....	139
Figura 106. Mediciones angulares de la rodilla derecha durante la ejecución del gesto técnico tailwhip en la fase de aterrizaje.....	140
Figura 107. Mediciones angulares de la rodilla izquierda durante la ejecución del gesto técnico Tailwhip en la fase de aterrizaje. ....	140
Figura 108. Mediciones angulares de los tobillos durante la ejecución en la fase de posición inicial.....	141



Figura 109. Mediciones angulares de los tobillos durante la ejecución en la fase desplazamiento en la zona de despegue.....	141
Figura 110. Mediciones angulares de los tobillos durante la ejecución en la fase de separación del elemento.....	142
Figura 111. Mediciones angulares de los tobillos durante la ejecución en la fase de Braceo y pateo.....	142
Figura 112. Mediciones angulares de los tobillos durante la ejecución en la fase de equilibrio.....	143
Figura 113. Mediciones angulares de los tobillos durante la ejecución en las fases de recepción de la bicicleta y finalización del movimiento angular..	144
Figura 114. Mediciones angulares de los tobillos durante la ejecución en la fase de aterrizaje.	144
Figura 115. Fase preliminar Tailwhip.....	146
Figura 116. Fase separación del elemento en Tailwhip.....	147
Figura 117. Fase Braceo y Pateo Tailwhip.....	148
Figura 118. Fase Braceo y Pateo imagen 2.....	149
Figura 119. Fase equilibrio y recepción de la bicicleta de Tailwhip .....	151
Figura 120. Fase finalización del movimiento angular.....	152
Figura 121. Fase finalización de la técnica Tailwhip.....	153
Figura 122. Triangulación de los resultados .....	155
Figura 123. Secuencia etapa Salto en plano Horizontal .....	167
Figura 124. Secuencia etapa salto largo sobre la rampa.....	173
Figura 125. Secuencia etapa Salto con aterrizaje de los pies en el suelo.....	179

Figura 126. Secuencia etapa salto con separación de pies y recobro del apoyo para el aterrizaje.	185
Figura 127. Secuencia etapa Aterrizaje lateral a la bicicleta.	191
Figura 128. Secuencia etapa pateo con rotación del marco a 90°	198
Figura 129. Secuencia etapa pateo con rotación del marco a 180°	204
Figura 130. Secuencia etapa pateo con rotación del marco a 270°	210
Figura 131. Secuencia etapa pateo con rotación del marco a 360°	216
Figura 132. Secuencia etapa pateo con rotación del marco 360° gesto técnico culminado (Tailwhip).	222

### **Índice de tablas**

Tabla 1. Partes de la bicicleta	44
Tabla 2. Porcentajes de peso por segmentos	70
Tabla 3. Información deportista, datos personales y características físicas	78
Tabla 4. Ecuaciones hallazgo trayectoria, ángulo de incidencia, velocidad inicial, velocidad en eje x y y, alcance máximo vertical y horizontal, tiempo de vuelo y total del gesto técnico Tailwhip	87
Tabla 5. Ecuaciones hallazgo velocidad angular, lineal y aceleración en el giro del marco de la bicicleta en el aire.	89
Tabla 6. Fases del gesto técnico Tailwhip	155

## Introducción

El BMX (sigla de Bicycle motocross) es un deporte que se caracteriza por ser una modalidad cíclica acrobática, de la cual se deriva el BMX estilo libre, practicado generalmente en las calles y/o parques adecuados para la ejecución del mismo. En la ciudad de Bogotá se considera como un deporte Urbano el cual no se encuentra aún organizado por alguna entidad, ya sea privada o pública, implicando que el modo de aprendizaje de quienes lo practican sea de manera empírica; razón por la cual no se encuentran estudios basados en la ciencia sobre la manera de ejecutar gestos técnicos.

En la presenta monografía se pretende realizar tomas de videos durante la ejecución de un gesto técnico denominado Tailwhip a un sujeto que lleva practicando el deporte por más de 8 años, el gesto consiste en girar el marco de la bicicleta en el aire realizado sobre una rampa. Las tomas se efectuaron en plano sagital izquierdo, en el parque Central Pontevedra ubicado en la localidad de Engativá. Posteriormente se realiza un análisis biomecánico con el fin de conocer las diferentes características que componen el gesto y que inciden en cada movimiento.

De acuerdo a lo anterior, se establecen fases del gesto técnico determinadas por análisis cuantitativos y cualitativos dividiendo el gesto en cinco fases denominadas: fase preliminar, fase de empuje, fase de recobro, fase de finalización del movimiento angular y fase de aterrizaje; dichas fases permitieron la creación de un plan metodológico para la enseñanza de ejecución del gesto técnico Tailwhip, compuesto por movimientos progresivos que permitirán a todos aquellos jóvenes interesados en aprender de este deporte, con una mirada científica a visualizar dicha modalidad desde una perspectiva más objetiva y orientada al reconocimiento de esta disciplina.

Se utiliza el tipo de investigación mixta ya que se tomaron datos cuantificables del gesto técnico Tailwhip en ejecución, tiempo total de ejecución y luego fraccionado por fases,

trayectoria del sujeto y bicicleta, velocidades alcanzadas y distancias máximas en el eje Y y eje X, consecutivamente describieron las variables y explicaron sus cambios y movimientos. Con un enfoque de tipo exploratorio-correlacional debido a que al ser el BMX estilo libre considerado como deporte Urbano no se encuentra una considerable teoría, trabajos investigativos a nivel local, nacional e internacional que expliquen la correcta ejecución de movimientos propios del mismo, por ende, se estudia el gesto técnico específico y posteriormente se relacionan los resultados.

El presente escrito aporta a la investigación a nivel Universitario y nacional sobre el uso de la biomecánica en el ámbito deportivo, a su vez colabora creando teoría en dicha modalidad ciclística basados en datos científicos y puede dar iniciación a procesos de estudios a fines deportivos y aportaría a la aceptación social como deporte de alto rendimiento.

## **1. Contextualización**

### **1.1. Macro contextualización**

Alrededor de las primeras décadas del siglo XX se realizaban carreras de motociclistas en condiciones que denominaban extremas, donde superaban obstáculos en pistas de tierras; posteriormente en 1969 Scott Breithaupt con 13 años de edad miembro de un equipo juvenil de motocross, organizó carreras en bicicletas en un descampado en Long Beach, California; lo que dio lugar al primer campeonato local un año después, expandiéndose al resto del país y en 1982 ocurrió el primer campeonato mundial. A mediados de los años sesenta se hizo popular realizar gestos técnicos o como son llamados en las calles “trucos” en parques y calles, consolidando lo que ahora se conoce como BMX contando con dos modalidades, Race y estilo libre (Idrd & Idartes, 2015). Así, desde enero de 1993, el BMX ha sido integrado dentro de la Union Cycliste

Internationale, lo que ahora se conoce como UCI. De este modo a los corredores de este deporte se les denomina Riders o Bikers (Henríquez et al. 2010).

El BMX llegó a Colombia gracias a Ricardo Arango de Estados Unidos, motivado por la revista BMX Action, construye pistas en parques públicos en Medellín para que posteriormente en años siguientes la modalidad Race se instalara de manera organizada y se construyera en la Unidad Deportiva El Salitre de Bogotá la pista Mario Andrés Soto, la cual es hoy la pista de BMX más importante del país. Por otra parte, en cuanto a la conformación de la modalidad estilo libre, en el país no hay mayor organización por parte de entidades públicas o privadas, se reduce a la conformación de grupos de jóvenes que adecuan espacios de la ciudad para montar bicicleta o creación de rampas. Por consiguiente, crea una ruptura dentro del mismo deporte, por un lado, el BMX Race como deporte profesional de alto rendimiento y por el otro, las demás modalidades como manifestaciones urbanas e informales (Zorro, 2011).

## **1.2. Micro contextualización**

En Bogotá el Instituto Distrital de Recreación y Deporte (IDRD) establece programas que incentivan a los jóvenes a ocupar su tiempo libre en actividades que promuevan su desarrollo, caso tal, el DUNT (Deportes Urbanos y Nuevas Tendencias) que tiene como objetivo promover todas aquellas expresiones deportivas y/o recreativas, que no cuentan con reconocimiento deportivo y cuya práctica está sujeta a espacios y condiciones dadas por el entorno arquitectónico de la ciudad o escenarios diseñados para su práctica; y junto con el programa “Escuela de mi barrio”, conforman oportunidades a los jóvenes de escasos recursos para que practiquen deportes ubicándose en 10 localidades de Bogotá, en el caso el BMX estilo libre sus metodologías de enseñanzas están arraigadas a experiencias de sujetos-docentes que aprendieron empíricamente, por lo cual no existen metodologías claras de cómo realizar ciertos “trucos”. A su vez el IDRD

realiza competencias en esta modalidad anualmente en conmemoración a la Semana de la Bicicleta, premiando con incentivos económicos (IDRD, 2016).

Por otra parte, esta investigación se llevó a cabo en Bogotá D.C en la localidad de Suba, en lo que se conoce de la localidad se han visto pocos escenarios propicios para la práctica del BMX estilo libre, que sin ser el tema principal y la razón de estudio del trabajo influye de cierta manera en los practicantes y en el desarrollo del trabajo, ya que la propuesta metodológica que se implementará debe adaptarse al entorno social y a las pistas disponibles para la práctica de este deporte. Las tomas de videos se realizaron en la dirección carrera 71 con calle 95, diagonal al parque central Pontevedra, un barrio estrato 4, es un sector donde hay pistas apropiadas para la práctica de este deporte, cuenta con dos rampas y una pirámide, todas con una altura promedio de 1,60 metros; el sujeto de estudio lleva 8 años practicando este deporte y ha ocupado el tercer lugar en el torneo BMX Park Sun de la ciudad de Girardot, categoría expertos en el año 2012.

## **2. Situación problema**

### **2.1. Descripción del problema**

Dentro del ámbito deportivo se reconoce un problema en común para los deportes no convencionales o urbanos, el cual se basa en la escasa información que poseen los deportistas practicantes de estas modalidades sobre el correcto método de enseñanza-aprendizaje de dichos deportes basados en la ciencia, más específicamente en el BMX estilo libre.

El BMX modalidad estilo libre como se había aclarado anteriormente, es un deporte que no está organizado por entidades públicas o privadas por lo cual se encuentra poca información y escritos pedagógicos sobre el mismo, originando escasez de una metodología enseñanza basado en información científica que orienten a un aprendiz a realizar gestos técnicos específicos de

manera correcta. A pesar de que existen video-tutoriales explicativos para realizar ciertos gestos técnicos, estos fueron aprendidos empíricamente ignorando las posiciones, trayectoria, velocidad, etc., correctas.

De este modo en la búsqueda de información en bases de datos como Scopus, Science Direct, Proquest, entre otros. Se encontraron archivos relacionados con la palabra clave “BMX”, por ejemplo “información sobre lesiones en los niños que montaban bicicletas BMX”; búsquedas similares, demuestran información relevante de la modalidad Race, sin embargo, referente al estilo libre no hay archivos que hagan referencia puntual a algún método de enseñanza, o algún estudio teórico sobre cómo enseñar esta disciplina.

Es por esta razón que se hace necesario y oportuno diseñar un plan metodológico para la enseñanza de un gesto técnico específico, el “Tailwhip” basado en los análisis cualitativos y cuantitativos según la biomecánica y la cinemática que se realizarán a un deportista que posee un bagaje amplio en la modalidad.

## **2.2. Formulación del problema**

¿Cuáles son las características cinemáticas del gesto técnico Tailwhip de BMX estilo libre, que permiten diseñar una metodología de enseñanza?

## **2.3 Justificación**

En el deporte comúnmente se busca mejorar las técnicas, es por esto que la biomecánica deportiva da respuesta en la incidencia de factores que se presentan en ejecuciones de movimientos, Acero (2002) afirma: “la biomecánica deportiva está dedicada a analizar y proyectar los comportamientos mecánicos en el rendimiento deportivo, establecer nuevas

técnicas, equipos e indumentarias, y a explicar y proyectar procesos de protección y rehabilitación de los traumas producidos por la práctica deportiva. (p. 39).

El BMX estilo libre al ser un deporte urbano que no se encuentra concretamente organizado por entidades públicas o privadas en Colombia, no hay estudios basados en datos biomecánicos que especifiquen como practicar dicha modalidad; es por esto que, por medio de un análisis biomecánico al gesto técnico Tailwhip se podrá determinar características que inciden sobre aquel movimiento y así crear un plan metodológico de enseñanza basado en lo anterior, basado en datos científicos.

Con el diseño del plan, la corporación universitaria Minuto de Dios se beneficiaría en cuanto a nuevas investigaciones de este tema, incentivando estudios relacionados a deportes no convencionales e innovar; aportando así mismo en el crecimiento personal de los creadores de la presente monografía ya que de cierta manera se está estructurando teoría.

Para la sociedad colombiana al ser un deporte urbano, se estigmatiza como una práctica callejera, que son términos muchas veces asimilados de manera negativa. Por otro lado, lo practican jóvenes entre los 15 y 28 años de edad y con el presente trabajo se puedan beneficiar todos aquellos que les interese aprender la técnica mencionada como objeto de estudio, puesto que su aprendizaje no sería empírico, por el contrario, presentaría estudio previo antes de formalizar el plan metodológico, y como proyección social, el DUNT utilizar la metodología para enseñar en el proyecto, a futuro crear una escuela de formación, luego un club, posteriormente ser parte de la liga de ciclismo y consecutivamente formar atletas que representen a Colombia en el Mundial De BMX Park.



## **2.4 Objetivos**

### **2.4.1. Objetivo General.**

Diseñar un plan metodológico para la enseñanza del gesto técnico Tailwhip del BMX estilo libre basado en los análisis biomecánicos a través de la utilización del software de análisis Kinovea y Skillspector aplicados a un deportista con 8 años de práctica en dicha modalidad ciclística.

### **2.4.2 Objetivos Específicos.**

Caracterizar la ejecución del gesto técnico de Tailwhip del BMX estilo libre a través de la recolección de video y su posterior análisis con los programas computacionales de análisis de movimiento: Kinovea y Skillspector.

Estructurar fases de movimientos con base a las características cuantitativas y cualitativas de ejecución que tienen una afectación determinante en el gesto técnico analizado.

Generar un plan metodológico de enseñanza progresivo por medio de los resultados recolectados y analizados.

## **3. Marco Referencial.**

### **3.1. Antecedentes.**

Al realizar la construcción de los antecedentes que sustentarán esta investigación, se visitaron repositorios de distintas universidades tanto a nivel local, como nacional e internacional, pese a no encontrar tesis de pregrado, maestrías o doctorados que aborden a profundidad los análisis biomecánicos del BMX estilo libre y una propuesta metodológica para su correcta enseñanza, se encontraron varias investigaciones que aplicaron análisis biomecánicos en otras modalidades, cómo el ciclismo de ruta y BMX Race, en los cuales se enfocaba el trabajo de la fuerza, resistencia y velocidad.

En la consulta de la ciudad de Bogotá, se encontró una tesis de pregrado de la Universidad Javeriana titulada “El BMX: Más que un deporte, una oportunidad de inversión en un grupo subcultura olvidado por el mercado y con identidad propia” año 2011, cuyo objetivo es mostrar la falta de interés por parte de las entidades locales y nacionales hacia el apoyo de este deporte, debido a que, Zorro (2011) plantea:

El deporte parece estar sumido en el anonimato para los medios y las empresas privadas, los patrocinios son muy pocos y los deportistas profesionales que constantemente están ganando medallas en el exterior se sostienen únicamente con la inversión pública. Con esto en mente, la intención de este trabajo es demostrar cómo el BMX, un deporte desatendido por las empresas privadas, puede ser una industria rentable en el país para éstas, la que, con adecuadas herramientas de promoción y publicidad, puede llegar a beneficiar tanto a los deportistas como a las empresas que decidan apoyarla, buscando retribución en fidelidad del consumidor y compra de sus productos (p.1).

De este modo, con esta investigación se pretende realizar un acercamiento sobre esta modalidad deportiva para que sea reconocida tanto a nivel local como nacional y así generar mayor apoyo por parte de los entes que regulan el deporte en el país.

Por otra parte, a nivel nacional entre las universidades consultadas se encuentra la Universidad de Antioquia, en la cual se realizó un proyecto de investigación por parte de uno de los docentes, titulado “Técnica, Biomecánica y aprendizaje motor”, dicho proyecto pretende dar una concepción sobre los distintos patrones de movimiento que se encuentran en todo acto deportivo y cómo cada uno de ellos posee una connotación diferente en su ejecución, demostrando así, que:

En estos deportes, los profesores o los entrenadores se ven en la necesidad de estudiar detalladamente dichos movimientos y seleccionar procesos metodológicos de tal manera que los atletas aprendan y optimicen dichos movimientos. Éste es uno de los grandes problemas del entrenamiento: hallar una estrategia metodológica que se pueda aplicar a muchos sujetos para facilitar el trabajo. (Suarez, 2007, p. 1)

Pretendiendo realizar un acercamiento a algunos factores que puedan determinar o condicionar dicho problema, permitiendo un correcto modelo de enseñanza-aprendizaje en cualquier acto deportivo. El autor ve la necesidad de hacer un seguimiento en cuanto a metodología, planificación y competencia en la que los diferentes entrenadores forman a los bicrosistas. Los jóvenes necesitan de una buena preparación en todos los aspectos. Al tener una guía de enseñanza de bicross, se podrán aplicar métodos y procesos que beneficien a todos, de tal forma que la preparación de los deportistas sea mayoritaria y de acuerdo a las exigencias del medio. De este modo la elaboración de una propuesta pedagógica sería pertinente, pues el deporte del BMX últimamente ha cogido un gran auge tanto a nivel mundial como Nacional, pero siendo un deporte “callejero” no se ha elaborado un plan metodológico de acuerdo a las necesidades de los deportistas (Suárez ,2007).

La segunda fue la Universidad CES-UAM de Medellín, donde se encontró una tesis de pregrado titulada “Alteraciones posturales en bicrosistas de alto rendimiento del municipio de Envigado”, proyecto enfocado en realizar una descripción sobre las principales condiciones físicas necesarias en el momento de realizar la ejecución correcta del movimiento, los autores concuerdan que:

Es de total importancia que cada uno de los deportistas a la hora de realizar su práctica deportiva tenga ciertas condiciones físicas y una adecuada postura corporal, que logren

generar un mayor rendimiento y logro competitivo durante la práctica deportiva. Sin embargo, estas condiciones en los deportistas pueden no ser óptimas e influir negativamente, generando alteraciones principalmente de tipo osteomuscular, que se traducen muchas veces en modificaciones posturales que afectan el rendimiento en el deporte y tal vez muchas de las actividades de la vida diaria de cada uno de estos deportistas. Durante la práctica deportiva del bicicross toda la energía se centra en pedalear lo más rápido y fuerte posible, provocando sobrecargas musculoesqueléticas altamente exigentes, generando modificaciones posturales en el deportista, como lo son el incremento de la protracción de hombros, retracción de pectorales, debilidad de abdominales, aumento de la cifosis dorsal, genu recurvatum, entre otros, las cuales pueden repercutir de forma negativa en la postura del bicicrosista” (Arévalo, Gómez y Ortiz, 2008).

También se dan referencia sobre la falta de información e investigaciones sobre las principales alteraciones que afectan a los bicicrosistas en el movimiento corporal.

La última universidad consultada a nivel nacional fue la Universidad de Antioquia, en la cual se realizó una tesis de pregrado titulada “Incidencia de la fuerza máx. agonistas de los miembros inferiores en el resultado de la aceleración (10 metros) de la salida en ciclistas de BMX antioqueños” en dicho trabajo se habla de la importancia de una salida rápida y efectiva durante la práctica del BMX Race y cuáles son los factores relevantes para que dicha salida sea exitosa, debido al gran auge de dicha modalidad ciclista se ve la necesidad de empezar a generar una serie de cambios a nivel técnico y competitivo, llegando a estandarizar un poco los tipos de pista, partidos, reglamentos, entre otros. Así, los entrenadores y atletas se han visto en la tarea de empezar a generar conocimientos que ayuden a ganar más competencias y generar el verdadero direccionamiento de la caracterización del deporte para prepararse mejor y llegar a estar entre los

mejores atletas de BMX del mundo. La salida es entonces el principal componente que se debe desarrollar para las competencias, ya que táctica y técnicamente se puede manejar la competencia después de obtener una mejor aceleración en los metros iniciales. El gesto técnico de la salida es bien complejo y difícil de aprender, pero es después de estar establecido, cuando el atleta empieza a necesitar del desarrollo de capacidades físicas específicas para mejorar en este aspecto. Las capacidades físicas requeridas por los ciclistas de BMX son variadas, pero diversas investigaciones sobre el tema argumentan que la fuerza es la capacidad que puede determinar un mejor arranque en los metros iniciales en diversas modalidades deportivas de velocidad (Acevedo, 2008). La investigación es específica sobre los aspectos importantes requeridos para la ejecución de salida en el BMX Race, realizando un análisis previo a los ciclistas de Envigado.

A nivel internacional se encontraron varias investigaciones, una de ellas proviene del Departamento de Educación física Deportiva de la Universidad de Granada titulada “Biomecánica y ciclismo” en la cual afirma que debido a la variedad de contenidos incluidos en la biomecánica del ciclismo, se encuentran tres unidades esenciales a la hora de realizar un análisis biomecánica en el deporte, postula:

“La primera, se centra en el estudio de las fuerzas que se oponen al desplazamiento, y en especial al análisis de las resistencias aerodinámicas; el segundo relacionado con el estudio de las fuerzas de propulsión, especialmente las que se aplican contra el pedal, y el tercero, enfocando los aspectos más relevantes acerca de la eficiencia mecánica del desplazamiento en bicicleta.” (Gutiérrez, 1994, p. 1).

Esta investigación está orientada hacia los aspectos más relevantes que determinan la eficacia mecánica del desplazamiento ciclista.

De igual manera otra investigación del Departamento de Educación física Deportiva de la Universidad de Granada titulada “Parámetros inerciales para el modelado biomecánico del cuerpo humano” realiza un análisis del movimiento humano desde la biomecánica deportiva, afirmando que:

“El modelado del cuerpo humano implica la determinación de una serie de puntos anatómicos y segmentos interconectados, que deben ser complementados con información inercial como es la masa segmentaria, el vector posición del centro de gravedad, los ejes de un sistema de referencia local segmentario, así como los momentos de inercia. La obtención de estos parámetros inerciales se considera imprescindible para el análisis biomecánico ya que permiten obtener algunas variables consideradas como básicas en cualquier análisis cuantitativo del movimiento, como son el centro de gravedad (CG) tanto segmentario como corporal, el momento de inercia (I) y el momento angular (H) segmentario y corporal” (Gutiérrez, 1996, p. 5).

Dicha investigación demuestra el trabajo del cuerpo humano desde diferentes puntos biomecánicos y cómo resulta de gran importancia cada uno de ellos al momento de ejecutar un gesto deportivo.

Así que, la tercera investigación se encontró en la Universidad De Granada, un proyecto titulado “Desarrollo de un protocolo simple para evaluar el rendimiento físico específico del piloto de BMX” el cual presenta un programa específico de evaluación para proporcionar información verídica en la prescripción de un entrenamiento para un piloto de BMX, dicha evaluación se basó en 2 pasos a primera pretende provocar acidosis metabólica en el piloto mediante el test de Carlsson y comprobar cómo afecta a su rendimiento. Transcurrida una hora, se realiza la segunda prueba con la que se pretende provocar fatiga muscular (mediante 10

medias sentadillas con el 50% del peso corporal) y observar, igualmente, cómo afecta a su rendimiento. Las conclusiones del estudio muestran, por una parte, que la fatiga provocada por el aumento de la acidosis en las carreras de BMX disminuye el rendimiento, lo que sugiere la importancia del entrenamiento anaeróbico (series de corta duración, alta intensidad y corta recuperación). Por otra parte, hemos encontrado que una actividad previa a la carrera de BMX caracterizada por esfuerzos altos de breve duración puede aumentar el rendimiento posiblemente debido a la potenciación pos activación producida por dicha actividad.

De este modo, la tercera investigación a nivel internacional se encontró en la Escuela Superior Politécnica del Litoral en Ecuador, tesis de pregrado titulada “Proyecto de inversión para la creación de un skatepark privado en la ciudad de Guayaquil” cuyo objetivo demostrar la viabilidad que tendría un parque privado para la práctica del Skateboarding, Rollerblade y BMX, debido a la gran acogida de estos deportes en dicha ciudad; el autor da una muestra sobre la importancia de estos deportes y afirma que el Skateboarding, el Roller Blade y el BMX son deportes extremos, que se consideran peligrosos por la complejidad para realizar los gestos técnicos sin importan donde se practique, sin embargo cuando se tiene el escenario predispuesto para dicha práctica la emoción es indescriptible para quienes están aprendiendo (Henríquez, Pita y Salazar, 2010).

Para finalizar, uno de los antecedentes de mayor relevancia para este proyecto de investigación, se encontró en la Universidad de Masarykova ubicada en República Checa, titulada “Metodología del rendimiento deportivo en la disciplina extrema del ciclismo BMX Estilo Libre”, cuyo trabajo está enfocado en realiza una propuesta metodológica por medio de video tutoriales para la enseñanza de los gestos técnicos realizados por deportistas practicantes del BMX Estilo Libre; el autor establece pautas para que los deportistas principiantes conozcan

todo lo relacionado con este deporte extremo, desde las medidas, estructura y material de la bicicleta, orígenes, aptitudes básicas para este deporte y diferencias entre cada uno de los gestos técnicos.

## **3.2 Marco Teórico**

Palabras clave: BMX estilo libre, Gesto técnico Tailwhip, Biomecánica deportiva, Biomecánica de las articulaciones.

### **3.2.1. BMX Estilo Libre**

**3.2.1.1. Modalidades.** En el contexto de estilo libre se distinguen 5 modalidades

**3.2.1.1.1. Street.** Consiste en realizar gestos técnicos o como son comúnmente llamados acrobacias o trucos en entornos de la ciudad no modificables, es decir, sobre la infraestructura urbana, ejemplo claro, muros, paredes, escaleras, rejas, entre otros. (Zorro, 2011)

**3.2.1.1.2. Dirt Jump.** Se fundamenta en realizar saltos acrobáticos con la utilización de rampas de tierra, se ejecutan diferentes gestos técnicos cuando el deportista se encuentre en el aire. Las medidas de la rampa inicial suelen ser de dos a tres metros de alto con una distancia entre rampa y rampa de dos a tres metros (Zorro, 2011).

**3.2.1.1.3. Park.** Hay parques construidos sobre la ciudad con rampas y obstáculos de cemento o madera, esta modalidad consiste en efectuar gestos técnicos utilizando lo que este tipo de parque ofrecen con la mayor fluidez posible; los gestos técnicos más comunes suelen ser el Barspin, Tailwhip, X-up y Crankflip (Henríquez et al. 2010).

**3.2.1.1.4. Vert.** Para esta modalidad es necesario contar con una rampa totalmente vertical debido a que la persona al realizar el gesto técnico en el aire vuelve a caer en la misma rampa, se asimila a los que se realizan en la modalidad Park con la diferencia que no se cambia de rampa y los gestos técnicos se realizan con mayor impulso (Henríquez et al. 2010).



3.2.1.1.5. *Flatland*. Consiste en realizar acrobacias sobre la bicicleta en un suelo plano haciendo uso de los pedales, el marco, manillar, entre otros, sin que se toque el suelo en ningún momento (Henríquez et al. 2010).

3.2.1.2. *Gestos técnicos Básicos*. Dentro de las modalidades se realizan gestos técnicos básicos o como son conocidos por quienes lo practican: trucos. Para realizar el gesto Tailwhip (objeto de estudio del presente trabajo) hay practicantes que poseen ciertas habilidades previas a la realización del mismo. De este modo, una aplicación y página online llamada Riders conformada por una comunidad de pilotos del mundo para aprender gestos técnicos de diferentes deportes, en donde realizan videos tutoriales, dentro de los mismos explica de una manera sutil cuales son los básicos.

El Hop consiste en que el sujeto salta con ambas ruedas al mismo tiempo, impulsa hacia arriba el manillar llevándolo hasta el pecho y realiza una flexión de piernas al mismo tiempo; por otra parte, está el Bunny Hop, en donde deportista salta hacia arriba levantando primero la rueda delantera, este gesto técnico le permite al deportista saltar por encima de obstáculos este en movimiento o no. En el Fakie la persona maneja su bicicleta y realizar un salto para posteriormente dar un giro de 180° y luego conducir en reversa. En seguida se encuentra el Drop que consiste en realizar un salto hacia abajo direccionado a tomar una rampa en caída o bajar de algún obstáculo. También se encuentra el manual, la persona levanta la rueda delantera y mantiene el equilibrio mientras la llanta trasera es la que sigue impulsando la bicicleta, las manos siguen en el manillar, por último, está el No foot, en el cual la persona en el aire separa sus pies de los pedales, las junta para posteriormente volver a su posición inicial (Riders, 2013).

**3.2.1.3. Gesto Técnico Tailwhip.** Se define como un gesto técnico propio del BMX Estilo libre, en el cual la persona sobre su bicicleta recorre un espacio sobre el piso plano, luego utiliza una rampa para obtener velocidad vertical y en el aire con un pequeño golpe a la llanta trasera con el pie genera que el tenedor sea el eje de rotación del marco. (Thomas, 2011)

De este modo Riders (2013) afirma que después de salir de la rampa se extienden los brazos para empujar hacia abajo el manillar, después la pierna dominante golpea la llanta trasera para que el marco de la bicicleta gire, posteriormente se sostiene el manillar fuertemente manteniendo los brazos retos cerca al cuerpo y apuntando hacia abajo, a medida que la bicicleta gira se procede a una abducción de cadera. Consecutivamente se colocan los pies nuevamente en los pedales para aterrizar.

**3.2.1.3.1. Fases del movimiento.** Se aumenta la velocidad de la bicicleta con el arranque, una vez en el aire la pierna izquierda separarla del marco y la derecha mantenerla en el interior del tenedor. Seguido el pie izquierdo ejerce un pequeño golpe en la rueda trasera en dirección o sentido anti horario de modo que el marco gira 360 grados; cuando este por finalizar el giro, se ubican nuevamente los pies en sus respectivos pedales, al tocar el suelo la bicicleta, la persona flexiona sus brazos para que sean algún tipo de amortiguación, prosiga a pedalear y posiblemente ejecutar otro gesto técnico (Apep ,2007).



*Figura 1.* Gesto técnico Tailwhip en el aire.  
Fuente propia.

#### **3.2.1.4. Bicicleta.**

*3.2.1.4.1. Partes.* El deporte requiere de una bicicleta con características específicas, según un blog Mundo del BMX (2014) se compone de 15 partes más importantes de destacar.



Figura 2. Partes de la bicicleta BMX Estilo libre  
Fuente propia.

Tabla 1. Partes de la bicicleta  
Fuente propia.

Número	Nombre	Número	Nombre
1	Tenedor	9	Plato
2	Rotor	10	Biela
3	Eje de dirección	11	Pedal
4	Manillar	12	Cadena
5	Agarres del manillar	13	Marco
6	Radios	14	Sillín
7	Llanta-Coraza	15	Brida sillín
8	Manzana-Buje		

3.2.1.4.2. *Tipos de bicicleta.* Dependiendo de la modalidad a practicar se diferencian algunos tipos de bicicletas con características propias de materiales, medidas, entre otros (Saraí, 2015).

3.2.1.4.2. 1. *Chase Element.* Se utiliza para la disciplina Race, se recomienda para los pilotos que midan entre 1,70 y 1,80 metros. Los puntos fuertes son el cuadro de aluminio 7005 de alta calidad, frenos Shimano LX, ruedas robustas, pedalier de 2 piezas, Horquilla rígida y ligera y eje de 20 mm (Saraí, 2015).

3.2.1.4.2.2. *Flybikes.* Se usa en las modalidades Street o Dirt, es cómoda y rígida. Con un cuadro y elementos de cromo molibdeno 4130. Llantas de doble pared y rodamientos estancos para que sean más resistentes y fiables (Saraí, 2015).

3.2.1.4.2.3. *Premium.* Para uso en la modalidad Street, recomendada para estaturas de 1,75-1,85 metros. Cuadro, horquilla y manillar 100 % de cromo molibdeno. Cuenta con tratamiento térmico en las vainas y soportes traseros, soportes de freno y guías de cables desmontables. Buje trasero RHD/LHD convertible con piñón de 9 dientes y con llantas de doble pared (Saraí, 2015).

3.2.1.4.2.4. *Bikes.* Para modalidad Street, ideal para los jóvenes que quieren empezar a aprender la categoría debido a que se requiere de una estatura del piloto entre 1,25-1,35 metros, con un cuadro robusto de acero (Saraí, 2015).

3.2.1.4.2.5. *Wethepeople,* modalidad Street, es una bicicleta con el mejor equipamiento posible. Estatura del piloto 1,25-1,35 metros. Con un tubo superior 16", pedalier de 3 piezas de cromo molibdeno con rodamientos sellados. Buje trasero de cassette con rodamientos sellados.

Sillín, potencia, pedales, manetas de freno y agarres del manillar talla junior (Saraí, 2015).

3.2.1.4.3. *Ergonomía de la bicicleta BMX.* Una tienda Online ProbikeShop Española, diseña bicicletas de acuerdo a la estatura de la persona, es importante usar la bicicleta adecuada para prevenir lesiones futuras o generar incomodidades durante la realización de gestos técnicos.

A	Talla del cuadro (tubo superior)	Tamaño de las ruedas	Tamaño de las cubiertas
1 - 1,15 m	12"	12"	12"x2,125
1,10 - 1,25 m	16"	16"	16"x2,10 - 16"x2,20
1,25 - 1,35 m	17"	18"	18"x2,10 - 18"x2,35
1,35 - 1,45 m	18,5" - 19,5"	20"	20"x2,10 - 20"x2,40
1,45 - 1,55 m	20" - 20,20"	20"	20"x2,10 - 20"x2,40
1,55 - 1,65 m	20,25" - 20,30"	20"	20"x2,10 - 20"x2,40
1,65 - 1,75 m	20,50" - 20,75"	20"	20"x2,10 - 20"x2,40
> 1,75 m	20,80" - 21"	20"	20"x2,10 - 20"x2,50



Figura 3. Medidas de la bicicleta según estatura del practicante  
Fuente: ProbikeShop-Tienda Online.

### 3.2.2. Biomecánica deportiva.

3.2.2.1. *Análisis del movimiento.* Para estudiar el movimiento humano es necesario utilizar la ciencia física mecánica como metodología para el proceso teniendo en cuenta la rama cinemática y dinámica; la cual la cinemática es aquella que estudia los movimientos sin tener en cuenta las causas que lo producen y por otra parte la dinámica estudia las causas con relación a las fuerzas, tanto a las internas que hacen referencias a las fuerzas musculares como a las fuerzas externas que hacen referencia a las fuerzas gravitacionales, de reacción (Acero, 2002).

Se facilita el estudio del movimiento teniendo en cuenta los planos anatómicos, los cuales son sagital, frontal o coronal y transversal. El sagital divide el cuerpo en hemicuerpo derecho e izquierdo, el coronal en anterior y posterior y el trasversal en tren superior e inferior.

Existen métodos para estudiar el movimiento en gesto deportivo, el más utilizado “consiste en un análisis tridimensional del mismo y permite seguir su evolución mediante figuras animadas

o gráficas que facilitan la observación de las evoluciones del centro de gravedad” (Ruiz, Brito y Navarro, 2009, p. 54). En el caso del presente trabajo se usa el programa computacional Skillspector y Kinovea para seguir la evolución del centro de gravedad.

Los aspectos procedimentales en el análisis del movimiento de algún gesto deportivo, están relacionados con la grabación del movimiento para posteriormente realizar una reconstrucción del movimiento, los cuales contienen abundantes aspectos analíticos que se analizan seguidamente. La recomendación previa es grabar claro y localizar la cámara en un lugar estratégico en el cual el movimiento se vea ejecutado tomando todos sus segmentos corporales. Después se visualizan aquellos movimientos en animaciones computarizadas, cuadros, gráficas, kinegramas y comparaciones cuantitativas. (Acero, 2002). Así mismo, en la variación de los movimientos se describen por medio de los parámetros cinéticos y cinemáticos, los dos procedimientos son: cualitativa y cuantitativa; en cualitativa informa los elementos que componen un desplazamiento y en la cuantitativa describe numéricamente características de un desplazamiento (Ruiz et al., 2009).

**3.2.2.2. Biomecánica aplicada en la práctica del BMX estilo libre.** Conforme a los diferentes tipos de biomecánica se trabaja la deportiva, Acero (2002) afirma: “está dedicada a analizar y proyectar los comportamientos mecánicos en el rendimiento deportivo, establecer nuevas técnicas, equipos e indumentarias, y a explicar y proyectar procesos de protección” (p. 39). Por lo cual reside en el deporte BMX estilo libre ya que se busca por medio del análisis establecer nuevas teorías cuando se plantea establecer una metodología de enseñanza para un gesto técnico específico.

De este modo Zatsiorsky (citado por Acero, 2002) afirma que la biomecánica: “es una ciencia que estudia el movimiento del sistema locomotor del cuerpo humano. La palabra



Biomecánica está compuesta por dos partes Bio de Biología que es la ciencia que tiene que ver con organismos vivos y procesos vitales y Mecánica como la ciencia que estudia los movimientos de los cuerpos”. (p. 24). Es por esto que se dice que se aplica la mecánica en el proyecto cuando se toman datos cinemáticos en los movimientos del sujeto en la bicicleta basándose en los desplazamientos, las velocidades, y aceleraciones de dichos desplazamientos (Ruiz et al., 2012). Y a su vez se tiene en cuenta el Somatotipo de la persona, el cual es ectomorfo con un peso en kilogramos de 68.

**3.2.2.3. Biomecánica de la Mano.** “Desde el punto de vista fisiológico, la mano representa la extremidad efectora del miembro superior que constituye su soporte logístico y le permite adoptar la posición más favorable para una acción determinada” (Kapandji, 2007, p. 198).

La mano es una parte importante en la práctica del BMX Estilo Libre puesto que su función principal, la presión, se presenta permanentemente durante su ejecución. La facultad de prensión se debe a la arquitectura de la mano, la cual permite generar sobre ella una amplia apertura y cierre entorno a un objeto.

De este modo la flexión es la acción motriz en que está envuelta la mano dentro del BMX Estilo Libre debido a que “participa en los movimientos prensiles, donde los dedos van hacia la palma de la mano” (Molano, 2008, p.77); existen 3 tipos de flexión en la mano que dependen de las articulaciones falanges que realicen el movimiento: la interfalángica proximal, la interfalángica distal y la metacarpofalángica. En esta disciplina deportiva y en concreto en este trabajo se maneja de la Metacarpofalángica.



Figura 4. Flexiones metacarpofalángica e inter falángica proximal y distal de la mano



Fuente propia

Los movimientos en las articulaciones metacarpofalángicas se realizan en dos ejes; en el eje transversal, que permite la extensión y flexión del codo y en un eje anteroposterior que permite realizar la aducción y abducción de los dedos.



*Figura 5.* Posición del dedo pulgar  
Fuente propia.

Los movimientos indicados permiten al pulgar realizar un movimiento circular ya que “ocupa una posición y desempeña una función aparte en la mano puesto que es indispensable para realizar las pinzas pulgodigitales con cada uno de los dedos restantes y para la constitución de una presa de fuerza con los otros cuatro dedos “(Kapandji, 2007, p. 250).

Las presas palmares, interviene la palma y también los dedos, en el BMX se utiliza la presa digitopalmar pues es la que opone la palma de la mano a los cuatro últimos dedos; la bicicleta se agarra entre los dedos flexionados y la palma de la mano acercándola hacia la muñeca generando una fácil movilidad. Esta presa de fuerza es la que permite a la persona adquirir un completo control sobre el eje de movimiento de la bicicleta que facilitará la ejecución del gesto técnico.

Los movimientos de inclinación-rotación de la articulación metacarpofalángica permiten en el BMX estilo libre un agarre efectivo del manillar que evitará que el deportista se separe de la bicicleta durante la ejecución del gesto técnico debido a que “en las presas cilíndricas con toda la palma de la mano, la acción de los músculos sesamoideos externos sobre la articulación metacarpofalángica es la que garantiza el bloqueo de la presa. Cuando el pulgar no interviene y

permanece paralelo al eje del cilindro, la presa no queda bien bloqueada y el objeto puede caerse fácilmente por el espacio que queda libre entre los dedos y la eminencia tenar” (Kapandji, 2007, p. 284), cuándo el pulgar se dirige hacia los otros dedos el objeto prensado (el manillar de la bicicleta) ya no se puede caer, este movimiento en el BMX Estilo Libre se realiza con facilidad gracias a la forma cilíndrica que presenta el manillar.



Figura 6. Presa cilíndrica BMX  
Fuente propia.

**3.2.2.4. Biomecánica de la Muñeca.** La muñeca “es la articulación distal del miembro superior que permite que la mano adopte la posición óptima para la prensión” (Kapandji, 2007, p.146). Así mismo “La articulación de la muñeca se compone de dos articulaciones, la Radio-Carpiana, que se ubica entre el radio y los huesos del carpo, y la mediocarpiana, que se ubica entre el carpo y los huesos metacarpos” (Díaz, 2015, p.70-71). De este modo, en el BMX estilo libre la muñeca realiza distintos movimientos que apoyan la rotación del manillar para desplazarse o cambiar la dirección, debido a que “el complejo articular dela muñeca posee dos grados de libertad. Con la pronosupinación, rotación del antebrazo sobre el eje longitudinal, que añade un tercer grado de libertad a la muñeca, la mano se puede orientar en cualquier ángulo para tomar o sujetar un objeto” (Kapandji, 2007, p.146), en este caso la bicicleta.

En los movimientos de la muñeca que se emplean en el BMX Estilo Libre, se encuentra la Flexión que consiste en la aproximación de la palma de la mano hacia la cara anterior del

antebrazo y la extensión, que consiste el acercamiento de la cara posterior de la mano a la cara posterior del antebrazo; estos movimientos permiten en el BMX mantener el equilibrio entre el peso del cuerpo y el peso de la bicicleta en el momento de realizar el gesto técnico y mantenerse en el aire por un tiempo determinado.

Se encuentran también los movimientos pertenecientes al plano sagital, denominados aducción o inclinación cubital y abducción o inclinación radial, en la aducción “la mano se aproxima al eje del cuerpo y su borde interno o borde cubital (el del meñique) forma con el borde interno del antebrazo, un ángulo obtuso abierto hacia a dentro” y en la abducción la mano se aleja del eje del cuerpo y su borde externo o borde radial (el del pulgar) forma, con el borde externo del antebrazo, un ángulo obtuso hacia afuera” (Kapandji, 2007, p.148), dichos movimientos en el BMX Estilo Libre permiten la conducción de la bicicleta hacia el cambio de dirección en la cual se efectuara el gesto técnico .



*Figura 7.* Abducción y Aducción de la muñeca  
Fuente propia.



Figura 8. Flexión y extensión de la muñeca  
Fuente propia.

**3.2.2.5. Biomecánica del Codo.** “Es la articulación intermedia del miembro superior al realizar la unión mecánica entre el primer segmento, el brazo, y el segundo, el antebrazo. le posibilita, orientado en los tres planos del espacio gracias al hombro, desplazar más o menos lejos del cuerpo su extremidad activa: la mano.” (Kapandji, 2007, p.78).

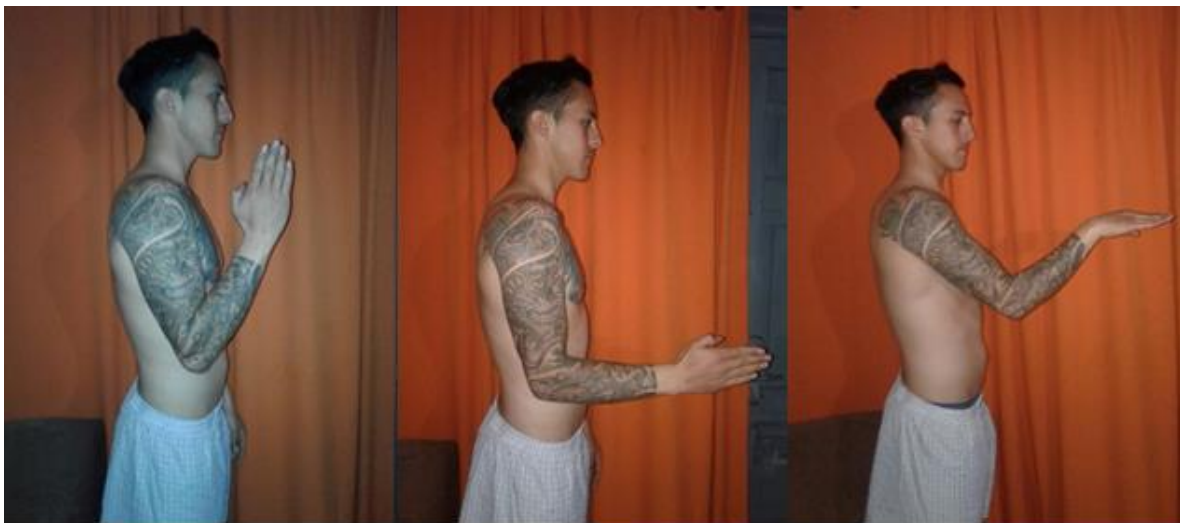


Figura 9. Acción motriz del codo (alimentación)  
Fuente propia.

El músculo bíceps braquial es denominado como el musculo de la alimentación debido a que cuando se coge un alimento se realiza el movimiento de extensión-pronación y se acerca a la boca con flexión-supinación; este movimiento está presente en el BMX estilo libre ya que es el que permite levantar la bicicleta acercándola al pecho para luego separarla y realizar el gesto técnico en el menor tiempo posible y efectivo.

Para analizar estas acciones motrices, se debe tener en cuenta que el codo está compuesto por tres articulaciones, la humero-radial, humero-cubital y radio-cubital. Las primeras dos, actúan en la flexo-extensión y la tercera en la pronosupinación. De este modo en la flexión se acerca la mano hacia la articulación del hombro, para este movimiento actúan principalmente tres músculos, el braquial, que sólo actúa como flexor del codo; de acuerdo con Kapandji como se citó en Díaz, 2015) “el braquiorradial, el cual es flexor del codo y tiene funciones complementarias en la prono-supinación y el bíceps braquial, que tiene como funciones la flexión del codo y la supinación”.

En la extensión actúa un solo músculo, el tríceps braquial el cual juega un papel estabilizador externo activo del codo, en el gesto técnico Tailwhip no se ejerce una extensión completa sino ligera, en donde el músculo desarrolla su máxima eficacia.

**3.2.2.6. Biomecánica Pronosupinación.** Unos movimientos más involucrados en este gesto son los movimientos de pronosupinación debido a que se realizan movimientos simultáneos con las articulaciones radio-cubital proximal en el codo y radio-cubital distal.

Así la mano, como efector extremo del miembro superior, se sitúa en cualquier ángulo lo que favorece al momento de sostener y agarrar la bicicleta; la rotación longitudinal en el antebrazo tiene como consecuencia la presencia del Radio, que es el encargado de soportar por sí solo la mano y girar alrededor del cubito debido a las articulaciones radio-cubitales (Kapandji, 2007).

Entre los grados de libertad que “comprenden la cadena articular del miembro superior, del hombro a la mano, la pronosupinación es uno de los más importantes ya que es indispensable para el control de la actitud de la mano” (Kapandji, 2007, p.108); este tipo de movimiento permite al deportista junto con la articulación de la mano y el hombro mantener la estabilidad del

manillar de la bicicleta en el aire durante la vuelta al manillar equilibrando el cuerpo, su peso y el de la bicicleta.

“Se supina con el antebrazo” y “se pronona con el hombro” (Kapandji, 2007, p.144), este movimiento es clave para el dominio del manillar y permite generar la dirección del manillar hacia el lado contrario que se realizara el gesto técnico o se girara el manillar de la bicicleta.

Gracias a esto, la mano puede sujetar un objeto (bicicleta), en supinación, comprimirla hacia abajo e incluso apoyarla en pronación.



Figura 10. Pronosupinación antebrazo-hombro.  
Fuente propia.

**3.2.2.7. Biomecánica del Hombro.** El hombro es la articulación proximal del miembro superior más móvil de todas las articulaciones del cuerpo humano, lo cual le permite una orientación del miembro superior en relación a los tres ejes planos del espacio.

El eje principal que se ve involucrado al realizar el gesto técnico en el BMX estilo libre es el eje anteroposterior que va incluido dentro del plano sagital y “permite los movimientos de abducción (el miembro superior se aleja del plano de simetría del cuerpo) y aducción (el

miembro superior se aproxima al plano de simetría) realizados en el plano frontal” (Kapandji, 2007, p. 4).

También se denota en el BMX la abducción y aducción ya que en la primera que consiste en alejar el hombro del plano sagital y la aducción es la que aproxima al cuerpo, “La abducción es un movimiento que consiste en alejar el miembro superior del tronco, su amplitud alcanza los 180° permitiendo que el brazo quede vertical por encima del hombro; dicho movimiento esto asociada a la flexión, que permite la elevación del brazo en el plano del omóplato creando un ángulo de 30° sobre el plano frontal “es el movimiento fisiológico más utilizado, especialmente para llevar la mano a la nuca o a la noca. Este plano corresponde con la posición de equilibrio de los músculos rotadores del hombro” (Kapandji, 2007, p. 8). Se efectúan dichos movimientos cuando la persona acerca su tronco al manillar de la bicicleta sin soltar los agarres del manubrio con las manos, también permite al deportista alejarla en el aire durante la ejecución o vuelta al manillar y acercar nuevamente luego de realizar el gesto en el aire para acomodar su cuerpo en la bicicleta y efectuar un correcto aterrizaje.



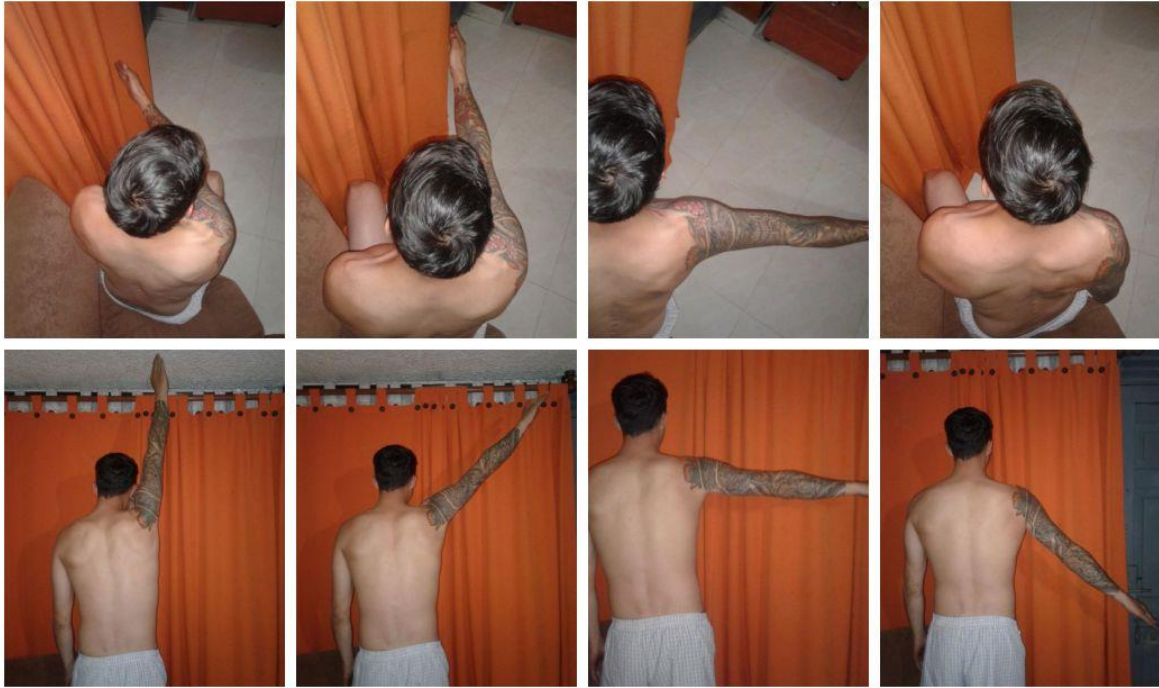


Figura 11. Acción motriz del hombro  
Fuente propia.

**3.2.2.8. Biomecánica articular de la espalda.** “La espalda está compuesta por vertebras, constituidos por huesos cortos apilados los unos sobre otros y móviles los uno en relación a los otros. Este conjunto osteoarticular sirve a la vez de eje al armazón del cuerpo y de protección a la medula espinal (...) de este modo el aparato locomotor del ser humano tiene un eje, el cual es el raquis haciendo referencia a la columna vertebral” (Kapandji, 2007, p. 2).

De este modo el raquis tiene dos mecánicas contradictorios: la rigidez y flexibilidad en donde en su apilamiento de vertebras hay estabilidad debido a su estructura y hay numerosos ligamentos que garantizan la unión entre las distintas piezas. Asimismo está compuesto por cuatro segmentos: el segmento lumbar conformado por 7 vertebras; el segmento torácico o dorsal con 12 vertebras que se desplazan hacia el plano dorsal, el segmento cervical con 5 vertebras que representan una posición casi central y el segmento sacro coccígeo formado por dos partes monobloques, el sacro constituido por la fusión de 5 vertebras que conforman en la cintura



pélvica y el cóccix articulado por el sacro compuesta por 4 a 6 pequeñas vertebras (Kapandji, 2007).

Tomando el raquis como conjunto se podría decir que es una articulación con tres grados de movilidad, en donde se presenta flexo extensión, inclinación lateral a izquierda y derecha y rotación axial, no se presenta a gran magnitud, pero se presenta debido a como se había explicado antes por su estructura. Los movimientos de flexo-extensión se efectúan en el plano sagital; en flexión, ejemplo claro, amarrarse los zapatos sin flexionar la articulación de la rodilla y en extensión mirar el cielo. Del mismo modo en el raquis lumbar, la flexión es 60° y la extensión es de 20°; en el raquis torácico, las amplitudes en flexión son de 45° y en extensión 40°; en el raquis cervical es de 60° en el caso de extensión y de 40° en flexión, con una amplitud total próxima a los 100°. En amplitudes totales del raquis, la flexión total del raquis es de 110° y la extensión total del raquis es de 140°. La suma de estas cifras proporciona la amplitud total de 250°, lo que sobrepasa ampliamente los 180°, que representa el límite en todas las otras articulaciones (Kapandji, 2007). Así que, en el gesto técnico Tailwhip de BMX en plano sagital izquierdo, al recorrer la rampa, la espalda de la persona se encuentra en una semi-extensión a nivel del raquis al inicio de las cervicales, posteriormente en el aire después de flexionar los codos la espalda también se flexiona, mantiene esta posición hasta que nuevamente la bicicleta toca el suelo con las dos llantas.

Los ligamentos estáticos de la columna vertebral son el longitudinal anterior, longitudinal posterior, amarillo, intertransversos, interespinal y supraespinal. Los músculos estabilizadores en la flexión de la columna vertebral son el esternocleidomastoideo, largos del cuello parte oblicua superior, inferior y vertical, largo de la cabeza y recto anterior de la cabeza; en el caso de la extensión los músculos estabilizadores son los músculos esplenio de la cabeza y del cuello, longo

del cuello y de la cabeza. Los músculos estabilizadores de la flexión columna dorso lumbar es el recto del abdomen, oblicuo externo e interno (Molano, 2008).

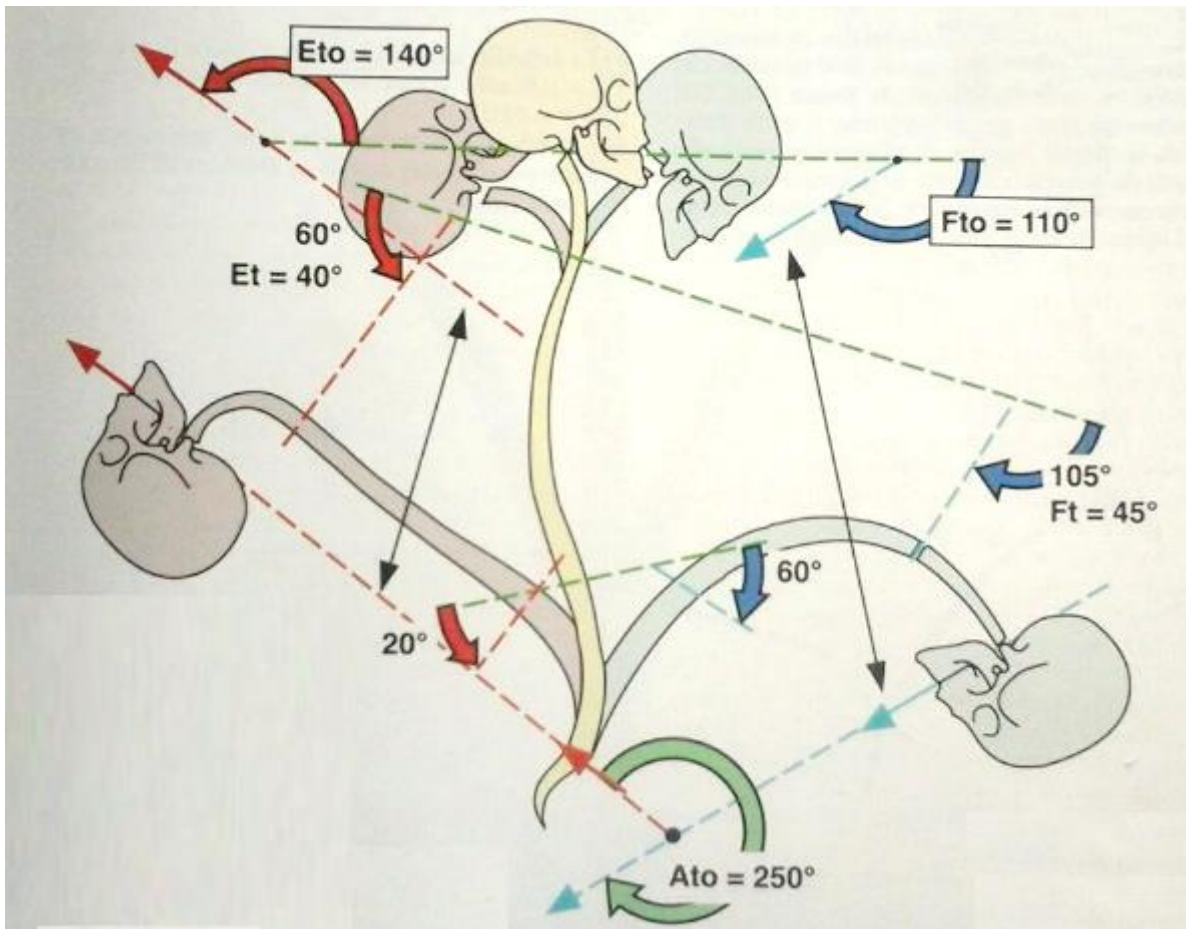


Figura 12. Extensión flechas rojas y flexión flechas color azul de la columna vertebral  
Fuente: Kapandji (2007) p. 390

**3.2.2.9. Biomecánica de la Cadera.** La cadera es una articulación proximal de los miembros inferiores. La cual funciona para orientarlos en todas las direcciones del espacio y posee tres ejes y tres grados de libertad, su articulación es la coxofemoral, esta articulación tiene menos libertad de movimiento comparada con la articulación del hombro, esto la hace más estable y como resultado aumenta la dificultad de luxación (Kapandji, 2007).

Los movimientos de la cadera son realizados gracias a la articulación coxofemoral, estos permiten movimientos de flexión, abducción y aducción. La cadera realiza un trabajo importante al momento de adoptar y adaptar posiciones corporales para la ejecución correcta del gesto

técnico. En la flexión de cadera intervienen los músculos psoas, iliaco, el sartorio, recto anterior, tensor de la fascia lata, el pectíneo, el aductor mediano, el vasto interno, glúteos menor y mediano (Kapandji, 2007). Los cuales son usados en mayor y menor proporción según la fuerza que realice cada uno durante la ejecución del gesto, desde la etapa inicial produce una tensión muscular continua de estos músculos debido a que es un momento previo a la separación y rotación de la bicicleta; se evidencia relajación de estos músculos cuando el elemento no hace contacto con el cuerpo y retoma la tensión una vez se ubican los pies en las bielas o pedales.

La flexión de la cadera es un movimiento que se produce por el contacto de la cara anterior del muslo, con el tronco, de forma que el muslo y el resto del miembro inferior sobrepasan el plano frontal de la articulación, quedando por delante del mismo, su amplitud varía según distintos factores, como lo son: ángulo de flexión y si dicha flexión es simultanea (Kapandji, 2007). En este gesto técnico se realizan movimientos de flexión activa, y existe un caso único dentro del gesto que se realiza flexión pasiva, la flexión activa de la cadera no es tan amplia como la pasiva.



Figura 13. Flexión activa, pasiva y simultanea de la cadera  
Fuente propia.

El grado de flexión de la cadera del deportista en conjunto con la flexión de toda la extremidad inferior (rodilla, tobillo y pie) influye en la altura y esta proporcionalmente vinculado con la distancia que recorre el deportista con la bicicleta. el gesto técnico requiere de una determinada altura en el eje Y (horizontal), y de una distancia recorrida en el eje X (vertical) para su correcta ejecución (ver figura 29. mediciones cinemáticas de la trayectoria parabólica de la bicicleta).

El deportista dentro del movimiento de flexión realiza una separación de los pies, movimiento conocido como abducción, esto se hace necesario para asegurar el balance correcto del cuerpo (Kapandji, 2007). Para amortiguar el impacto que provoca el aterrizaje sumado a la fuerza gravitacional , se evidencia una flexion de cadera pasiva superando los 120° en conjunto con la flexion de los demás miembros inferiores. “Si se flexiona ambas caderas al tiempo de forma pasiva mientras las rodillas tambien estan flexionadas, puesto que a la flexión de las articulaciones coxofemorales se añade la retroversión pélvica borrando la lordosis lumbar” (Kapandji, 2007, pag 14).

De este modo la abducción dirige el miembro inferior hacia fuera y lo aleja del plano de simetria del cuerpo, dentro del gesto técnico, se realizan los movimiento de abducción combinados con la flexión, los músculos que intervienen son el glúteo medio, rotador además de abductor, el glúteo menor, rotador interno del fémur, el sartorio flexor y rotador, y el tensór de la fascia lata (Kapandji, 2007).



*Figura 14.* Abducción de cadera vista posterior  
Fuente propia

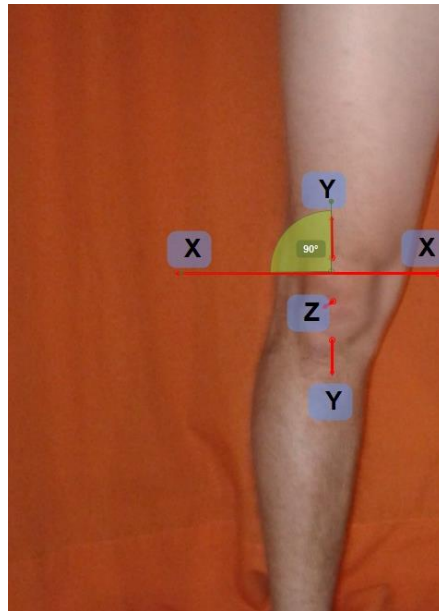
La abducción de la pierna derecha realiza una compensación de peso, debido a que se ubica el marco de la bicicleta dentro del eje corporal izquierdo, y las piernas sirven como contrapeso para no perder la proporción de balance a lo largo de la ejecución.



Figura 15. Imagen izquierda y derecha aducción de cadera vista posterior e imagen centro vista anterior  
Fuente propia.

La aducción lleva el miembro inferior hacia adentro y lo aproxima al plano de simetría del cuerpo, dentro del gesto técnico se presentan movimientos de aducción de una cadera combinado con una abducción de la otra cadera, acompañados de una inclinación de la pelvis y de una incurvación del raquis logrando la máxima amplitud de una aducción que son  $30^\circ$ , la recepción de la bicicleta requiere de una abducción de la extremidad inferior izquierda, para permitir ingresar el marco al eje transversal del deportista (Kapandji, 2007).

**3.2.2.10. Biomecánica de la Rodilla.** Es la composición articular más compleja, es una articulación de un solo grado de libertad la flexo-extensión, que le permite acercar o alejar en mayor o menor medida, el pie de la cadera. La rodilla trabaja principalmente, en compresión bajo la acción de gravedad, posee una gran estabilidad en extensión máxima y utiliza de todos los músculos de origen y de inserción rotular, femoral y peroneo-tibiales (Kapandji, 2007).



*Figura 16.* Ejes de la articulación de la rodilla  
Fuente propia.

En la realización del gesto técnico Tailwhip existe una constante tensión en los músculos del miembro inferior involucrando como articulación principal la rodilla, se evidencia en el 90% de las etapas de la ejecución del gesto. La flexo-extensión es el movimiento principal de la rodilla. Su amplitud angular se mide a partir de la posición de referencia eje de la pierna con el eje del muslo, los músculos que intervienen en la flexión de la rodilla intervienen los músculos bíceps femoral, cuya función es ser extensor del fémur, como flexor de la pierna y rotador externo con la pierna en flexión; los músculos semitendinoso y semimembranoso, los cuales tienen tareas de extensores del fémur, flexores de la pierna y rotadores interno con la pierna en flexión; y los gastrocnemios, cuyo trabajo es ser flexor de la pierna y plantiflexor del pie (Kapandji,2007). La extensión en una etapa determinada del gesto se efectúa gracias al pateo que obliga a extender la articulación, lo cual no es una constante dentro de la realización del gesto.





Figura 17. Flexión de rodilla  
Fuente propia.

**3.2.2.11. Biomecánica del tobillo.** Es la articulación distal del miembro inferior, es una troclea, lo que significa que su movimiento es en una sola dirección, esta articulación realiza sobre sus tres ejes principales movimientos concretos: movimientos perpendiculares, flexoextensión en el plano sagital, abducción y aducción del pie en el plano transversal, pronación y supinación en relación a la planta del pie. (Kapandji, 2007). Dentro de las articulaciones que componen el tobillo, se encuentran la tibio-fibular distal, la cruce talar, la intertarsiana subtalar, la talo-calcáneo-navicular, la calcáneo-cuboidea y la tarso metatarsiana. (Kapandji, 2007, p.84).

Dentro del gesto técnico el tobillo realiza movimientos perpendiculares, flexoextensivos en el plano sagital, de aducción y la planta del pie evidencia pronación y supinación. Esto se realiza dentro de una margen de amplitud muy mínimo, casi indetectable.



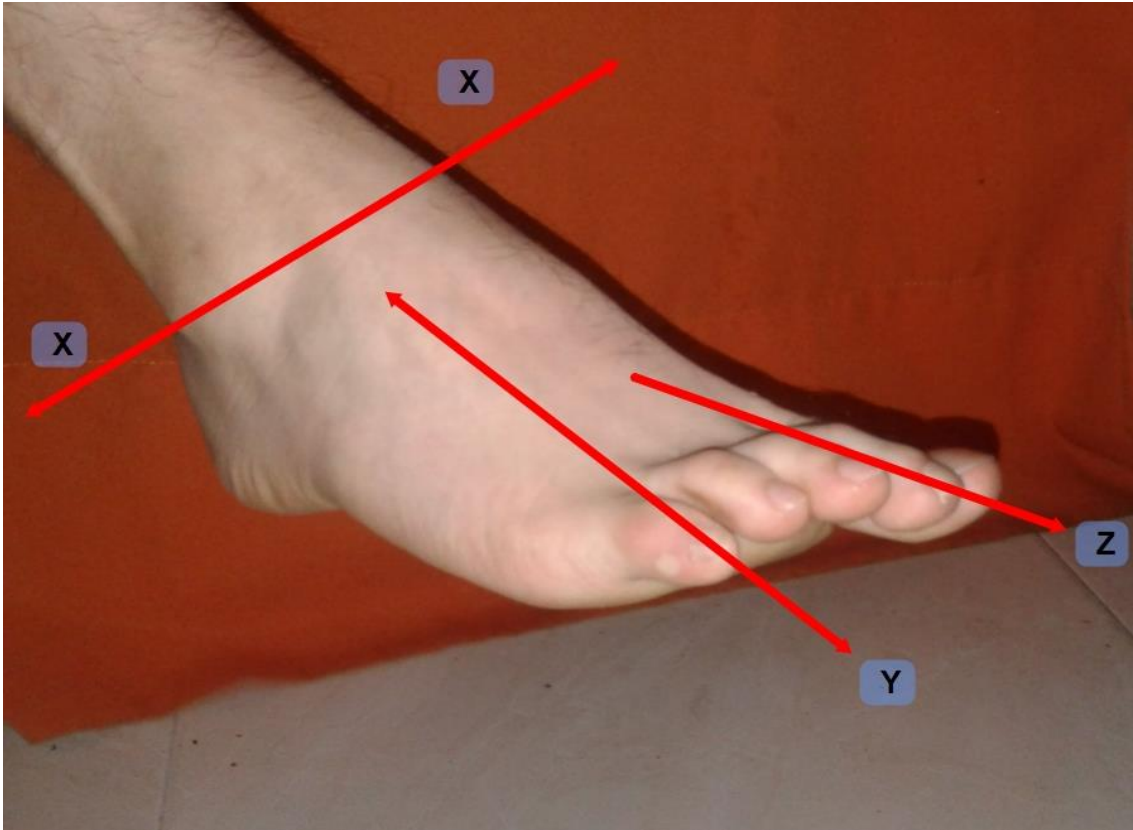


Figura 18. Complejo articular del pie.  
Fuente propia.

La posición de referencia es cuando el pie está perpendicular al eje de la pierna, desde esta posición se puede generar la flexión dorsal o dorsiflexión, cuyo rango de amplitud angular es entre 20° y 30° (Kapandji, 2007).



Figura 19. Posición de referencia del tobillo  
Fuente propia.

La extensión del tobillo o de la articulación tibiotarsiana, realiza el movimiento contrario a la flexión ya que aleja el dorso del pie de la parte anterior de la pierna, y cuyo rango de amplitud angular es de 30 a 50°, un margen mayor que el evidenciado en la flexión del tobillo (Kapandji, 2007).

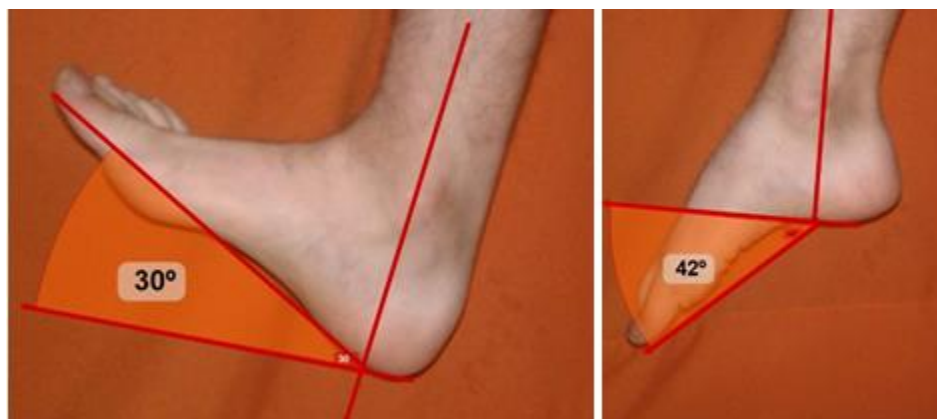


Figura 20. Dorsiflexión e izquierda extensión del tobillo.  
Fuente propia.

La inversión es un movimiento que desplaza de manera lateral al pie usando la articulación tibiotarsiana. Cuando se realiza este movimiento dirige el pie hacia el lado del dedo gordo, actuando como principales músculos el tibial anterior, que además de ser inversor, es plantiflexor y aductor del pie.

La eversión del pie es cuando se desplaza en dirección lateral hacia su dedo meñique, la eversión. En este movimiento intervienen los músculos fibulares largo y corto, los cuales además de evertores, tienen funciones de plantiflexores y abductores del pie (Diaz, 2015).

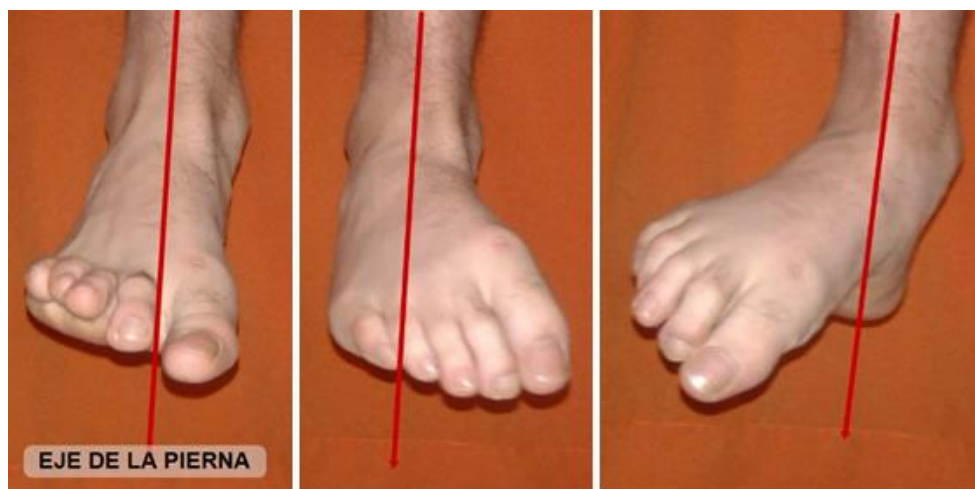


Figura 21. Eje de la pierna vista anterior; inversión del pie; eversión del pie.  
Fuente propia.

**3.2.2.12. Movimiento Circular.** El movimiento en un círculo a velocidad escalar constante se denomina movimiento circular uniforme en donde se puede hallar su velocidad, la cual es el

índice de cambio del ángulo. El objeto que este en movimiento va en círculo con una velocidad constante con un tiempo determinado para realizar cada vuelta, se le denomina periodo a esa vuelta. Durante un periodo, el objeto se mueve a una distancia de:  $2\pi r$ , por lo que su velocidad está relacionada con el radio y tiempo (Tepler y Mosca, 2010).

De la misma manera se presenta la aceleración tangencial o lineal. Un objeto o en el caso del Tailwhip, el marco de la bicicleta que se mueve en un círculo con una velocidad determinada tiene una componente de la aceleración tangente a la trayectoria y una componente en la dirección del radio que se cuenta desde el rotor de la bicicleta, la aceleración centrípeta  $v^2/r$ .

De acuerdo a los planteamientos de Tepler y Mosca (2010):

Cada punto de un cuerpo que gira respecto de un eje fijo, se mueve en un círculo cuyo centro está en el eje de rotación y cuyo radio es la distancia de este punto al eje de rotación. Cualquier línea trazada a partir de este eje que lo una con cualquier punto de rotación, barre el mismo ángulo en el mismo tiempo. La aceleración angular es el ritmo de cambio de a la velocidad angular. Si el ritmo de rotación de un cuerpo crece, la velocidad angular crece. (p. 290)

Es decir que cuando la persona en el gesto técnico Tailwhip, impulsa el marco de la bicicleta con el pie izquierdo en sentido contrario al reloj, inicia un movimiento angular, con un solo periodo debido a que solo da una vuelta y a su vez, con una velocidad determinado por el tiempo que tarda el periodo con una velocidad determinada. Para hallar los valores determinados se realizan las ecuaciones necesarias para la misma.

3.2.2.11.1. *Ecuaciones.* Para hallar la velocidad angular, lineal y aceleración angular de la bicicleta cuando rota el marco en el aire sobre el rotor del presente trabajo se utilizaron las siguientes ecuaciones teniendo en cuenta que el radio es desde el rotor hasta la parte externa de la llanta trasera.



Figura 22. Radio de la bicicleta del rotor al borde externo de la llanta trasera Fuente propia.

$$\text{Velocidad Angular: } \omega = \frac{2 \cdot \pi}{\text{tiempo}}$$

$$\text{Velocidad Lineal o Tangencial: } V_t = \omega \cdot \text{radio}$$

$$\text{Aceleración Angular: } A_a = \frac{\omega}{\text{tiempo}} \quad (\text{Blazevich, 2011})$$

3.2.2.13. **Tiro Parabólico.** Se entiende como tiro parabólico el movimiento de un objeto que se proyecta en el aire con un ángulo de incidencia que se mueve en dirección horizontal y vertical que se pueden representar en un plano cartesiano, en donde la gravedad  $9,81 \text{ m/s}^2$  actúa sobre el componente vertical en el cual la velocidad de proyección influye en el alcance máximo; se tiene en cuenta la altura relativa de la proyección que es la distancia vertical entre el punto de proyección de un objeto y el punto en que aterriza, se distingue entre negativa cuando el punto de proyección está por debajo de la superficie sobre la que aterriza el objeto y positiva cuando sucede lo contrario (Blazevich, 2011).

En el BMX estilo libre se realizan bastantes gestos técnicos en el aire en donde su ángulo de proyección es mayor a 45° debido a que lo que se busca es ganar altura y tiempo para realizarlos.

3.2.1.12.1. *Ecuaciones.* Para hallar datos concretos es necesario utilizar ecuaciones que arrojan datos verídicos sobre datos cinemáticos.

$$\text{Velocidad Inicial: } V_o = \frac{g \cdot \frac{1}{2} t t}{\text{Sen}\theta}$$

$$\text{Velocidad inicial en la Horizontal: } V_oX = V_o \cdot \text{Cos}\theta$$

$$\text{Velocidad inicial en la vertical: } V_oY = V_o \cdot \text{Sen}\theta$$

$$\text{Tiempo total: } Tt = \text{Tiempo 1 (2. Tiempo Subida)} + \text{Tiempo 2}$$

$$\text{Alcance máximo en el eje Y: } Y_{\text{max}} = \frac{V_oY^2}{2 \cdot g}$$

$$\text{Alcance Máximo en el eje X: } X_{\text{max}} = V_oX \cdot Tt$$

$$\text{Tiempo de vuelo: } Ts = \frac{V_oY}{g} \quad (\text{Blazevich, 2011})$$

3.2.2.14. **Centro de Gravedad.** Se halla el centro de gravedad con el fin de determinar el grado de movilidad de las diferentes articulaciones o grandes grupos musculares. Para hallar el centro del cuerpo humano se utiliza el método segmentario propuesto por Blazevich (2011) que consiste en ubicar el centro de gravedad de cada segmento del cuerpo, en el fotograma se coloca una cuadrícula y con esta se forma un plano cartesiano, después se ubican los puntos en la coordenada **x** y se multiplica por el porcentaje del peso de un segmento (cada segmento tiene un porcentaje definido), la suma de los resultados es la coordenada en **x** para ubicar el centro de gravedad; posteriormente se realiza lo mismo con la coordenada **y**, se ubica y se multiplica por el porcentaje del peso de un segmento, se suma y el valor total es la coordenada en **y**, se ubica las dos coordenadas de los resultados finales y se ubican: Ese es el centro de gravedad de la

persona representada en un fotograma. En la siguiente tabla se muestra el valor del porcentaje del peso de cada segmento a multiplicar con la coordenada.

Tabla 2. *Porcentajes de peso por segmentos*  
Fuente: Blazeovich (2011) p. 81

Segmento del Cuerpo	% Del Peso Segmental
Cabeza y Cuello	.079
Tronco	.511
Brazo Superior Derecho	.027
Brazo Inferior Derecho	.016
Mano Derecha	.006
Brazo Superior Izquierdo	.027
Brazo Inferior Izquierdo	.016
Mano Izquierda	.006
Muslo Derecho	.097
Pierna Inferior Derecha	.045
Pie Derecho	.014
Muslo Izquierdo	.097
Pierna Inferior Izquierda	.045
Pie Izquierdo	.014

**3.2.2.15. Palancas.** Se denomina palanca a una barra simple y rígida, en donde el cuerpo humano se asimila a la estructura de la mayoría de los huesos largos sin embargo se incluyen algunos del cráneo que actúan de cierta manera como palanca. Esta barra rígida se compone de tres partes fundamentales, las cuales son: el fulcro o el punto en torno al cual gira una palanca, de este modo la parte de la palanca comprendida entre el fulcro y el punto de aplicación de fuerza se conoce como brazo de fuerza y la que sitúa entre el fulcro y el punto de aplicación de la carga se

denomina brazo de carga. Dependiendo de donde se ubique el fulcro, los brazos de carga y fuerza, se clasifican los tipos de palanca: en la primera el fulcro se encuentra en medio de los brazos de carga y fuerza; en la segunda clase el fulcro se encuentra ubicado en un extremo y la fuerza aplicada en el otro con la carga situada entre ambos y la tercera el fulcro está en un extremo, la carga en el otro y la fuerza aplicada en medio.

De este modo retomando la unificación del tema de palancas y los huesos, en el cuerpo se presenta, en donde los fulcros suelen encontrarse en las articulaciones, la carga es el peso del cuerpo o una resistencia externa y la fuerza suele ser producto del esfuerzo muscular. Las palancas de primera clase se emplean para equilibrar algún peso, las de segunda clase se puede comparar cuando la persona se levanta con apoyo de los dedos del pie, los metatarsianos son el punto de apoyo o fulcro, la carga es el peso del cuerpo y el brazo de fuerza es la distancia comprendida entre la inserción de los músculos de la pantorrilla en el calcáneo y las cabezas de los metatarsianos. Por último, la palanca de tercer grado se podría similar a la del brazo, en donde el fulcro es el codo, el peso es la mano y el antebrazo sostenido y la fuerza la proporciona el bíceps; el brazo de carga es la distancia entre el codo y el centro de la masa del antebrazo (Palastanga, Field y Soames, 2000).

Así que, en el gesto técnico Tailwhip suceden palancas a destacar de segundo y tercer grado, en el pie que se apoya en el pedal y las manos que sostienen el manillar en donde los huesos son los brazos de las palancas, las articulaciones que unen dos piezas óseas que su función se asimila a la de una bisagra, los tendones que transportan la fuerza generada por el musculo y luego los ligamentos que funcionan para reforzar las uniones de las estructuras óseas. Todo correlacionado para que se puedan ejecutar movimientos transmitiendo la fuerza y ahorrando energía.

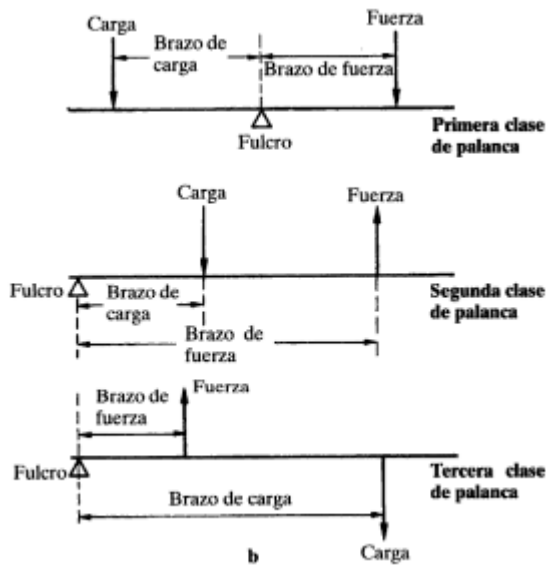


Figura 23. Clasificación de palancas según su ubicación del fulcro, carga y fuerza.  
Fuente: Palastanga, Field y Soames (2000) P. 18

### 3.2.3. Programas computacionales de análisis.

**3.2.3.1. Skillspector Versión 1.2.3.** Es un programa de análisis de videos en donde se encuentra una persona o un objeto en movimiento, digitaliza las imágenes que luego son transformadas en un cuadro de animación. Es posible combinar toda la información cinemática, vídeo y animación en un análisis completo, dado que conociendo la posición de un movimiento en cada imagen en la secuencia de vídeo es posible calcular información, como la velocidad, aceleración, centro de masa, el ángulo, la velocidad angular y así sucesivamente (Brond, 2009).

Utilizando la herramienta se digitaliza los movimientos de la persona ejecutando el gesto técnico Tailwhip y se modela la bicicleta para así posteriormente analizar sus movimientos de forma animada y llegar a comprender donde se ubica su centro de masa.

**3.2.3.2. Kinovea Versión 0.8.15.** Es un programa de edición de videos diseñado para analizar videos deportivos y fotogramas (contenido de un video en un tiempo fraccionado) con



el fin de estudiar características, encontrar falencias para posteriormente mejorar la técnica. Se pueden estudiar videos en donde se presente la coordinación, el ritmo y el movimiento que puedan ser objeto de análisis y mejora. En el caso del gesto técnico Tailwhip, por medio del programa se refleja el tiempo real de duración de movimientos seleccionados representado por segundos y milisegundos, la trayectoria de la bicicleta o sus ruedas, comportamiento de las extremidades del cuerpo, entre otros. Dentro de las características de Kinovea, las funciones más utilizadas son comparar dos videos de forma simultánea para encontrar diferencias en la ejecución deportiva, sincronizar dos videos para ver un mismo evento/ejecución desde diferentes puntos de vista, marcar partes de los videos con comentarios para trabajar con ellos posteriormente, marcar la trayectoria de la persona y ampliar una parte del video para ver con más detalle un movimiento o efecto en concreto. (Ministerio de educación Buenos Aires, 2015, p. 4)

#### **4. Marco Metodológico**

##### **4.1 Tipo de investigación**

El tipo de investigación del presente trabajo es de corte mixto, Hernández, Fernández y Baptista (2010) afirma “La investigación mixta es un nuevo enfoque e implica combinar los métodos cuantitativo y cualitativo en un mismo estudio”. (p. 31). Debido a que se toman datos cuantificables del gesto técnico Tailwhip en ejecución, tiempo total de ejecución y luego fraccionado por fases de movimiento, velocidades alcanzadas, distancias máximas en Y y en X, etc., para posteriormente describir las variables que explican sus cambios y movimientos, seguido de la comprensión de los mismos.

Asimismo, para Hernández et al. (2010) este tipo de investigación tiene un diseño estructurado, precede a la recolección de datos basada en instrumentos estandarizados y a su vez

se construye otros datos durante la realización del estudio. Sin embargo, en términos cuantitativos la naturaleza de los datos es basada en datos numéricos en donde los tipos de datos son confiables y duros; de este modo se realiza análisis de los resultados cuantitativos describiendo información. De esta manera para completar, de acuerdo a Creswell (como se citó en Pereira, 2011):

Argumenta que la investigación mixta permite integrar, en un mismo estudio, metodologías cuantitativas y cualitativas, con el propósito de que exista mayor comprensión acerca del objeto de estudio. Aspecto que, en el caso de los diseños mixtos, puede ser una fuente de explicación a su surgimiento y al reiterado uso en ciencias que tienen relación directa con los comportamientos sociales. (p. 17)

Y de acuerdo con la organización que el autor plantea, señala que se puede organizar de diferentes maneras, de las cuales se destaca la “estrategia secuencial exploratoria” en donde señala que los resultados cualitativos los usa para explicar los cuantitativos, el énfasis es explorar un fenómeno.

#### **4.2 Enfoque de la investigación.**

El BMX estilo libre es un deporte urbano con escasez de información escrita del mismo, lo que genera que tampoco se encuentren documentos de planes metodológicos de enseñanza para sus gestos técnicos destacados y/o escritos que expliquen la incidencia de los movimientos de los practicantes. De este modo la investigación tiene un enfoque de tipo exploratorio correlacional, en donde los estudios exploratorios investigan problemas poco estudiados, en este caso la modalidad BMX estilo libre en donde se indaga desde una perspectiva innovadora, ayuda a identificar conceptos promisorios y prepara el terreno para nuevos estudios, estima tentativamente que se generen otras investigaciones partiendo de la información que se plasma

en el presente documento. Y correlacional, puesto que se relacionan variables cinemáticas y descripciones de movimiento que se encuentran con los análisis biomecánicos del gesto técnico Tailwhip, para posteriormente observar la relación que existen entre ellas y crear un plan metodológico de enseñanza basado en los resultados (Hernández et al., 2010).

Asi mismo Arias (2006) afirma “la investigación exploratoria es aquella que se efectua sobre un tema desconocido o poco estudiado, por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto” (p. 23). Y en la correlacional “se miden las variables y luego mediante pruebas de hipotesis correlacionales y la aplicación de tecnicas estadisticas, se estima la correlación” (p.25).

#### **4.3 Fases de la investigación.**

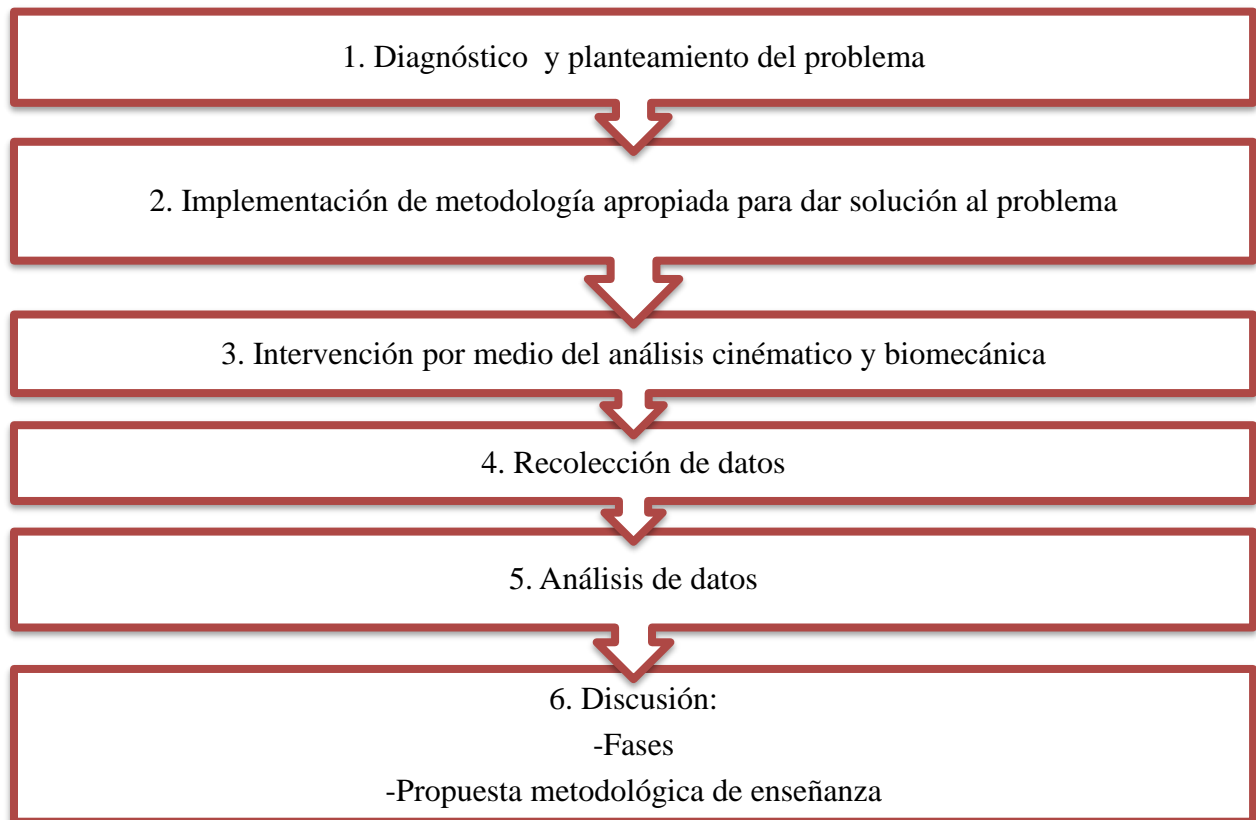


Figura 24. Fases de la investigación.

Para realizar el presente trabajo primero se definió el problema basado en que el BMX estilo libre es una modalidad considerada como un deporte callejero, en donde por medio de la experiencia del practicante muestra, se evidenció que las metodologías de aprendizaje en los parques y proyectos de la alcaldía es netamente empírico, y de este modo originando que no haya estudios o escritos sobre cómo realizar gestos técnicos basados en análisis científicos, es por esto que se consideró que la manera más adecuada para solucionar dicho problema fuera la elaboración de un plan metodológico de enseñanza de un gesto técnico específico, basado en análisis del gesto en ejecución hallando datos cinemáticos y biomecánicos que caracterizan el movimiento, el cual se consideró pertinente escoger el gesto técnico denominado Tailwhip ya que este tipo de movimiento dentro de la categoría de los gestos técnicos simples es el que emplea mayor movilidad articular, de esta manera se estableció que la pregunta problema del proyecto es ¿Cuáles son las características cinemáticas del gesto técnico Tailwhip de BMX estilo libre, que permiten diseñar una metodología de enseñanza?, después se establecen objetivos que guíen la investigación de manera organizada, el general es Diseñar un plan metodológico para la enseñanza del gesto técnico Tailwhip del BMX estilo libre basados en los análisis biomecánicos a través de la utilización de programas computacionales de análisis: Kinovea y Skillpector aplicados a un deportista con 8 años de práctica en dicha modalidad ciclística. De este modo se plantean objetivos específicos que colaboran con la elaboración del trabajo.

Consecutivamente se construye el marco teórico en el cual se colocan las modalidades del BMX estilo libre, los gestos técnicos básicos, las fases de movimiento del gesto a analizar, el Tailwhip, medidas de la bicicleta, biomecánica deportiva aplicada al BMX, biomecánica de las articulaciones utilizadas en el gesto, centro de gravedad, tiro parabólico, movimiento

angular y palancas; Información obtenida de varios autores que establecieron libros o tesis de pregrado referente al tema que colaboran con el análisis de cada una de las variables.

Posteriormente se establece que el instrumento más conveniente es la observación videográfica del deportista ejecutando el gesto técnico Tailwhip, por medio de una cámara Canon Rebel con definición Full HD y los programas computacionales Skillpector y Kinovea que permitieron el análisis del hallazgo del centro de gravedad, tiempos para el hallazgo de datos cinemáticos propios del tiro parabólico y el movimiento angular y el análisis cualitativo del movimiento en ejecución. Para poder caracterizar de manera adecuada el movimiento, de acuerdo a la experiencia del ejecutante en los análisis cuantitativos se caracteriza el movimiento en cuatro momentos, de los cuales fueron: primero, recorrido en el plano horizontal y rampa de impulso, segundo, trayectoria parabólica de la bicicleta, tercero, medición velocidad angular, velocidad lineal y aceleración angular del gesto técnico en el aire y por último aterrizaje. Por otra parte, en el hallazgo del centro de gravedad se tuvieron en cuenta 10 fotogramas generalizando el gesto; posteriormente se establecen 8 fases de las cuales fueron: posición inicial, desplazamiento en la zona de despegue, separación del elemento, braceo y pateo, equilibrio, recepción de la bicicleta, finalización del movimiento angular y por último fase de aterrizaje. Las cuales se escogieron 3 fotogramas de cada una y permitieron analizar las mediciones angulares por segmentos corporales en el plano transversal superior (espalda, hombro, codo, mano y muñeca) y luego inferior (cadera, rodilla y tobillo). Luego permitieron estas fases, que se analizaran aquellos movimientos describiendo las cualidades incidentes de movimiento.

Posteriormente con los datos obtenidos, analizados y organizados se establecen 5 fases compuesta por subfases en el cual cada una con características cuantitativas y cualitativas, se diseña un plan metodológico de enseñanza del gesto técnico.

#### 4.4. Población y muestra

Debido a que la investigación de la presente monografía es exploratoria-correlacional, en donde se estudia un tema que no ha sido trabajado o analizado, en este caso el gesto técnico Tailwhip, lo realiza solo una persona, en el cual a través del desarrollo de los análisis se identifican conceptos y variables promisorias y suficientes, que se relacionan entre sí para dar resultados y con estos construir un plan metodológico de enseñanza. El deportista de BMX estilo libre cuenta con 8 años de práctica, en la siguiente tabla se relaciona datos personales y características físicas del individuo.

Tabla 3. *Información deportista, datos personales y características físicas*

Nombre del deportista	David Aldana Pérez
Edad	22 años
Estatura	1,74 metros
Masa Corporal	68 kilogramos
I.M.C.	22,46
Clasificación según I.M.C.	Peso normal
Somatotipo	Ectomorfo
Tiempo de entrenamiento	8 años
Torneos locales	15
Torneos nacionales	3

#### 4.5. Instrumentos y técnicas de recolección de datos.

Se utilizó como instrumento de recolección de datos: la observación videográfica, en donde se observó al deportista de muestra ejecutando el gesto técnico Tailwhip, por medio de una cámara Canon Rebel T3i con definición Full HD, sistema de 9 puntos de autoenfoco de alta precisión, resolución máxima de 10,8 pixeles y disparo continuo de 3.7 cuadros por segundo,

junto con los programas computacionales “Kinovea” y “Skillspector”, el primero permitió realizar diferentes mediciones de fotogramas, y el segundo cuya función es facilitar el análisis del movimiento cinemático. Para comprender más las funciones de dichos programas, se explican a continuación las herramientas utilizadas del programa de cada uno.

En Kinovea se utilizaron las herramientas añadir una imagen clave, desplazamiento, mostrar comentario, texto, lápiz, línea, marcador circular, marcador en cruz, ángulo, cronómetro, cuadrícula de perspectiva, lupa, color. En donde a continuación se muestra como se visualiza en el programa.



*Figura 25.* Herramientas Kinovea: 1. Añadir una imagen clave; 2. Desplazamiento; 3. Mostrar comentario; 4. Texto; 5. Lápiz; 6. Línea; 7. Marcador circular; 8. Marcador en cruz; 9. Ángulo; 10. Cronómetro; 11. Cuadrícula de perspectiva; 12. Lupa; 13. Color

El primero se utiliza para establecer imágenes o fotogramas de análisis, el desplazamiento para seleccionar un objeto para desplazarlo donde se desee, cuando se selecciona “texto” se abre una ventana con el tiempo exacto del video y un cuadro para dejar un comentario, el lápiz se utilizó para establecer el momento en que el rotor se mantiene en el eje horizontal, la opción “Línea” se manejó para hacer líneas rectas verticales y/u horizontales, en el caso del análisis del tiro parabólico para establecer el eje Y y el eje X; con la herramienta marcador circular se logró establecer cuando la llanta trasera inició el giro del marco de la bicicleta y en que momento finalizó. Con el “ángulo” se seleccionó el punto de origen de donde se desea medir el ángulo y acomodar los extremos con el puntero del mouse, en el caso de la investigación sirvió para hallar el ángulo de incidencia del proyectil en el tiro parabólico y la movilidad de las articulaciones. El cronómetro que contabiliza el tiempo por fotogramas o directamente aplicado a la duración del

video, sirvió para establecer duración de cada fase de movimiento, rotación del marco, tiempo de vuelo, de subida y con estos datos obtener velocidades en el eje Y y X, velocidad inicial, velocidad angular, lineal y por ende sus aceleraciones. La lupa para hacer acercamientos a la imagen que se muestra en la pantalla.

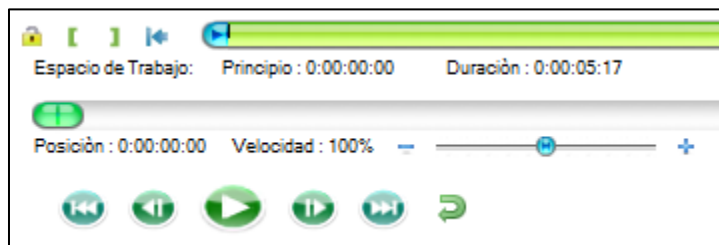


Figura 26. Herramientas de Kinovea espacio de trabajo.

De la misma manera se utiliza las herramientas de color verde de la figura 26 para reproducir el video, para visualizar el fotograma en la pantalla, en el tiempo que se desee, con esto se pudo establecer que fotograma se analizaba y colocar los ángulos, líneas, entre otros que anteriormente se explicaron.

Por otra parte, en Skillspector conociendo la posición de un movimiento en cada cuadro / imagen en la secuencia de vídeo es posible calcular la información como velocidad, aceleración, centro de masa, el ángulo, la velocidad angular y así sucesivamente. Es posible cambiar la secuencia de digitalización de calibración y movimiento. Solo es importante para saber que si la calibración es digitalizada antes del movimiento la transformación tiene que realizarse manualmente en el menú. En Skillspector es posible combinar toda la información cinemática, vídeo y animación en un análisis completo. Al navegar en el video es posible seguir la progresión de la información cinemática y animación del movimiento.

El análisis de movimiento basado en video comienza con la grabación del movimiento y el objeto de calibración. Para los estudios en 3D se utilizan solo dos videos que pueden ser tomados directamente desde el programa u obtenerlos del disco duro de la computadora, el primer video



es sobre la realización del gesto técnico y el segundo sobre la envergadura del cuerpo del deportista.

Para trabajar con la cinemática del cuerpo humano es necesario simplificar el cuerpo que se puede utilizar en Skillspector. En el programa el cuerpo humano se simplifica en un modelo compuesto por posiciones del cuerpo que de nuevo se compone en segmentos. Posiciones que podrían ser el dedo del pie, tobillo, rodilla, hombro y así sucesivamente, donde los segmentos del tren superior, podrían ser el pie, mano, parte superior del brazo, muslo y así sucesivamente.

El proceso de análisis de movimiento basado en video consta de los siguientes pasos: Primero la grabación de vídeo del objeto de movimiento y calibración: Se debe realizar un video en AVI2 sobre la ejecución del gesto y otro video sobre la envergadura del deportista.

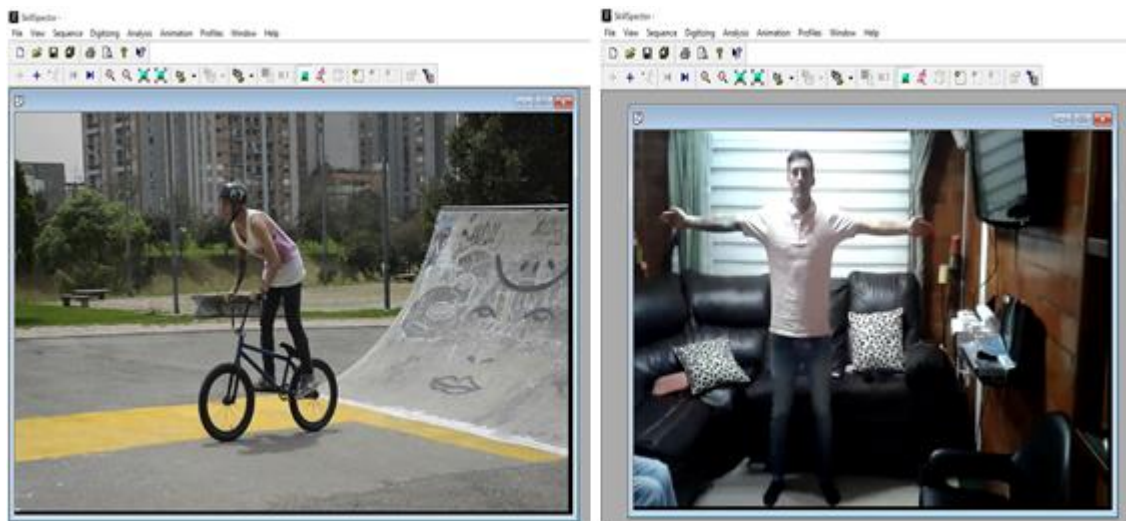


Figura 27. Visualización del video, envergadura del deportista en Skillspector.

Después se realiza la digitalización del modelo humano:

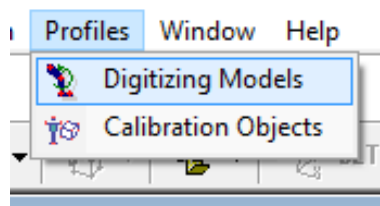


Figura 28. Herramienta digitalización en Skillspector

En la digitalización del modelo se selecciona el plano del cuerpo del deportista que se va analizar y los puntos segmentales necesarios para dicho análisis.

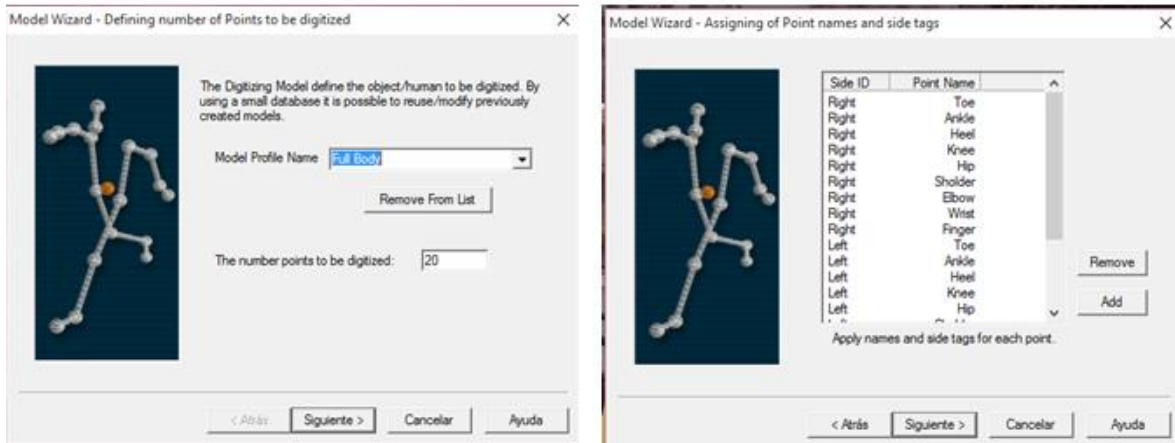


Figura 29. Herramienta ubicación puntos segmentales Skillspector

Definición del objeto de calibración:

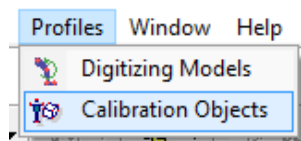


Figura 30. Herramienta definición objeto de calibración en Skillspector

En la calibración del objeto se colocan los datos del deportista, en este caso la altura.

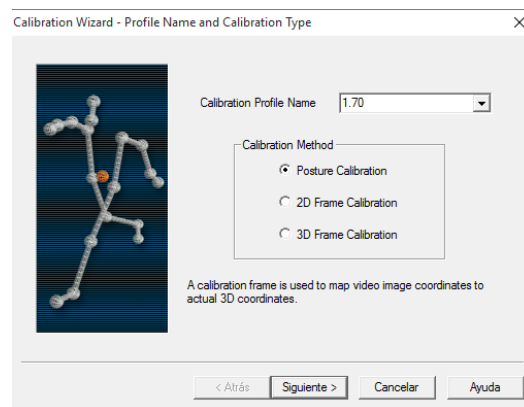


Figura 31. Herramienta datos del deportista para calibración Skillspector.

Luego, en la digitalización del modelo en cada fotograma-imagen de la secuencia de video, se digitalizan los puntos del segmento corporal en cada imagen del gesto técnico.

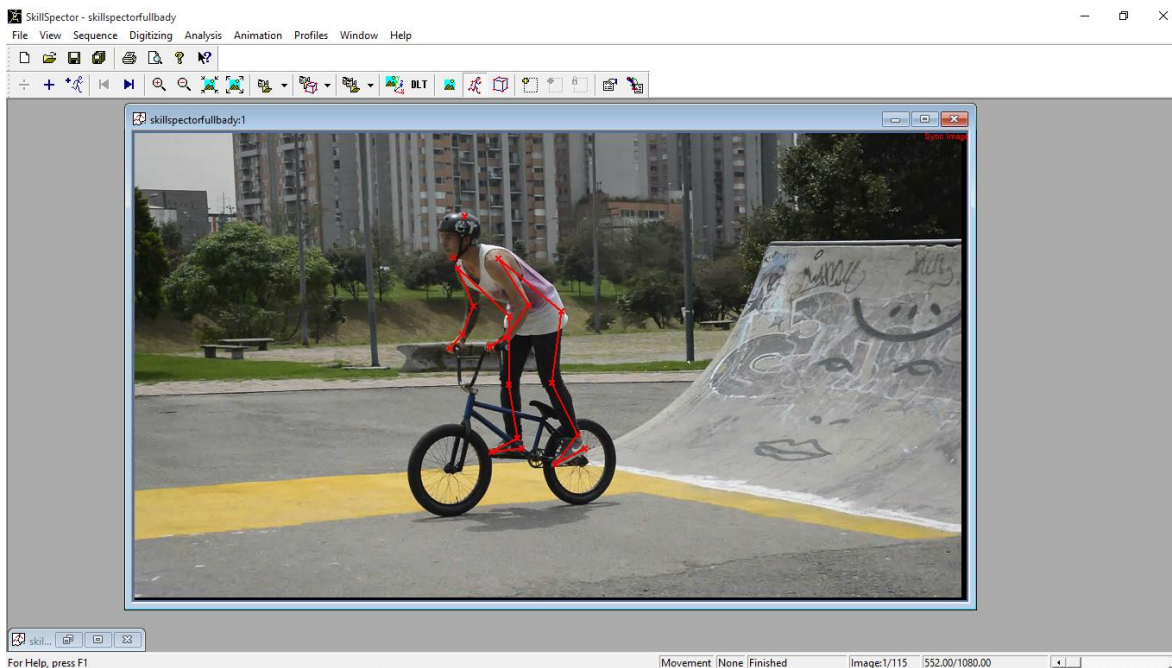


Figura 32. Digitalización puntos de calibración

Enseguida se digitalizan de los puntos de calibración con base a la envergadura del deportista. Después se transforman los datos de movimiento en coordenadas 3D.

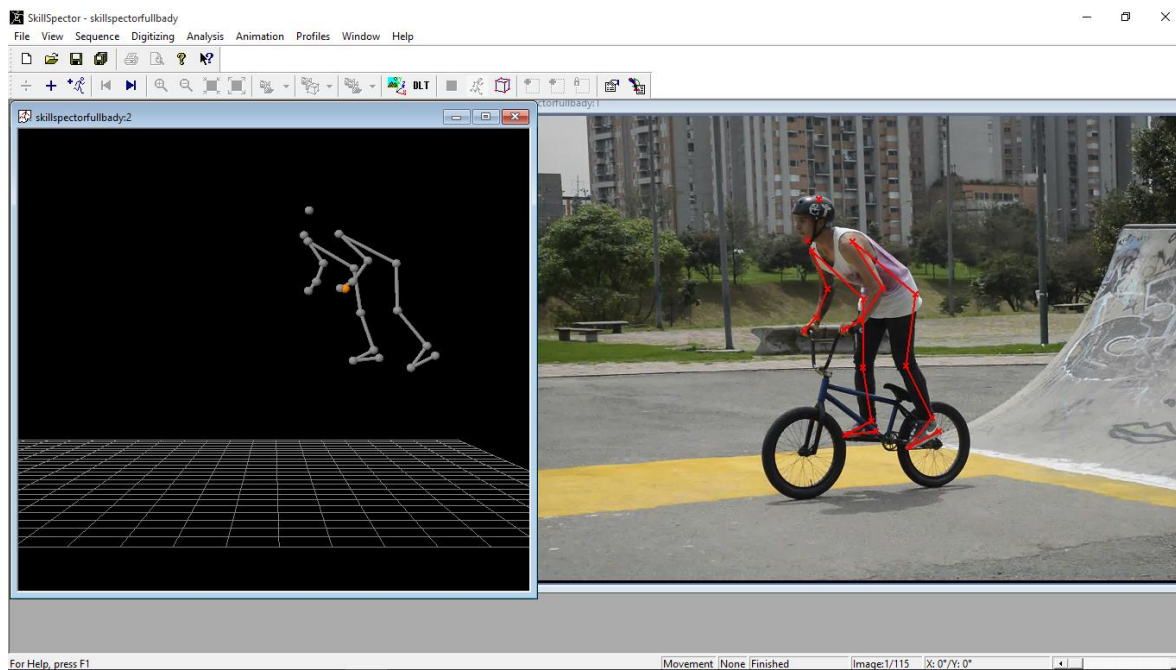


Figura 33. Transformación datos de movimiento en coordenadas.

Al realizar la digitalización de cada uno de los puntos necesarios en todas las imágenes del gesto técnico y de la envergadura del deportista, se realiza el modelado en 3D en el cual se evidencia el centro de gravedad (punto amarillo).

## **5. Resultados.**

La presentación de los resultados que se muestran a continuación se dividen en datos cuantitativos y cualitativos en donde se encontrarán fotogramas con una descripción en la parte inferior, tablas que organizan los datos e información que se correlaciona para generar así los datos de la discusión.

### **5.1. Técnica de análisis resultados.**

Para el proceso de análisis de resultados se realizaron tomas de video en el plano sagital hemicuerpo izquierdo durante la ejecución del gesto técnico Tailwhip del BMX estilo libre, en el cual para los resultados se analizan primero los datos cuantitativos y posteriormente los cualitativos, para los datos cinemáticos se divide el movimiento en cuatro momentos, se analizan con apoyo de la utilización de los programas computacionales Kinovea y Skillspector para hallar con la herramienta del cronometro diferentes datos cinemáticos, luego se divide el gesto de acuerdo en la experiencia de la persona muestra en 8 fases, observando en las diferentes, el comportamiento de flexión, extensión, abducción y aducción correspondiente a la observación del segmento corporal, igualmente las medidas en cuanto a velocidad lineal y angular, distancia recorrida, aceleración, alcance máximo en el eje vertical y horizontal, centro de gravedad del deportista y del elemento, tiempo total de la ejecución. Para los datos cualitativos se describen las características de movimiento e influencia de ciertos factores.

## 5.2. Análisis datos cuantitativos

### 5.2.1. Descripción trayectoria plano horizontal, parabólica, momento angular y aterrizaje.

Cuando se recorrió distancia en el plano horizontal el sujeto alcanzó una velocidad de 7,06 m/s gracias a que recorrió 41 metros en 5,80 segundos; luego en la rampa de impulso que mide 2,76 metros, duró 0,26 segundos antes de generar el ángulo de incidencia de  $61^\circ$ , en donde la bicicleta no toca más la superficie en 0,40 segundos después desde que la llanta delantera toca la rampa. Posteriormente en el aire dura 0,20 segundos antes de iniciar a girar el marco de la bicicleta en el rotor. Con las ecuaciones debidamente aplicadas, la bicicleta alcanza una altura máxima de 1,93 metros, en el eje horizontal 4,2 metros, influenciado por su velocidad inicial de 7,05 m/s alcanzando una velocidad en eje vertical de 6,16 m/s y en el eje horizontal de 3,31 m/s.

De igual manera en el aire la acción motriz más destacada del gesto es la rotación del marco de la bicicleta, a este movimiento denominado momento angular alcanzó una velocidad angular de 9,5 rad/s con una velocidad tangencial o lineal de 10,05 m/s y aceleración de 14,39 rad/s<sup>2</sup> durando 0,86 segundos hasta que la llanta trasera se alinea con el eje. Cuando se encuentra en el aire, se puede destacar que el rotor se mantiene en el eje horizontal por 0,16 segundos. Desde que se genera el ángulo de proyección y la llanta delantera toca la rampa de caída el gesto técnico dura 1,26 segundos. Posteriormente la bicicleta aterriza sobre un plano inclinado de 4,67 metros con un ángulo de  $20^\circ$ , durando su recorrido en él, 0,53 segundos.



### 5.2.1.1. Recorrido en el plano horizontal y rampa de impulso.

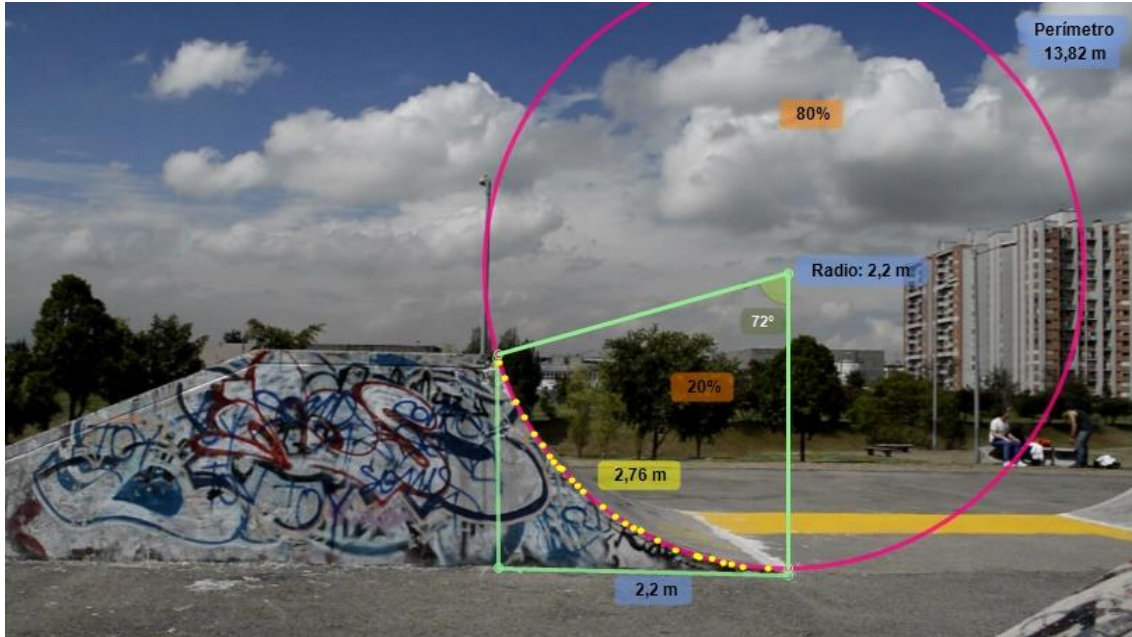


Figura 34. Distancia rampa de despegue basada en datos matemáticos

Para hallar la distancia de la rampa, con la medición del radio se halla el perímetro con la ecuación  $2 \cdot \pi \cdot \text{radio}$ , en donde el radio corresponde a 2,2 metros y el  $\pi$  ó número pi es de 3.14, posteriormente con el ángulo  $72^\circ$  se saca el porcentaje, el cual fue de 20% tomando de esta manera el porcentaje correspondiente a los 13,82 metros del perímetro genera un resultado de 2,76 metros. El radió se halló con apoyo de un metro sobre la estructura.



Figura 35. Tiempos del sujeto en recorrer la rampa inicial para generar ángulo de trayectoria de la bicicleta.

Antes de iniciar el recorrido en la primera rampa el deportista alcanzó una velocidad en el plano horizontal (suelo) de 7,06 m/s debido a que recorrió 41 metros y tardó 5,80 segundos, posteriormente en la rampa recorre 2,76 metros y dura 0,26 segundos para generar el ángulo de proyección en donde la bicicleta no toca más superficie de la misma en 0,40 segundos desde que la llanta delantera toca la rampa.

### 5.2.1.2. Trayectoria parabólica de la bicicleta

Tabla 4. Ecuaciones hallazgo trayectoria, ángulo de incidencia, velocidad inicial, velocidad en eje x y y, alcance máximo vertical y horizontal, tiempo de vuelo y total del gesto técnico Tailwhip

Variable	Formula y resultado
$\theta$ Angulo de incidencia del proyectil	$61^\circ$
$V_o$ =Velocidad Inicial	$V_o = \frac{g \cdot \frac{1}{2} t t}{\text{Sen}\theta}$ $V_o = \frac{9,8 \text{ m/s}^2 \cdot \frac{1}{2} 1,26 \text{ s}}{\text{Sen } 61^\circ} = \frac{9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 0,63 \text{ s}}{0,87} = 7,05 \text{ m/s}$
$V_oX$ = Velocidad inicial en la horizontal	$V_oX = V_o \cdot \text{Cos}\theta$ $V_oX = 7,05 \text{ m/s} \cdot \text{Cos } 61^\circ = 3,41 \text{ m/s}$
$V_oY$ = Velocidad inicial en la vertical	$V_oY = V_o \cdot \text{Sen}\theta$ $V_oY = 7,05 \text{ m/s} \cdot \text{Sen } 61^\circ = 6,16 \text{ m/s}$
G= Gravedad	$9,8 \text{ m/s}^2$
$Y_{\text{max}}$ = Alcance máximo en el eje Y	$Y_{\text{max}} = \frac{V_oY^2}{2 \cdot g}$ $Y_{\text{max}} = \frac{6,16 \text{ m/s}^2}{2 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2} = \frac{37,9456 \text{ m}^2/\text{s}^2}{19,6 \text{ m/s}^2} = 1,93 \text{ m}$
$X_{\text{max}}$ = Alcance Máximo en el eje X	$X_{\text{max}} = V_oX \cdot Tt$

	$X_{max} = 3,41 \text{ m/s} \cdot 1,26 \text{ s} = 4,2 \text{ m}$
Tiempo de Vuelo	$T_s = \frac{V_{oY}}{g}$
	$T_s = \frac{6,16 \text{ m/s}}{9,8 \text{ m/s}^2} = 0,62 \text{ s}$
Tiempo total	1,26 seg

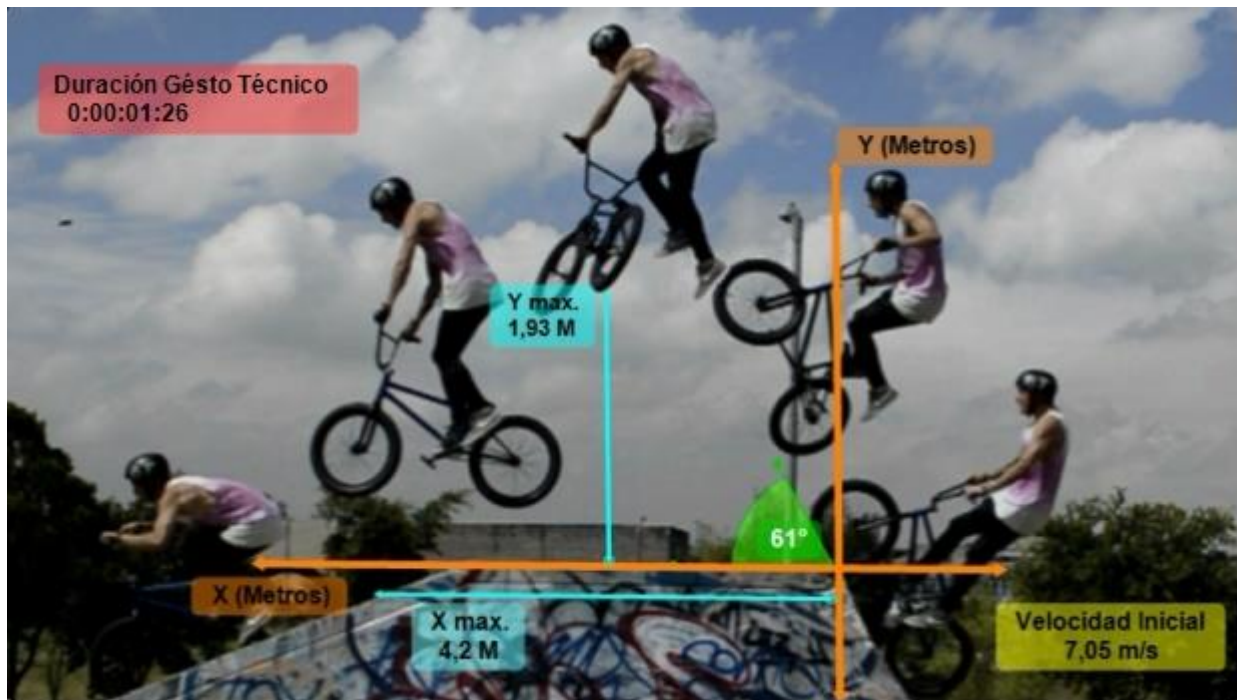


Figura 36. Mediciones cinemáticas de la trayectoria parabólica de la Bicicleta.

La trayectoria de la bicicleta alcanza una altura máxima de 1,93 metros inferior al alcance en el eje horizontal de 4,2 metros, influenciado por la velocidad con la que inició de 7,05 m/s y el ángulo inicial de proyección de 61° debido a su anterior recorrido en la rampa de subida de 2,76 metros. Alcanzando una velocidad en el eje vertical de 6,16 m/s y en el eje horizontal de 3,41 m/s. Desde el momento en que se genera el ángulo de proyección y la llanta delantera toca la rampa de caída el gesto técnico dura 1,26 segundos.



**5.2.1.3. Medición velocidad angular, velocidad lineal y aceleración angular del gesto técnico en el aire.**

Tabla 5. Ecuaciones hallazgo velocidad angular, lineal y aceleración en el giro del marco de la bicicleta en el aire.

Variable	Formula y Resultado
Velocidad Angular	$\omega = \frac{2. \pi \text{ rad}}{\text{tiempo}}$ $\omega = \frac{2. \pi \text{ rad}}{0,66 \text{ s}} = 9,5 \text{ rad/s}$
Velocidad Lineal o Tangencial	$Vt = \omega. \text{radio} \quad Vt = 9,5 \text{ rad/s}. 1,44 \text{ m} = 13,68 \text{ m/s}$
Aceleración Angular	$Aa = \frac{\omega}{\text{tiempo}} \quad Aa = \frac{9,5 \text{ rad/s}}{0,66 \text{ s}} = 14,39 \text{ rad/s}^2$



Figura 37. Fotograma secuencia del momento angular del gesto técnico Tailwhip en el aire.

Se evidencia y se intenta explicar en la figura el movimiento más definido del gesto técnico, el cual consiste en que la persona en el aire sujeta la bicicleta de los agarres del manubrio con las manos y tiempo posterior el marco gira con eje de rotación el rotor, progresivamente los segmentos corporales se mueven agrupadamente y en el aire el sujeto retoma un posición inicial similar en el aire.

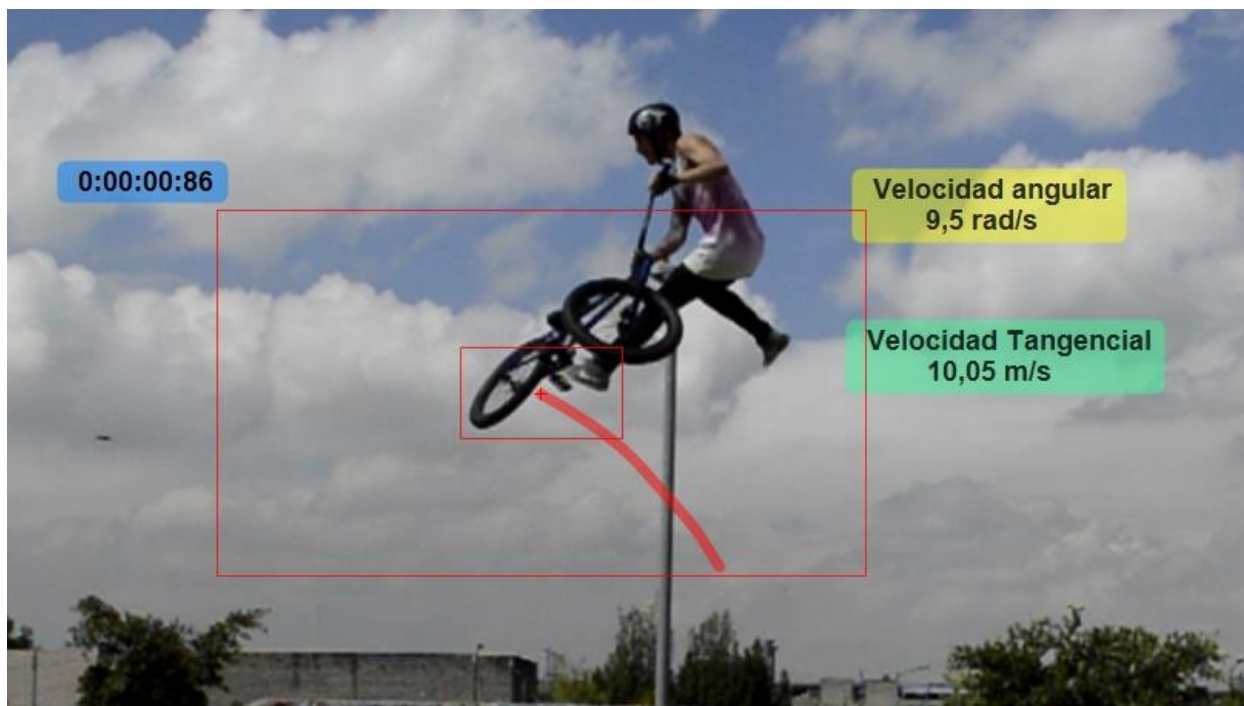


Figura 38. Mediciones cinemáticas del momento angular de la bicicleta en el gesto técnico Tailwhip

El momento angular se da cuando la persona con ayuda de la pierna izquierda da un impulso a la llanta trasera, ocasionando que gire el marco de la bicicleta, sobre un eje, en sentido contrarreloj, en este caso el rotor es el eje. Para que se realice con éxito el giro en el aire se generó una velocidad angular de 9,5 radianes/segundos con una velocidad tangencial de 10,05 m/s y según los cálculos con una aceleración de  $14,39 \text{ rad/s}^2$ . El cual tardó 0,86 segundos hasta que la llanta trasera se alineara con el eje.



Figura 39. Tiempo posterior al proyectarse el ángulo para realizar momento angular

Después de que la llanta delantera generara el ángulo de proyección, antes de iniciar a girar el marco de la bicicleta en el rotor tarda 0,20 segundos después de salir de la rampa, es decir que la persona tan pronto perciba que se encuentra en el aire puede iniciar a generar el momento angular.

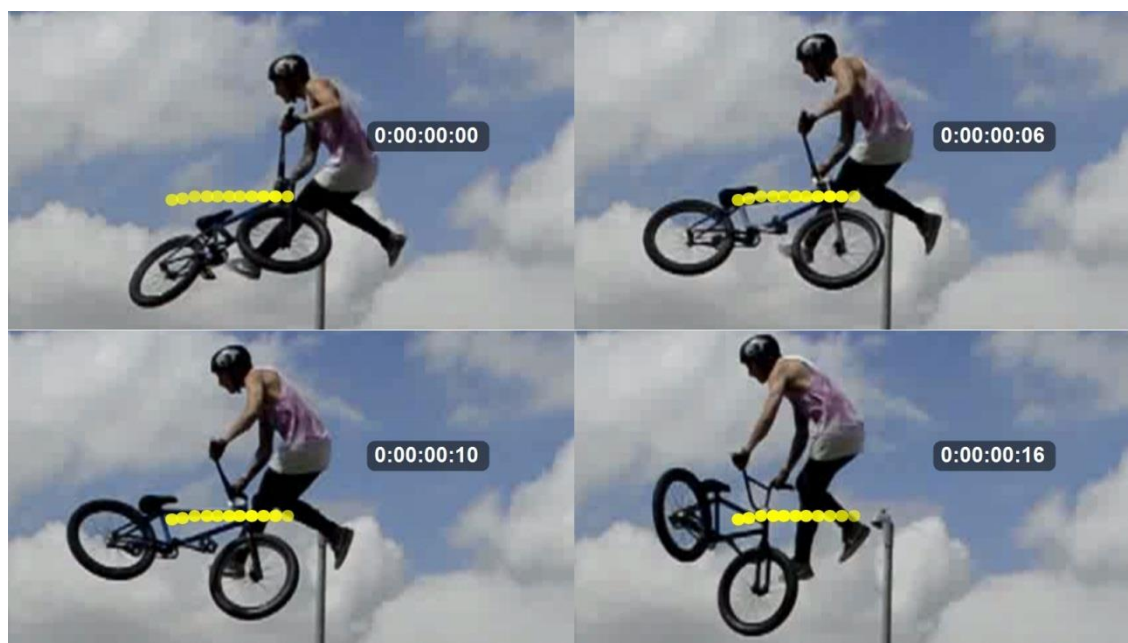


Figura 40. Tiempo en que el rotor se mantiene en el mismo eje horizontal durante un tiempo determinado.

Dentro del momento angular, durante 0,16 segundos el rotor de la bicicleta mantiene la misma altura e indica que es la mayor distancia alcanzada en el eje Y.

#### 5.2.1.4. Aterrizaje

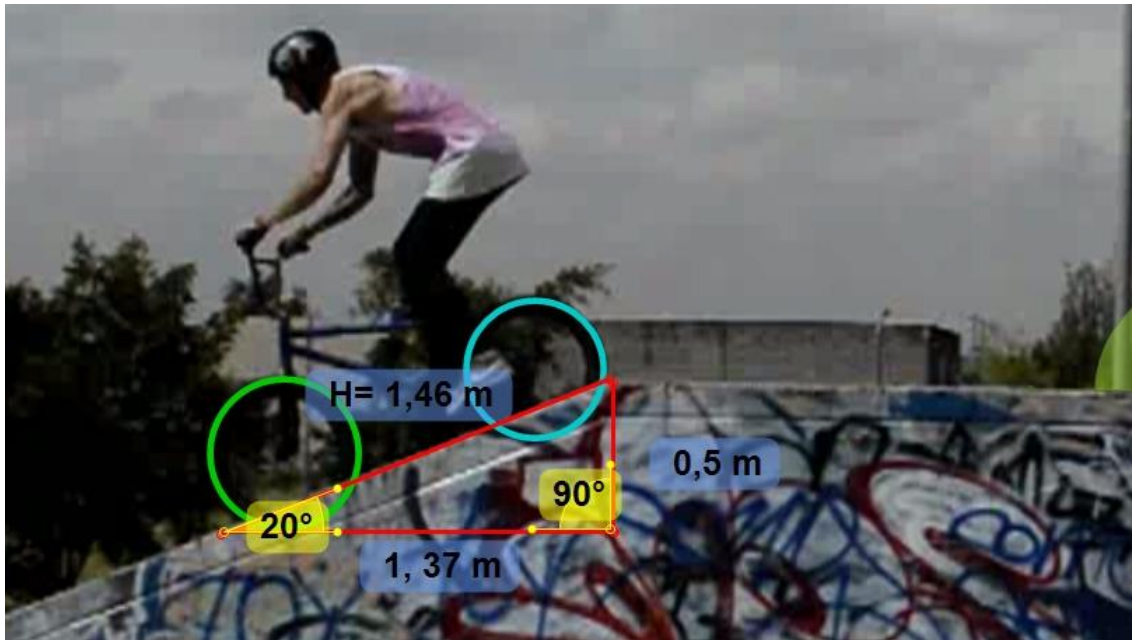


Figura 41. Medición distancia recorrida según teorema de Pitágoras

Para hallar la distancia recorrida en la rampa descendente se retoma la teoría de Pitágoras, que expresa la relación entre la hipotenusa como el lado más largo y los catetos del triángulo; basta con conocer la longitud de un lado del triángulo, en este caso el cateto de 0,5 metros y un ángulo agudo  $20^\circ$ , para posteriormente calcular los otros lados y ángulos. De igual forma se confirma si los datos son verídicos debido a que la suma de todos los ángulos interiores de un triángulo suma  $180^\circ$ ; Con apoyo de una calculadora se pueden suplir los valores de sen, cos o tan (Blazevich, 2007). Aplicando la ecuación correcta quedaría de la siguiente manera:

$$\text{Hipotenusa} = \frac{0,5 \text{ m}}{\text{sen } 20^\circ} = 1,46 \text{ m}$$

$$1,46 \text{ m} \cdot \text{cos } 20^\circ = 1,37 \text{ m}$$





Figura 42. Tiempo recorrido de la bicicleta posterior a la realización del gesto técnico Tailwhip.

Posteriormente a la realización del gesto técnico en el aire, la bicicleta aterriza sobre un plano inclinado que tiene un ángulo de  $20^\circ$ , el cual dura 0,53 segundos, y de acuerdo al teorema de Pitágoras recorrió 4,67 metros.

**5.2.2. Centro de gravedad del sujeto realizando gesto técnico Tailwhip.** Para hallar el centro de gravedad se utiliza el método de Blazeovich y posteriormente se verifica el resultado realizando el modelado del cuerpo humano en el programa computacional Skillspector. A continuación, se evidenciará fotogramas de las fases de movimiento en donde se realizó el procedimiento anteriormente descrito y su respectivo análisis del comportamiento del mismo.



Figura 43. Ubicación centro de gravedad del sujeto en la realización del gesto técnico Tailwhip, fotograma 1.

En la figura anterior se evidencia que el Centro de Gravedad (C.G) basado en el resultado de Skillspector se ubica en la zona femoral, más exactamente sobre el segmento medial del fémur de la pierna derecha, que a su vez se alinea en el eje Y con el mentón del sujeto, con el eje de rueda trasera y con el tobillo de la pierna izquierda. Dentro del eje X se alinea con el eje de dirección y con la parte superior de la rueda delantera evidenciando así que en el momento previo al despegue las extremidades inferiores se ubican dentro de la zona de C.G, mientras que las extremidades superiores están fuera de la zona, aún existe el contacto de ambas ruedas con la rampa, por lo tanto, los codos y rodillas están semiflexionados.



Figura 44. Ubicación centro de gravedad del sujeto en la realización del gesto técnico Tailwhip, fotograma 2.

En esta imagen el C.G continua en la zona femoral, más exactamente sobre el segmento medial del fémur de la pierna derecha, dentro del eje Y aún está alineado al mentón del sujeto, se alinea con la parte baja de los antebrazos y también a la rodilla de la pierna izquierda, el centro

de gravedad mantiene en el mismo punto del cuerpo comparado a la posición de la imagen anterior. En el eje X su alineación se ubica en la articulación de la cadera y en el borde superior de la rueda delantera, además de alinearse al borde del eje de dirección, se conservan la extremidades inferiores dentro del cuadro de agrupación del lado izquierdo mientras las superiores aun no ingresan , para este momento es importante no ejercer fuerzas superiores en extremidades para que sea el tronco quien distribuya de manera correcta el peso, ya que en esta posición tanto codos como rodillas están muy cerca de la extensión total.



Figura 45. Ubicación centro de gravedad del sujeto en la realización del gesto técnico Tailwhip, fotograma 3.

En esta imagen el C.G continúa en la zona femoral, más exactamente sobre el segmento medial del fémur de la pierna derecha, dentro del eje Y aún está alineado al mentón del sujeto, se alinea con la parte baja de los antebrazos, a la rodilla y con el tobillo de la pierna izquierda, el centro de gravedad mantiene en el mismo punto del cuerpo comparado a la posición de la imagen anterior. En el eje X su alineación se ubica bajo la articulación de la cadera y el borde superior de la rueda delantera, además de alinearse al borde del eje de dirección, se conservan la extremidades inferiores dentro del cuadro de agrupación del lado izquierdo mientras las superiores aun no ingresan , para este momento es importante no ejercer fuerzas superiores en extremidades para que sea el tronco quien distribuya de manera correcta el peso, ya que en esta posición tanto codos como rodillas están muy cerca de la extensión total y los pies ya no se apoyan en los pedales, ya existe momento de separación con el elemento.



Figura 46. Ubicación centro de gravedad del sujeto en la realización del gesto técnico Tailwhip, fotograma 4.

En la figura 46 el C.G. continúa en la zona femoral, ubicado sobre el segmento inferior del fémur de la pierna derecha e izquierda, previo al momento del pateo el CG, se alinea con respecto a las piernas, la cadera no realiza flexión y las rodillas se aproximan; dentro del eje Y aún está alineado por debajo del mentón del sujeto, se alinea con la parte baja del antebrazo derecho y en la muñeca del brazo izquierdo, atraviesa el empeine de la pierna izquierda, el centro de gravedad cambia su ubicación en el cuerpo comparado a la posición de la imagen anterior. En el eje X su alineación se ubica bajo la articulación de la cadera y el eje de la rueda delantera, además de cruzar el borde del eje de dirección, se conservan las articulaciones inferiores dentro del cuadro de agrupación del lado izquierdo mientras las superiores aún no ingresan, para este momento es importante ejercer fuerza de separación del manillar que permite una distancia prudente para patear el marco de la bicicleta, en esta posición tanto codos como rodillas están flexionados para iniciar el movimiento rotacional del marco.





Figura 47. Ubicación centro de gravedad del sujeto en la realización del gesto técnico Tailwhip, fotograma 5.

En la figura 47 el C.G asciende a la parte superior de la pierna izquierda en la zona femoral, ubicado cerca de la rodilla y al el segmento inferior del fémur de la pierna izquierda, este es el momento del pateo donde el CG se alinea con el codo derecho, el hombro izquierdo y la rodilla izquierda, la cadera realiza amplia flexión y las rodillas se alejan; dentro del eje Y está alineado con el cuello del sujeto, se alinea con en la zona medial del antebrazo izquierdo, el centro de gravedad cambia su ubicación en el cuerpo comparado a la posición de la imagen anterior. En el eje X su alineación se ubica por debajo la articulación de la cadera y muy por encima del eje de la rueda delantera, además de cruzar paralelo el borde del eje de dirección, se ubican las articulaciones inferiores del hemicuerpo izquierdo únicamente dentro del cuadro de agrupación del lado izquierdo mientras que ni las del hemicuerpo derecho ni las extremidades superiores ingresan , para este momento es importante mantener la fuerza de separación del manillar que permite una distancia prudente para que continúe la rotación del marco de la bicicleta, en esta posición los codos se flexionan y la rodilla derecha, la rodilla izquierda realiza extensión total.

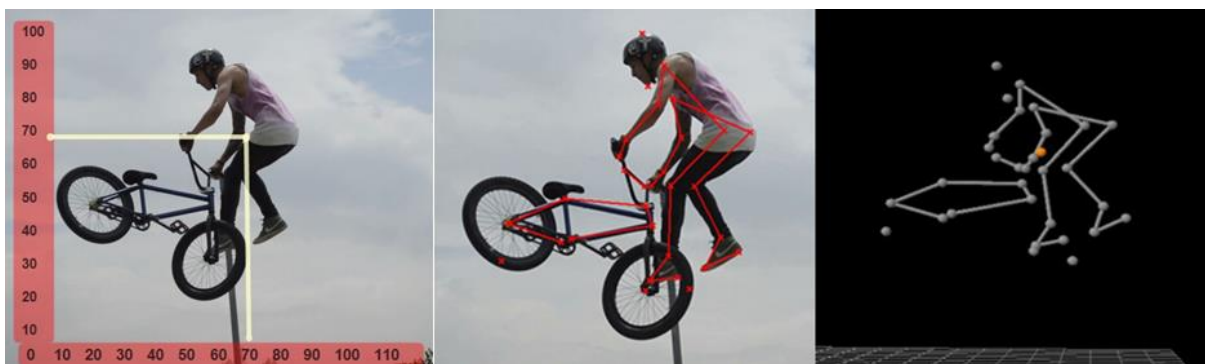


Figura 48. Ubicación centro de gravedad del sujeto en la realización del gesto técnico Tailwhip, fotograma 6.

En esta imagen el C.G se desplaza y se ubica entre la parte superior de la rodilla izquierda y el segmento medial del antebrazo derecho, este es el momento del pateo donde el CG se aproxima demasiado a la bicicleta compensado la carga ejercida por la rotación así que se puede decir que en este punto la maza de la bicicleta influye en la ubicación del C.G y por lo tanto se entiende para este momento la bicicleta como una extensión del cuerpo, la cadera reduce considerablemente su flexión y las rodillas se aproximan nuevamente; dentro del eje Y está alineado con el eje de la pierna izquierda del sujeto y con toda la línea de la cintura escapular, se alinea también con la zona medial del antebrazo derecho, el centro de gravedad cambia su ubicación en el cuerpo comparado a la posición de la imagen anterior. En el eje X su alineación se ubica por debajo la articulación de la cadera y por encima de la bicicleta, el marco de la bicicleta está por debajo y paralelo al centro de gravedad, se ubican las articulaciones del hemicuerpo inferior izquierdo y la articulación de la muñeca derecha únicamente dentro del cuadro de agrupación del lado izquierdo mientras que las del hemicuerpo inferior derecho continúan fuera, para este momento es importante mantener la fuerza de separación del manillar que permite una distancia prudente para que continúe la rotación del marco de la bicicleta la cual está muy cerca del sujeto en compensación de la carga ejercida por la bicicleta, en esta posición

los codos presentan abducción, también se flexionan junto con la rodillas, la bicicleta supera una rotación de 180°.



Figura 49. Ubicación centro de gravedad del sujeto en la realización del gesto técnico Tailwhip, fotograma 7.

En la figura 49, el C.G se mantiene en relación al análisis anterior y se ubica en la parte superior de las rodillas y la muñeca derecha, en este momento del pateo el CG se aproxima demasiado a la bicicleta incluso queda por encima del manillar compensado la carga ejercida por la rotación así que se puede decir que en este punto la maza de la bicicleta influye en la ubicación del C.G y por lo tanto se entiende para este momento la bicicleta como una extensión del cuerpo, la cadera reduce al máximo su flexión y las rodillas se aproximan nuevamente; dentro del eje Y está alineado con el pie derecho del sujeto y con toda la línea de la cintura escapular, el centro de gravedad no cambia su ubicación en el cuerpo comparado a la posición de la imagen anterior. En el eje X su alineación se ubica por debajo la articulación de la cadera y por encima de la bicicleta, se ubican las articulaciones del hemicuerpo inferior izquierdo y derecho dentro del cuadro de agrupación del lado izquierdo a excepción del tobillo izquierdo que se mantiene fuera de este cuadro, para este momento es importante conservar la fuerza de ubicación del manillar que permite una distancia prudente para que continúe la rotación del marco de la bicicleta la cual está muy cerca del sujeto en compensación de la carga ejercida por

la bicicleta, en esta posición los codos presentan abducción, también se flexionan junto con la rodillas, la bicicleta completa una rotación de 270°.



Figura 50. Ubicación centro de gravedad del sujeto en la realización del gesto técnico Tailwhip, fotograma 8.

En la figura 50 el C.G se eleva con respecto al momento anterior, esto debido a la fuerza gravitacional que se ejerce sobre la bicicleta, por tanto entre mayor sea el descenso de la bicicleta el C.G se nivela buscando el punto medio entre segmentos de masa, y se ubica en la parte superior de las rodillas y la muñeca derecha, este es el momento del giro rotacional donde el CG se aproxima demasiado a la bicicleta compensado la carga ejercida por la rotación así que se puede decir que en este punto la maza de la bicicleta influye en la ubicación del C.G y por lo tanto se entiende para este momento la bicicleta como una extensión del cuerpo, la cadera reduce al máximo su flexión y las rodillas se aproximan nuevamente; dentro del eje Y está alineado con el tobillo derecho del sujeto, que coincide con el punto de contacto inicial con la bicicleta, y con toda la línea de la cintura escapular, se alinea además con el agarre del manillar derecho con el sillín de la bicicleta, el centro de gravedad no cambia su ubicación en el cuerpo comparado a la posición de la imagen anterior. En el eje X su alineación se ubica por debajo la articulación de la cadera y por encima de la bicicleta, se ubican las articulaciones del hemicuerpo inferior derecho dentro del cuadro de agrupación del lado izquierdo, para este momento es importante conservar la fuerza de ubicación del manillar que permite una distancia prudente para que continúe la

rotación del marco de la bicicleta la cual está muy cerca del sujeto en compensación de la carga ejercida por la bicicleta, en esta posición los codos presentan reducción de su abducción, que también se flexionan junto con la rodillas, la bicicleta completa una rotación cercana a los 360°.



Figura 51. Ubicación centro de gravedad del sujeto en la realización del gesto técnico Tailwhip, fotograma 9.

En la figura 51 el C.G se eleva con respecto al momento anterior, esto debido a la fuerza gravitacional que se ejerce sobre la bicicleta, por tanto entre mayor sea el descenso de la bicicleta el C.G se nivela buscando el punto medio entre segmentos de maza, y se ubica en la parte superior de las rodillas y la muñeca derecha, este es el momento del giro rotacional donde el CG se aproxima demasiado a la bicicleta compensado la carga ejercida por la rotación así que se puede decir que en este punto la maza de la bicicleta influye en la ubicación del C.G y por lo tanto se entiende para este momento la bicicleta como una extensión del cuerpo, la cadera realiza flexión por lo tanto las rodillas se separan nuevamente; dentro del eje Y está alineado con el pie derecho del sujeto, que coincide con el punto de contacto inicial con la bicicleta, y con toda la línea de la cintura escapular, se alinea además con el agarre del manillar derecho, el centro de gravedad cambia su ubicación en el cuerpo comparado a la posición de la imagen anterior ya que ahora se ubica muy por encima de la pierna derecha y se evidencia este posicionamiento en la articulación de la rodilla izquierda. En el eje X su alineación se ubica por debajo la articulación de la cadera y por encima de la bicicleta, sin embargo se encuentra paralelo al manillar, se

ubican las articulaciones del hemicuerpo inferior y superior fuera del cuadro de agrupación del lado izquierdo, para este momento es importante conservar la fuerza de ubicación del manillar que permite una distancia prudente para que se detenga la rotación del marco de la bicicleta la cual está muy por debajo del sujeto finalizando así el gesto técnico, en esta posición los codos presentan reducción de su abducción y extensión, y la rodilla derecha se extiende por completo mientras la izquierda se flexiona para posicionarse de manera correcta en el pedal, la bicicleta completa una rotación de 360°.

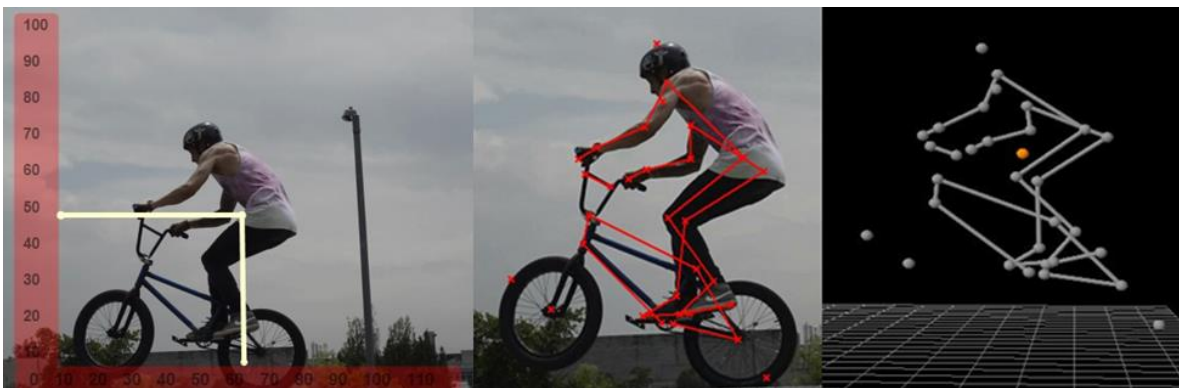


Figura 52. Ubicación centro de gravedad del sujeto en la realización del gesto técnico Tailwhip, fotograma 10.

En la figura 52 el C.G se nivela buscando el punto medio entre segmentos de maza con respecto al momento anterior, esto debido a la fuerza gravitacional que ejerce la bicicleta al finalizar el gesto, la cadera no realiza flexión por lo tanto las rodillas se aproximan nuevamente; dentro del eje Y está alineado con el pie derecho del sujeto, que coincide con el punto de contacto inicial con la bicicleta, y con toda la línea de la cintura escapular derecha, se alinea además con el codo derecho, el centro de gravedad cambia su ubicación en el cuerpo comparado a la posición de la imagen anterior ya que ahora se ubica por encima de ambas piernas. En el eje X su ubicación se alinea por debajo la articulación de la cadera y por encima del eje de dirección, sin embargo se encuentra paralelo al manillar, no se ubican las articulaciones del hemicuerpo inferior ni superior dentro del cuadro de agrupación del lado izquierdo, para este



momento es importante la posición de la manos sobre el manillar que permite una distancia prudente entre el rostro y el manillar finalizando así el gesto técnico, en esta posición los codos presentan abducción y flexión, y las rodillas se flexionan como soporte a la caída, ambos pies ya están soportados sobre los pedales y la bicicleta completa una rotación de 360°.

### 5.2.3. Palancas en el gesto técnico



Figura 53. Palanca de segundo grado en el tobillo en el gesto técnico Tailwhip

Cuando el sujeto coloca los pies sobre los pedales y este movimiento ocasiona el pedaleo, se genera una palanca de segundo género, en donde el apoyo o fulcro son los metatarsos y falanges del pie, la resistencia se encuentra en la articulación tibio-peroné y la fuerza la genera el músculo gastrocnemio con origen epicóndilo lateral y medial del fémur con una inserción en el tendón calcáneo y el músculo sóleo con origen en la cara posterior y tercio superior de fíbula con inserción en el tercio medio cara posterior del calcáneo, junto con sus terminaciones tendinosas que permiten la movilidad. También cuando la persona se encuentra en el aire y posterior a realizar el giro del marco, coloca nuevamente sus pies en los pedales, para generar nuevamente la palanca cuando aterriza y ejerce fuerza sobre el pedal. Por otra parte, cuando se encuentra en

el aire, posterior al despegue con la bicicleta, la persona ejerce una fuerza sobre la llanta trasera con el pie izquierdo para que el marco gire, es allí donde ocurre nuevamente ocurre una palanca de segundo grado en la misma articulación con una aducción involucrando también el músculo tibial anterior.

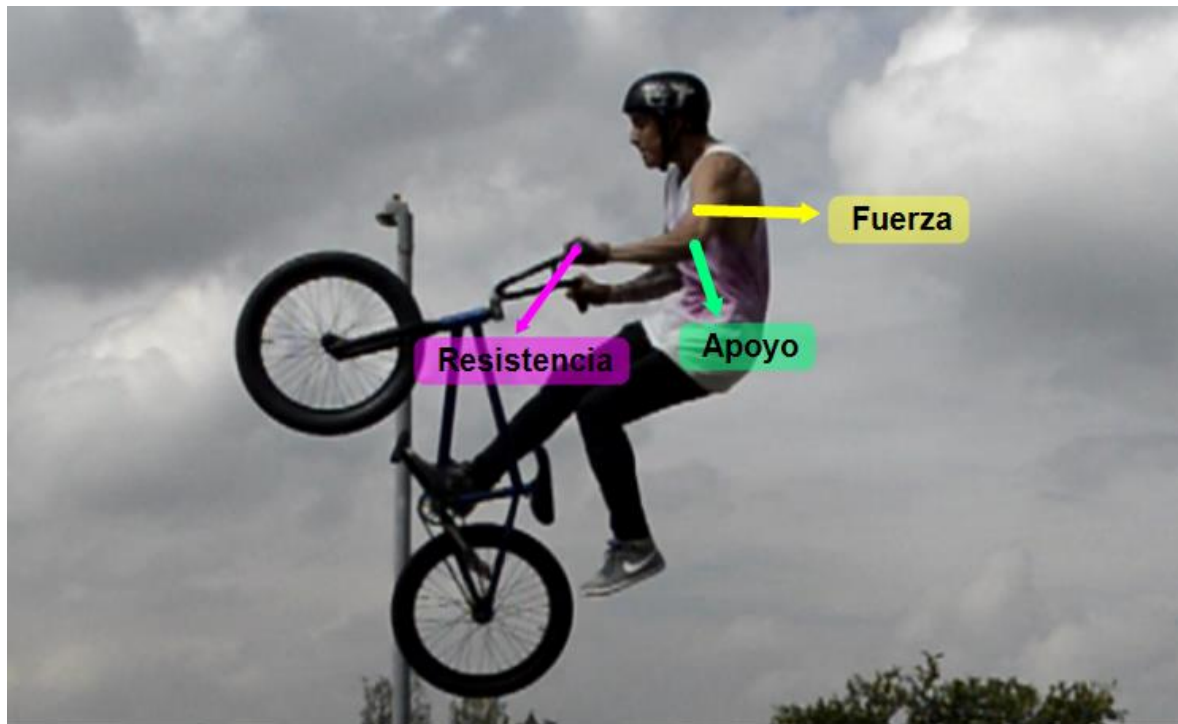


Figura 54. Palanca de tercer grado en el codo en el gesto técnico Tailwhip

El sujeto se encuentra suspendido en el aire cuando va a realizar el giro del marco de la bicicleta, es allí donde sus manos que sujetan el manillar y sus codos que se encuentran en extensión se van flexionando con la palanca que sucede en el momento clasificada segundo grado, debido a que la resistencia es el manillar de la bicicleta, el punto de apoyo o fulcro es la articulación del codo, el brazo de carga es la distancia entre el codo y el centro de masa del antebrazo y la mano, el brazo de fuerza es la distancia entre la articulación del codo y la inserción del bíceps, y la fuerza la musculatura flexora del codo: el bíceps braquial con una inserción en la tuberosidad del radio, el braquial anterior con una inserción en el proceso



coronoides de la ulna y el braquiorradial o supinador lardo con una inserción en el apófisis estiloides del radio.

#### 5.2.4. Movimientos en el plano transversal superior e inferior

##### 5.2.4.1. Mediciones angulares por segmentos corporales en el plano transversal superior.

Se establecen fases de movimiento, en donde se analiza en cada fase el ángulo y su cambio por medio de fotogramas.

5.2.4.1.1. *Medición angular de la espalda.* Se calcula el ángulo expresado en grados a 29 fotogramas dividido en sus fases correspondientes. Su medición se obtiene desde la articulación de la cadera a la finalización de las vértebras torácicas.



Figura 55. Medición angular de flexión en la columna vertebral de la fase posición inicial.

En la primera fase, denominada fase preliminar, la columna vertebral se flexiona con una amplitud de  $46^\circ$ , posteriormente disminuye a  $45^\circ$  y luego a  $40^\circ$ , a medida que el sujeto flexiona las rodillas se reduce la flexión, con una variación de  $6^\circ$  del fotograma 1 al 3.



Figura 56. Medición angular de flexión y extensión en la columna vertebral de la fase desplazamiento en la zona de despegue

En la segunda fase, denominada fase desplazamiento en la zona de despegue, la columna vertebral se flexiona con una amplitud de  $17^\circ$ , consecutivamente disminuye a  $4^\circ$ , con una variación de  $17^\circ$ , luego existe una extensión de  $19^\circ$ , es decir que la persona inclina su tren superior hacia atrás para lograr sostener el equilibrio.

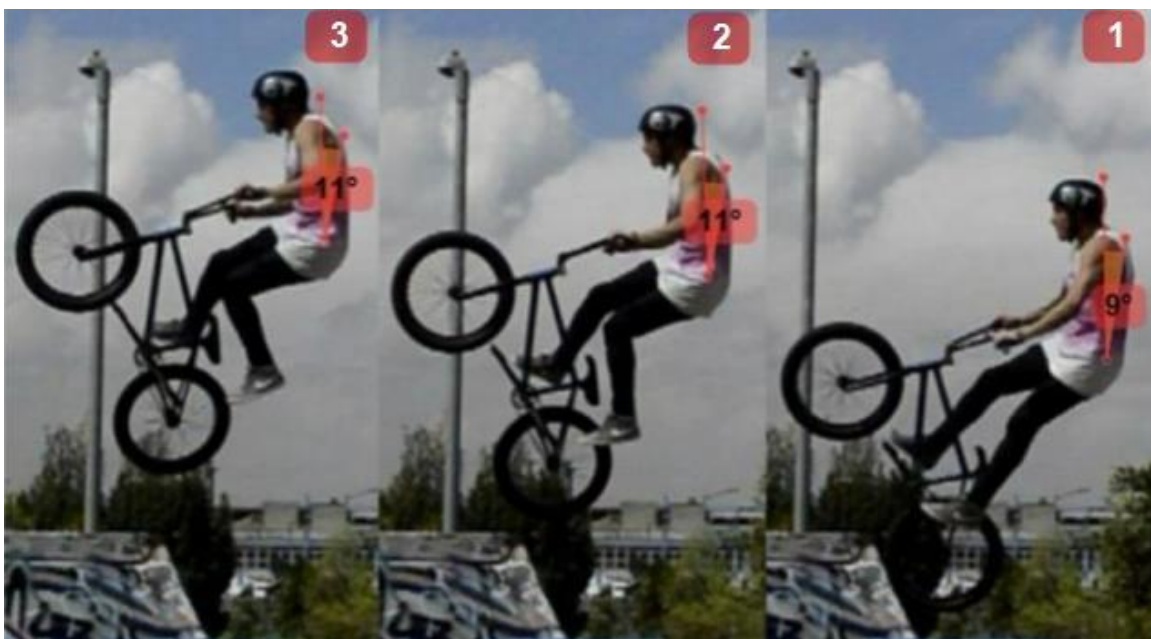


Figura 57. Medición angular de extensión en la columna vertebral de la fase separación del elemento

En la tercera fase, denominada fase separación del elemento, en el fotograma 7 la columna vertebral se extiende a  $9^\circ$ , seguidamente aumenta a  $11^\circ$ , con una diferencia de  $3^\circ$ , se mantiene en el fotograma 2 y 3 el mismo grado de extensión. Es necesario mantener una posición casi parecida para lograr separar el elemento de la zona de despegue.

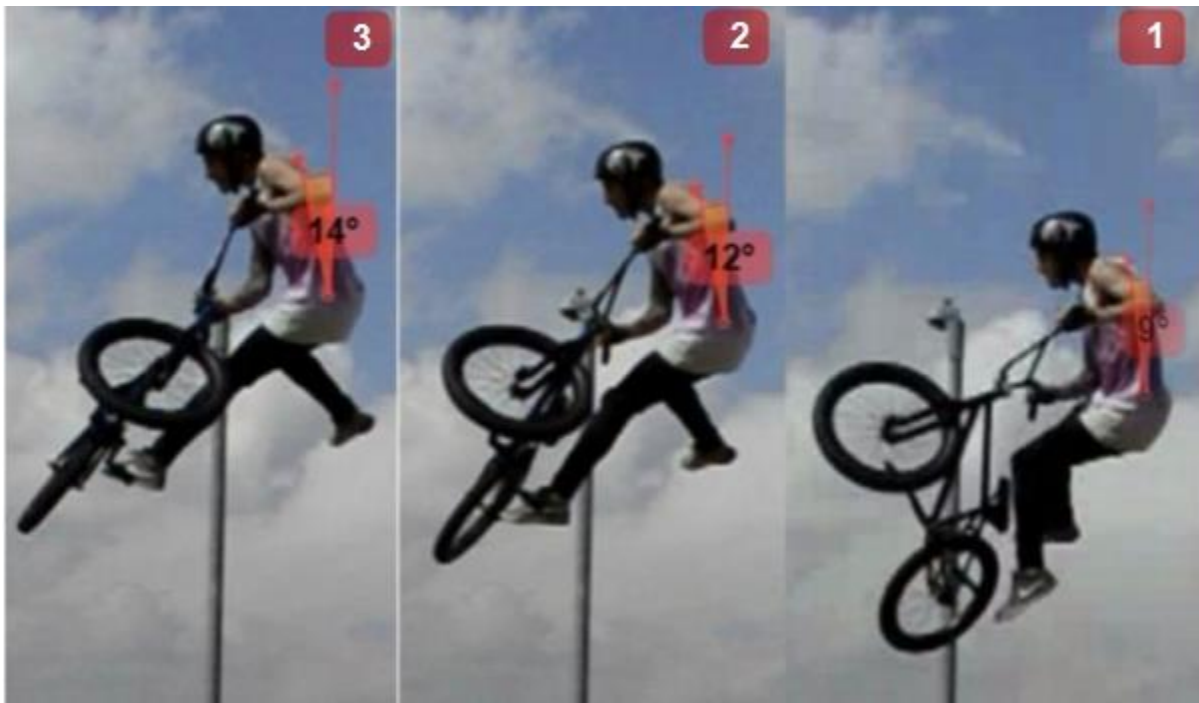


Figura 58. Medición angular de flexión en la columna vertebral de la fase Braceo y pateo

En la cuarta fase, nombrada fase Braceo y pateo, en el fotograma 1 la columna vertebral se flexiona con una amplitud de  $9^\circ$ , seguidamente aumenta a  $12^\circ$ , luego en el fotograma 2 aumenta  $14^\circ$ . Se destaca que aumenta la amplitud con una diferencia de  $3^\circ$  y luego  $2^\circ$ ; es decir que el sujeto flexiona su columna de manera progresiva para poder realizar el pateo y braceo.

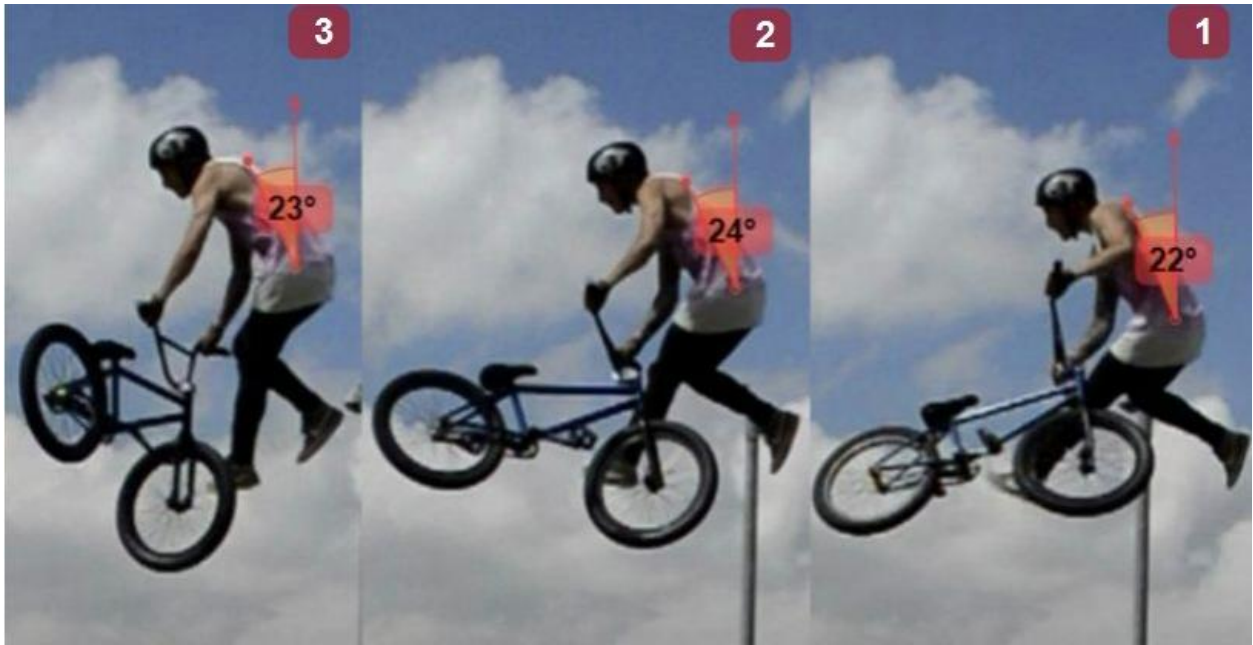


Figura 59. Medición angular de flexión en la columna vertebral de la fase de equilibrio

En la quinta fase, denominada fase de equilibrio, en el fotograma 1 la columna vertebral se flexiona a una amplitud de  $22^\circ$ , posteriormente aumenta a  $24^\circ$  con una variación de  $2^\circ$ , luego en el fotograma 3 aumenta a  $23^\circ$  con una variación del fotograma 2 al 3 de  $1^\circ$ . Lo que conlleva a concluir que la variación de amplitud es mínima, la persona mantiene casi la misma posición para lograr el equilibrio en esta fase.



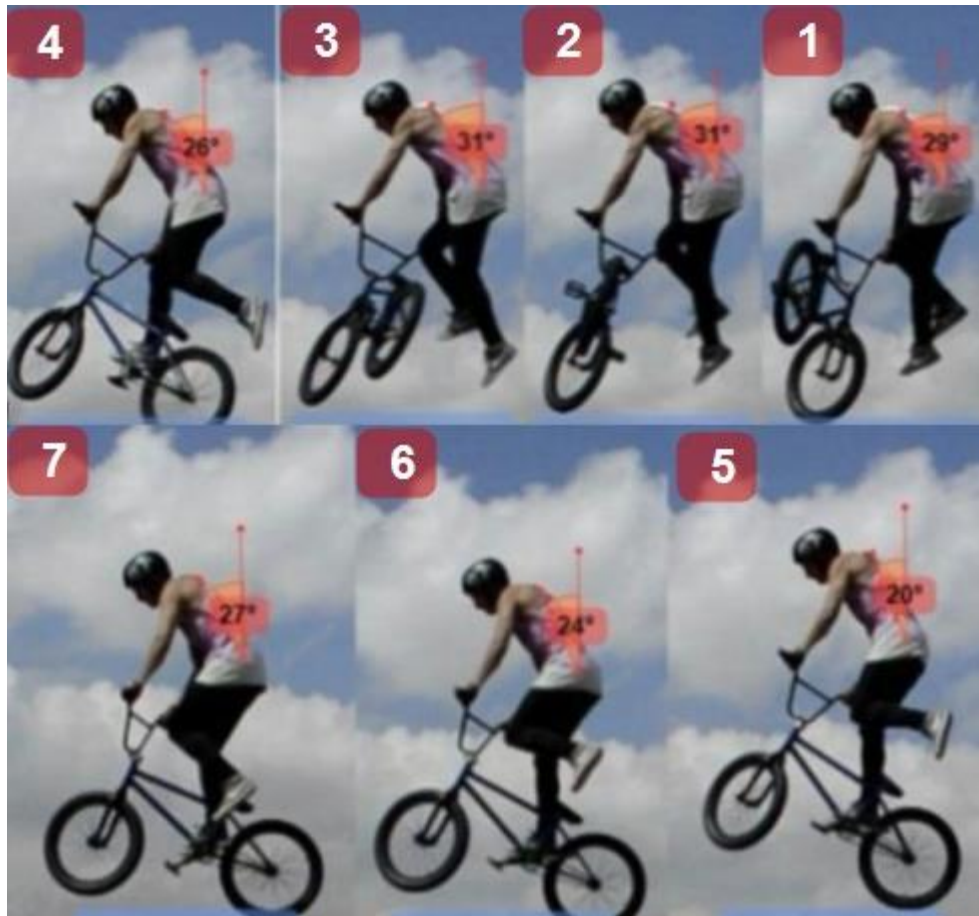


Figura 60. Medición angular de flexión en la columna vertebral de la fase de recepción de la bicicleta

En la sexta fase, denominada fase de recepción de la bicicleta, en el fotograma 1 la columna vertebral se flexiona a una amplitud de 29°, posteriormente aumenta a 31° y se mantiene en el fotograma 3, luego disminuye en el fotograma 4 a 26°, después a 20° y nuevamente aumenta a 24°, finalizando en 27°. Al principio aumenta 2°, luego disminuye 5° y después 6°, nuevamente aumenta 4° para finalizar con el aumento de 3°. En esta fase varían los ángulos bastantes, se podría decir que varían de acuerdo con el movimiento de la pierna que anticipa la bicicleta.

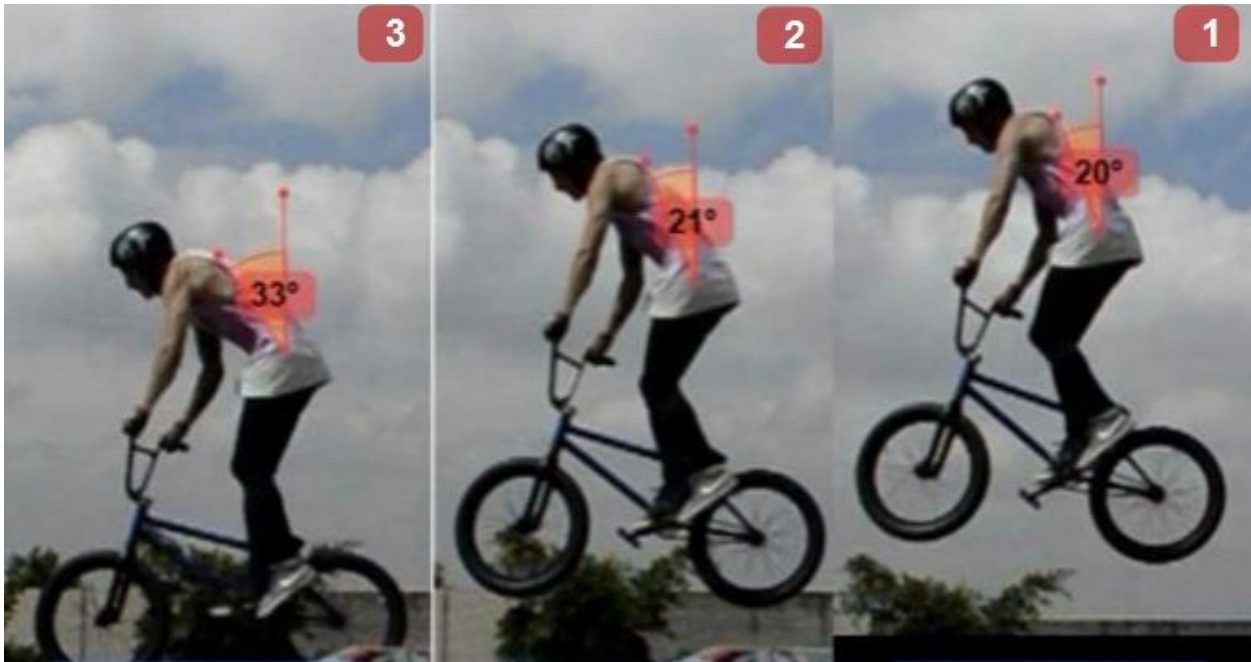


Figura 61. Medición angular de flexión en la columna vertebral de la fase finalización del movimiento angular.

En la séptima fase, llamada fase finalización de la técnica, en el fotograma 1 la columna vertebral se flexiona a una amplitud de  $20^\circ$ , posteriormente aumenta a  $21^\circ$  con una variación de  $1^\circ$ , luego en el fotograma 3 aumenta a  $33^\circ$  con una variación amplia del fotograma 2 al 3 de  $12^\circ$ , esto se debe a que el sujeto está finalizando la técnica, se prepara para el contacto de la bicicleta con la rampa de aterrizaje y necesita flexionar sus codos lo que ocasiona que su espalda también se flexione.

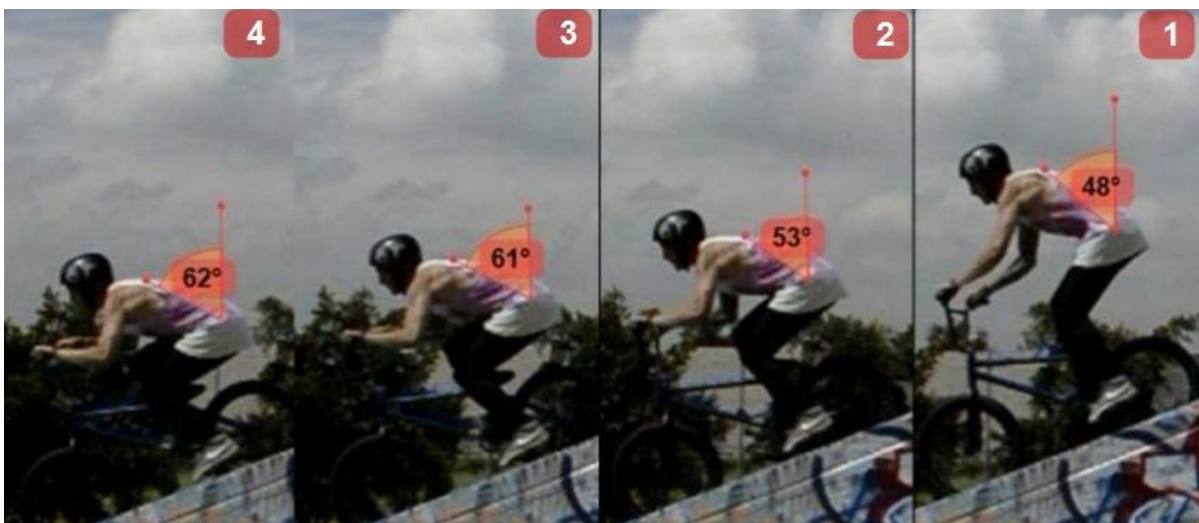


Figura 62. Medición angular de flexión en la columna vertebral de la fase de aterrizaje

Para finalizar el gesto técnico, existe la última fase, llamada fase de aterrizaje, en el fotograma 1 se evidencia que la columna vertebral se flexiona a  $48^\circ$ , posteriormente aumenta a  $53^\circ$  con una variación de  $5^\circ$ , luego en el fotograma 3 aumenta a  $61^\circ$  con una variación de  $8^\circ$ , prontamente se flexiona a  $62^\circ$  con una variación del fotograma 3 al 4 de  $1^\circ$ ; el sujeto finaliza la técnica con su aterrizaje con una flexión continua, se debe a la flexión de sus codos y rodillas que obligan flexionar también la columna para recorrer la rampa de aterrizaje. En la figura 62, es la mayor amplitud de flexión que sucede en toda la realización del gesto técnico.

#### 6.2.4.1.2. Mediciones angulares del hombro.



Figura 63. Mediciones angulares del hombro durante la ejecución de la fase posición inicial.

En la fase de posición inicial se genera un ángulo de  $32^\circ$  a  $62^\circ$  en la cual el hombro efectúa abducción alejando levemente el antebrazo de la simetría del cuerpo en el eje anteroposterior.





Figura 64. Mediciones angulares del hombro durante la ejecución de la fase desplazamiento en la zona de despegue.

En la fase de Transito en la zona de despegue el hombro realiza una flexión con un ángulo de  $55^\circ$  en el momento de acercarse a la rampa e iniciar el desplazamiento, efectúa un ángulo de  $47^\circ$  en la zona media de la rampa con una flexión menor realizando presión al manillar en preparación de subida y con un ángulo de  $21^\circ$  próximo a la separación del elemento con una leve flexión del hombro acercando sus brazos al tronco manteniendo firmeza en el manillar.

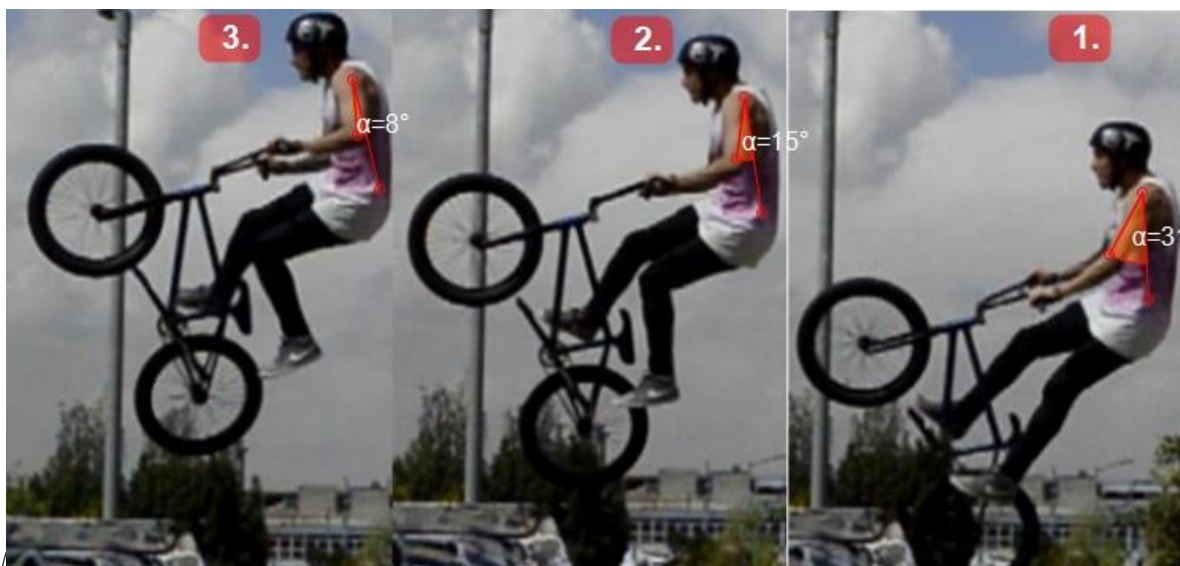


Figura 65. Mediciones angulares del hombro durante la ejecución de la fase de separación del elemento.



En la fase de Separación del elemento con un ángulo de  $31^\circ$  se aleja la llanta delantera de la bicicleta de la rampa acercando el manillar hacia el tronco del deportista permitiendo la separación total con un ángulo de  $15^\circ$  con una leve abducción del hombro alejando se dé la simetría del cuerpo y finalizando con un ángulo de  $8^\circ$  separando el pie derecho del pedal.

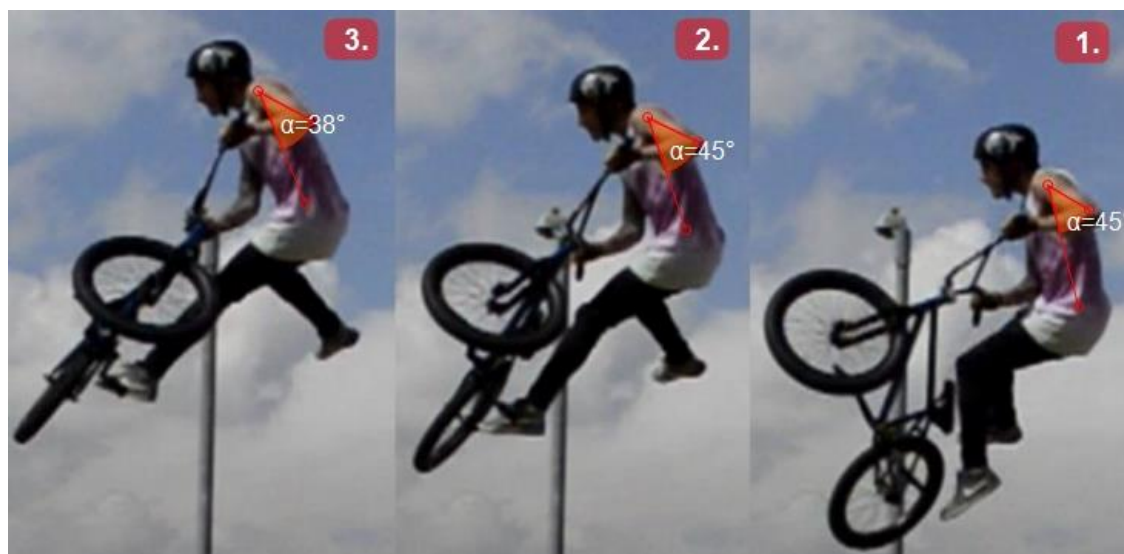


Figura 66. Mediciones angulares del hombro durante la ejecución de la fase de Braceo y Pateo.

En la fase de Braceo y Pateo la aducción continúa del hombro izquierdo genera un ángulo de  $38^\circ$  a  $45^\circ$  acercando el manillar de la bicicleta al plano coronal anterior de la persona, favoreciendo la sostenibilidad del manillar en el aire para realizar el giro.



Figura 67. Mediciones angulares del hombro durante la ejecución de la fase de Equilibrio.

En la fase de Equilibrio se efectúa una abducción y flexión del hombro con un ángulo menor de  $2^\circ$  en flexión mínima seguida de un ángulo de  $35^\circ$  alejando el manillar de la línea de simetría del cuerpo manteniéndolo en el aire y un ángulo de  $53^\circ$  cuando el marco se encuentra alineado con el manillar diagonal al tronco del deportista.



Figura 68. Mediciones angulares del hombro durante la ejecución de la fase recepción de la bicicleta.

En la fase recepción de la bicicleta se efectúa una progresión de abducción y flexión con el hombro izquierdo con un ángulo menor de  $53^\circ$  y mayor de  $66^\circ$  durante el giro del marco y el pateo hacia el lado contrario y un ángulo entre  $57^\circ$  y  $52^\circ$  cuando el marco se acerca de nuevo al cuerpo del deportista y se prepara con el apoyo del pie derecho para el impacto de aterrizaje.



Figura 69. Mediciones angulares del hombro durante la ejecución de la fase finalización del movimiento angular.

En la fase de finalización de la técnica se mantiene la abducción de ambos hombros con una leve flexión iniciando con un ángulo de  $48^\circ$  mientras el deportista acerca ambos pies como apoyo contra los pedales, un ángulo de  $52^\circ$  con ambos pies en apoyo y brazos alejados del plano de simetría del cuerpo y finaliza con un ángulo de  $57^\circ$  con el primer apoyo de la llanta trasera sobre la llanta.



Figura 70. Mediciones angulares del hombro durante la ejecución de la fase de Aterrizaje.

En la fase de Aterrizaje se termina el gesto técnico con un ángulo entre  $74^\circ$  y  $86^\circ$  con una flexión mayor de  $90^\circ$  en donde se evidencia una leve abducción, pero mayor flexión puesto que



el deportista separa el elemento de su eje de simetría para recibir con precisión el impacto de choque de la bicicleta con la rampa al caer.

5.2.4.1.3. *Mediciones angulares del codo.* El músculo bíceps braquial es el encargado de la extensión-pronación para alejar el manillar de la bicicleta y realizar el giro del marco en el aire y de la flexión-supinación para acercar el manillar en la preparación del aterrizaje; actuando así en la flexión-extensión las articulaciones humero-radial y humero-cubital.

En la extensión actúa un solo músculo, el tríceps braquial el cual juega un papel estabilizador externo activo del codo, en el gesto técnico Tailwhip no se ejerce una extensión completa sino ligera en donde el músculo desarrolla su máxima eficacia.



Figura 71. Mediciones angulares del codo durante la ejecución de la fase posición inicial.

En la fase posición inicial el codo realiza una flexión efectuando un ángulo de  $95^\circ$  en el momento que el deportista comienza el movimiento, un ángulo de  $104^\circ$  cuando se desplaza para avanzar con una leve extensión del codo y un ángulo de  $114^\circ$  cuando está próximo a acercarse a la rampa para efectuar la siguiente fase, con una extensión del codo aún mayor.



Figura 72. Mediciones angulares del codo durante la ejecución de la fase desplazamiento en la zona de despegue.

En la fase desplazamiento en la zona de despegue el codo realiza una extensión efectuando un ángulo de  $146^\circ$  cuando el deportista comienza el recorrido por la rampa, disminuye cuando se encuentra en la zona media de la rampa con un ángulo de  $141^\circ$  y aumenta de nuevo con un ángulo de  $144^\circ$  cuando se prepara a realizar la separación del elemento. La mayor extensión se efectúa al comienzo de la fase debido al impulso que ejecuta el deportista para subir la rampa.

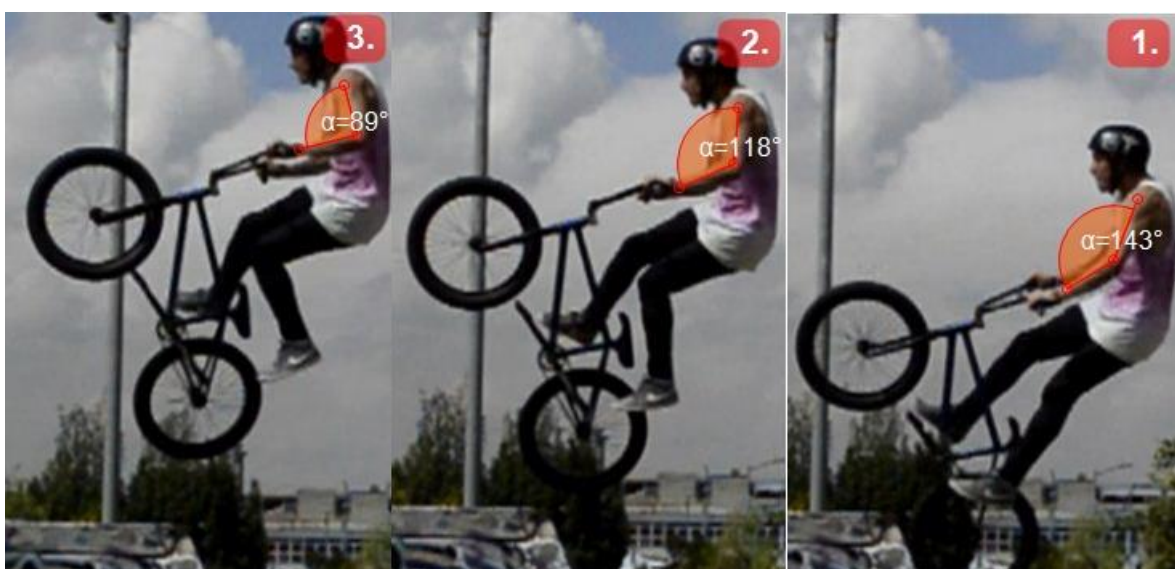


Figura 73. Mediciones angulares del codo durante la ejecución de la fase separación del elemento.

En la fase de separación del elemento el deportista comienza realizando una extensión mayor con un ángulo de  $143^\circ$  separando únicamente la llanta delantera del elemento; un ángulo de  $118^\circ$  con una flexión del codo llevando el elemento cerca al tronco separando totalmente el elemento de la rampa y finaliza la fase con un ángulo de  $89^\circ$  realizando una flexión mayor que facilita la estabilidad del elemento junto al tronco del deportista.



Figura 74. Mediciones angulares del codo durante la ejecución de la fase Braceo y pateo.

En la fase de Braceo y Pateo se mantiene la flexión del codo acercando el elemento al tronco del deportista comenzando con un ángulo de  $46^\circ$  que disminuye a  $42^\circ$  cuando se efectúa el pateo para direccionar la bicicleta hacia el lado contrario y finaliza la fase con un ángulo de  $47^\circ$  permitiendo sostener la bicicleta mientras se posiciona de nuevo.

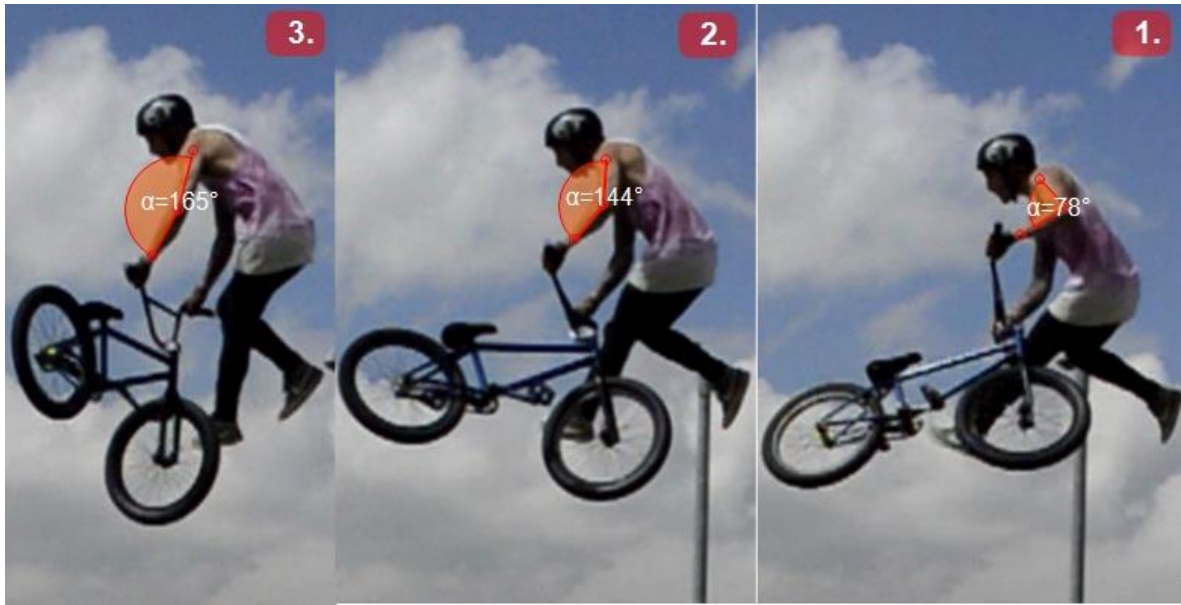


Figura 75. Mediciones angulares del codo durante la ejecución de la fase de equilibrio.

En la fase de Equilibrio se genera una flexión del codo izquierdo con un ángulo de  $78^\circ$  direccionando el marco de la bicicleta con el pateo hacia la izquierda, aumenta el ángulo a  $144^\circ$  cuando el marco está paralelo al cuerpo del deportista y se realiza una extensión completa con un ángulo de  $165^\circ$  cuando el marco está próximo al lado izquierdo del cuerpo del deportista y posicionarse nuevamente.





Figura 76. Mediciones angulares del codo durante la ejecución de la fase recepción de la bicicleta.

En la fase recepción de la bicicleta se efectúa un ángulo de  $177^\circ$  con el marco diagonal al cuerpo del deportista, un ángulo de  $156^\circ$  cuando el marco se alinea con el rotor de la bicicleta hacia el lado izquierdo, un ángulo de  $169^\circ$  cuando el pie derecho está próximo a posicionarse nuevamente al pedal, un ángulo de  $165^\circ$  con una extensión mayor apoyando el pie en el pedal y finalizando con un ángulo de  $175^\circ$  cuando se prepara para posicionar el cuerpo y finalizar la técnica.





Figura 77. Mediciones angulares del codo durante la ejecución de la fase finalización del movimiento angular

En la fase de finalización de la técnica los codos realizan una extensión total con ángulos entre los  $164^\circ$  y  $175^\circ$  permitiendo así al deportista realiza presión y sostener la bicicleta para recibir el impacto del nuevo contacto con la rampa.



Figura 78. Mediciones angulares del codo durante la ejecución de la fase de Aterrizaje.

En la fase de aterrizaje se observa la progresión de extensión del codo comenzando con un ángulo de  $147^\circ$  y disminuyendo el ángulo de  $117^\circ$  a  $99^\circ$  efectuando una flexión del codo preparando al deportista para terminar el recorrido por la rampa.

5.2.4.1.3. *Mediciones angulares de la mano y muñeca.* Durante la ejecución del gesto técnico Tailwhip se presenta la principal función de la mano, la Presión permitiendo al deportista generar una amplia apertura y cierre entorno al manillar de la bicicleta.

La presión en el BMX está apoyada por las articulaciones metacarpo falángicas puesto que son las encargadas en el eje anteroposterior de realizar la aducción y abducción de los dedos.

En la presión palmar interviene la palma y los dedos, en el BMX se utiliza la presa digitopalmar observando que la palma de la mano se opone a los cuatro últimos dedos; la bicicleta se agarra entre los dedos flexionados y la palma de la mano acercándola hacia la muñeca generando una fácil movilidad. Esta presa de fuerza es la que permite al ciclista en el BMX Estilo libre adquirir un completo control sobre el eje de movimiento de la bicicleta que facilitará la ejecución del gesto técnico.

La acción de los músculos sesamoides permiten el bloque de la prensa, debido a que el pulgar interviene dirigido hacia los otros dedos y esto permite el agarre y bloqueo del objeto.



Figura 79. Prensa digitopalmar en el gesto técnico Tailwhip en la fase posición inicial



Figura 80. Prensa digitopalmar en el gesto técnico Tailwhip, fase desplazamiento en la zona de despegue



Figura 81. Prensa digitopalmar en el gesto técnico Tailwhip, fase separación del elemento.

La muñeca realiza distintos movimientos que apoyan la rotación del manillar para desplazarse o cambiar la dirección, permitiendo que se pueda orientar en cualquier ángulo pasar sujetar la bicicleta.

En la ejecución del gesto técnico Tailwhip se observa la flexión de la muñeca cuando se efectúa la aproximación palmar y del objeto hacia la cara anterior del antebrazo y al tronco del deportista; la extensión se efectúa cuando el deportista termina el gesto técnico posiciona la bicicleta en el aire y se prepara para el impacto de contacto con la rampa. Estos movimientos



permiten el equilibrio entre el peso del cuerpo y el peso de la bicicleta para mantenerse en el aire por un tiempo determinado.



Figura 82. Prensa digitopalmar en el gesto técnico Tailwhip en la fase Braceo y pateo.



Figura 83. Prensa digitopalmar en el gesto técnico Tailwhip en la fase equilibrio

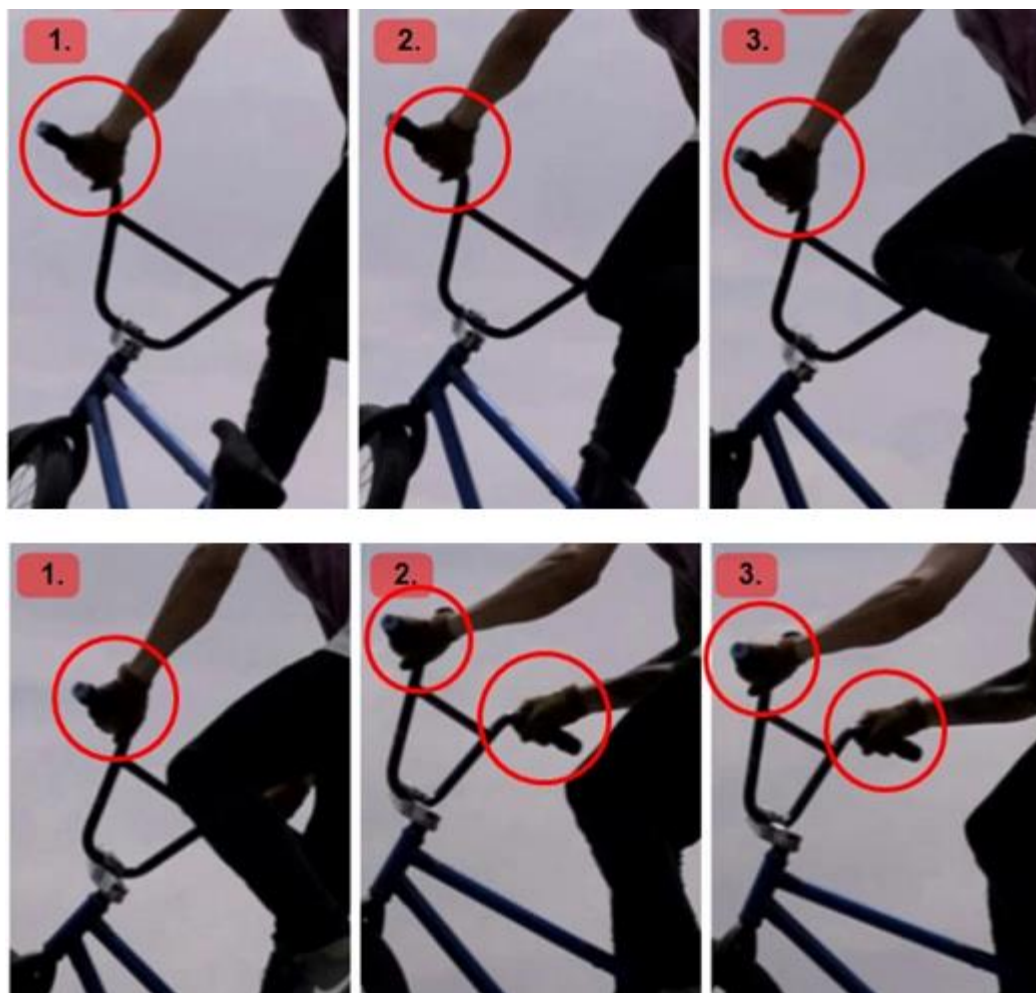


Figura 84. Prensa digitopalmar en el gesto técnico Tailwhip en la fase anticipación



Figura 85. Prensa digitopalmar en el gesto técnico Tailwhip en la fase finalización del movimiento angular.

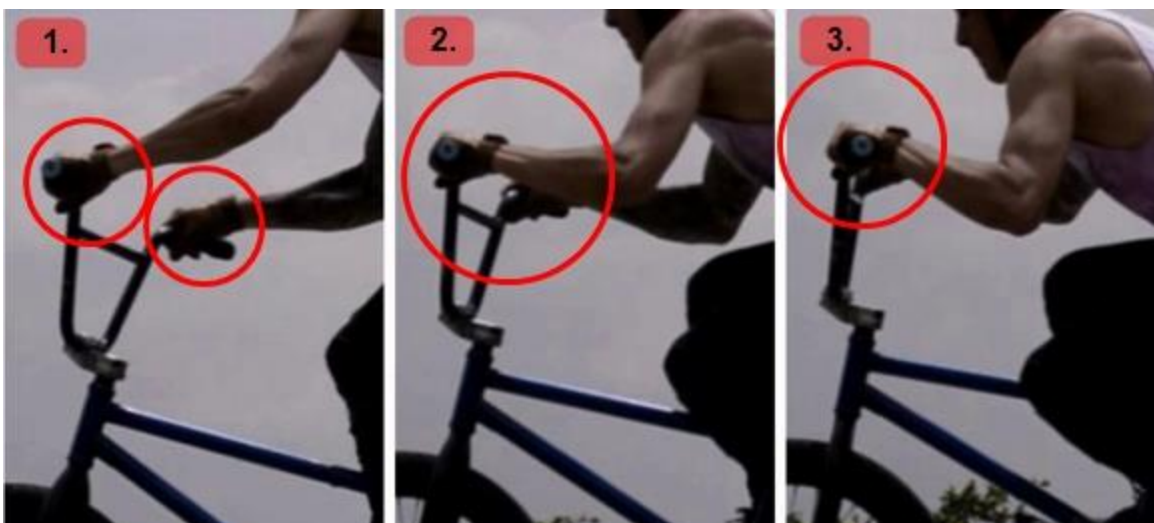


Figura 86. Prensa digitopalmar en el gesto técnico Tailwhip en la fase aterrizaje.

La aducción y abducción se presentan de manera leve durante la preparación para el impacto de aterrizaje generando un ángulo obtuso hacia afuera, pues permiten al deportista tomar el control del recorrido para finalizar el gesto técnico.

5.2.4.1.4. *Mediciones angulares de la pronosupinación.* La pronosupinación permite al deportista sujetar con la mano un objeto (bicicleta), en supinación, comprimirla hacia abajo e incluso apoyarla en pronación. Este movimiento permite al deportista junto a la articulación de la mano y el hombro conservar la estabilidad del manillar en el aire equilibrando el cuerpo y la bicicleta. “Se supina con el antebrazo” y “se pronona con el hombro”.



Figura 87. Pronación hombro, supinación antebrazo en el gesto técnico Tailwhip del BMX estilo libre

#### 5.2.4.2. Mediciones angulares por segmentos corporales en el plano transversal inferior.

Con el fin de caracterizar de manera eficiente los movimientos del plano transversal inferior, se destaca la posición de los pies dentro de las bielas y pedales de la bicicleta, debido a que todo el apoyo del tren inferior se da en estos objetos, partiendo de esto las medidas angulares varían en cuanto a la flexión del tobillo, rodilla y cadera. Esto posiciona aproximadamente 36 centímetros una pierna más adelante que la otra.



Figura 88. Bielas Bicicleta BMX  
Fuente propia.

5.2.4.2.1. Mediciones angulares de la cadera. La flexión en la cadera es una constante a lo largo del gesto técnico, debido a que la posición en la bicicleta requiere que la cara anterior del muslo este cerca al tronco, ya durante la separación del elemento, no existe una cercanía tan prominente de la cara anterior del muslo con el tronco, sin embargo la flexión en la cadera una vez se separan los pies del elemento pasa a ser una flexión activa, que no supera los 90 grados cuando se adelanta uno de los miembros inferiores; por ende la flexión de la cadera favorece la flexión de la rodilla.

Esto evidenciado, en la amplitud de flexión en la cadera, que indica una constante hasta cuando los pies dejan de hacer contacto con los pedales. Una vez se separan los pies, en el eje Y, las piernas se cruzan y la amplitud pasa de un eje a otro, esto quiere decir que la etapa del pateo



obliga el desplazamiento de las piernas sobre los ejes mas no que en algún momento se sobrepasen los 28° que es la máxima amplitud en flexión de cadera.



Figura 89. Mediciones angulares de la cadera durante la ejecución en la fase posición inicial.

En esta fase, se evidencia una flexión en la cadera de una amplitud similar, ya que su nivel de variación está entre los 23° y 28° durante los fotogramas, lo cual no representa una variante significativa con respecto al gesto. Se evidencia que es una constante de la cadera estar flexionada antes de ingresar a la zona de despegue debido a la distancia de los ejes de los pedales los cuales posicionan al pie dominante 36cms adelante del otro.



Figura 90. Mediciones angulares de la cadera durante la ejecución en la fase de desplazamiento en la zona de despegue.



En esta fase, se evidencia una flexión en la cadera de una amplitud similar, ya que su nivel de variación está entre los 23° y 28° durante los fotogramas, lo cual no representa una variante significativa con respecto al gesto. Se evidencia que es una constante de la cadera estar flexionada antes de ingresar a la zona de despegue debido a la distancia de los ejes de los pedales los cuales posicionan al pie dominante 36cms adelante del otro.



Figura 91. Mediciones angulares de la cadera durante la ejecución en la fase de separación del elemento.

En la separación del elemento la amplitud angular evidencia una progresión descendente, esto significa que, a mayor altura y distancia recorrida, se reduce la amplitud, buscando equilibrar la carga sobre el eje de dirección, que pasa de 31° a 13° entre fotogramas, reducir el ángulo de la flexión en la cadera representa una anticipación a la siguiente fase de pateo en la cual la flexión se presenta realizando aducción de la cadera izquierda y abducción de la cadera derecha.



Figura 92. Mediciones angulares de la cadera durante la ejecución en la fase de braceo y pateo.

Durante esta fase se produce un fenómeno conocido como flexión simultánea y pasiva en la articulación coxofemoral, por ende, no se produce amplitud angular. Esto se genera cuando inicia la rotación para mantener el balance y el equilibrio al momento de posicionar la bicicleta en el eje izquierdo. Para esto la cadera realiza un movimiento de abducción sobre la cadera derecha y un movimiento de aducción sobre la cadera izquierda.

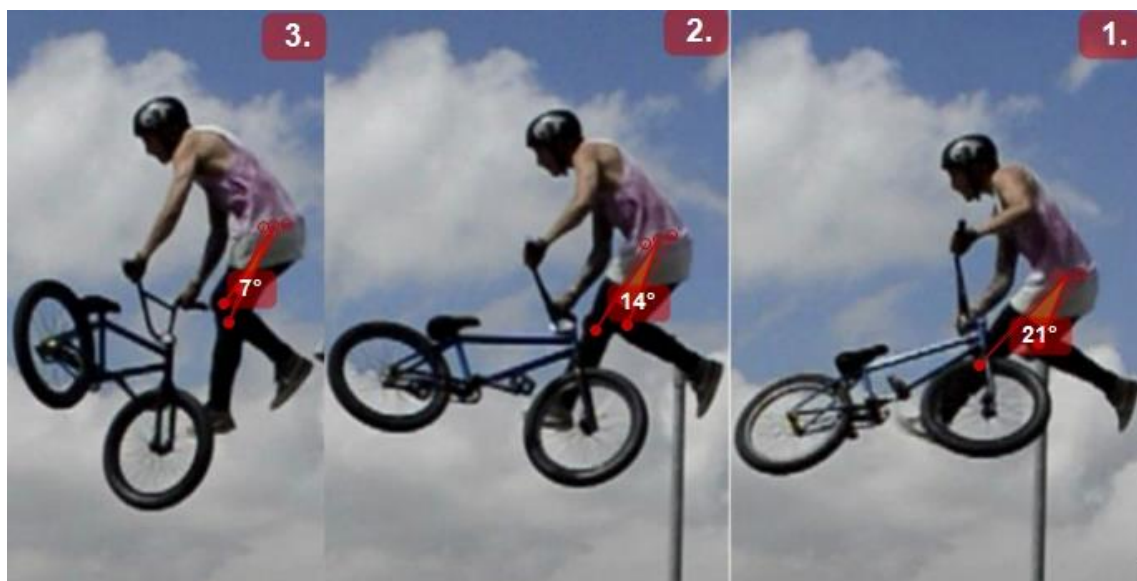


Figura 93. Mediciones angulares de la cadera durante la ejecución en la fase de equilibrio.

Esta fase evidencia un descenso progresivo en la amplitud angular, inicia con un ángulo de  $21^\circ$ , luego desciende a  $14^\circ$  y finaliza la etapa de equilibrio con  $7^\circ$  de amplitud. Lo que significa que cuando el marco logra girar  $180^\circ$  reduce considerablemente la amplitud en la flexión de la cadera al llegar a los  $270^\circ$  evidenciando que próximo a anticipar el marco es fundamental balancear de forma correcta el cuerpo. Se nota nuevamente aducción de la cadera en el eje izquierdo y aducción en el eje derecho.



Figura 94. Mediciones angulares de la cadera durante la ejecución en la fase recepción de la bicicleta.

Esta sucesión de fotogramas muestran variaciones angulares cuyas amplitudes van desde los  $0^\circ$  hasta los  $27^\circ$ , en órdenes irregulares, el fotograma #1 es la continuación de la fase anterior la cual presenta una amplitud angular de  $4^\circ$ , el #2 logra una flexión en la articulación prominente junto con el tercer fotograma de  $27^\circ$ , el cuarto fotograma evidencia una reducción angular significativa que continuaría en el quinto fotograma con una amplitud nula ya que se sobrepone el eje de una pierna con el otro, y previo a la fase recepción de la bicicleta se evidencia nuevamente flexión a un nivel considerable que representa un ascenso de  $18^\circ$  para posicionar la piernas en la bicicleta. Paralelo a estos datos es importante recalcar la función de la abducción y de la aducción, ya que se realiza una inversión de las acciones, en el fotograma inicial se evidencia abducción del eje derecho y aducción del eje izquierdo, y en el momento que el marco es anticipado la cadera en el eje izquierdo realiza abducción y el eje derecho aducción.



Figura 95. Mediciones angulares de la cadera durante la ejecución en la fase finalización del movimiento angular.

Durante esta fase se produce un fenómeno conocido como flexión simultánea y pasiva en la articulación coxofemoral, por ende, no se produce ningún dato de amplitud angular. Esto se



genera cuando se finaliza la técnica, los pies ya posicionados antes de hacer contacto con la superficie de aterrizaje.

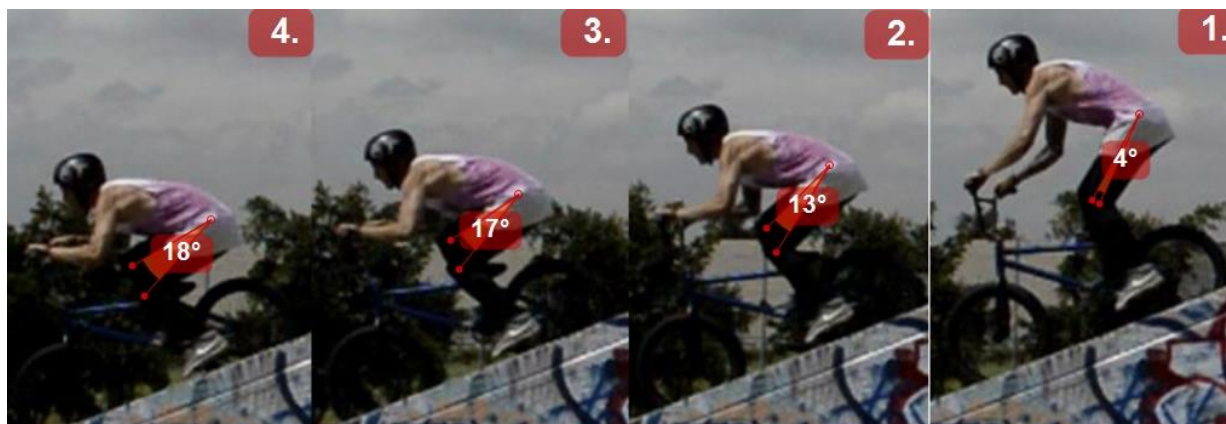


Figura 96. Mediciones angulares de la cadera durante la ejecución en la fase de Aterrizaje.

Se evidencia aumento progresivo de la amplitud angular en cuanto a la flexión de cadera, inicia esta fase con una flexión de 4° luego llega hasta los 13° y finaliza con una postura de agrupación logrando 18° de amplitud. El aumento progresivo de la amplitud se evidencia como amortiguación de las fuerzas que se ejercen en el aterrizaje

#### 6.2.4.2.2. Mediciones angulares de la rodilla.

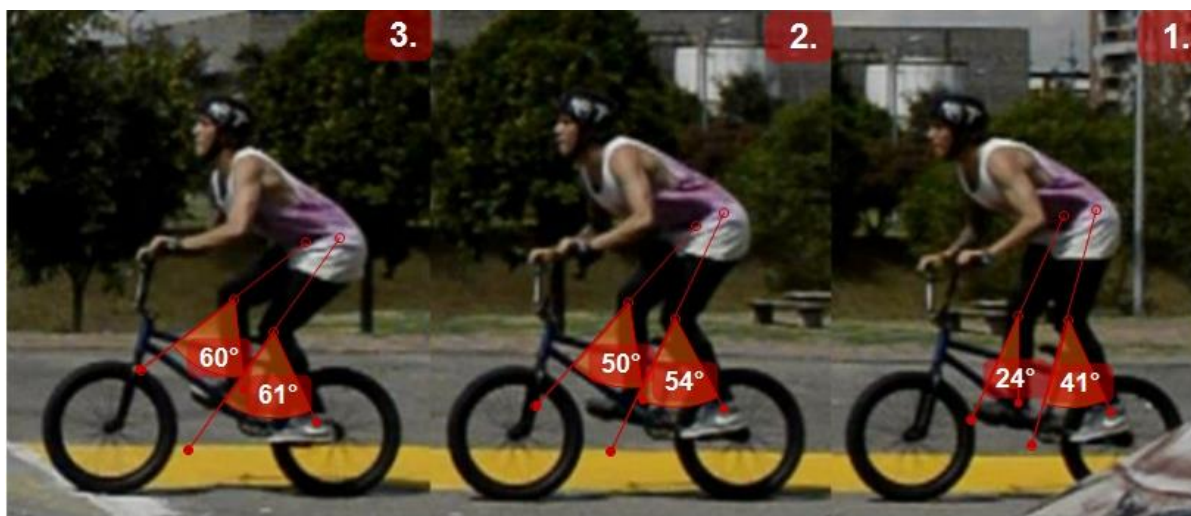


Figura 97. Mediciones angulares de la rodilla durante la ejecución en la fase posición inicial.

En orden ascendente la amplitud angular evidencia una progresión, en el caso del hemisferio izquierdo la progresión es inferior que la del lado derecho, en el lado derecho su

aumento va desde los 24° hasta los 60°, el lado derecho evidencia una progresión desde los 41° hasta los 61°, esto significa que por cifras el lado derecho realiza una flexión de 36° entre fotogramas mientras el lado izquierdo flexiona 20° entre fotogramas. Consecuente con estos datos se concluye que, a menor distancia de la rampa, las rodillas se flexionan en mayor amplitud.

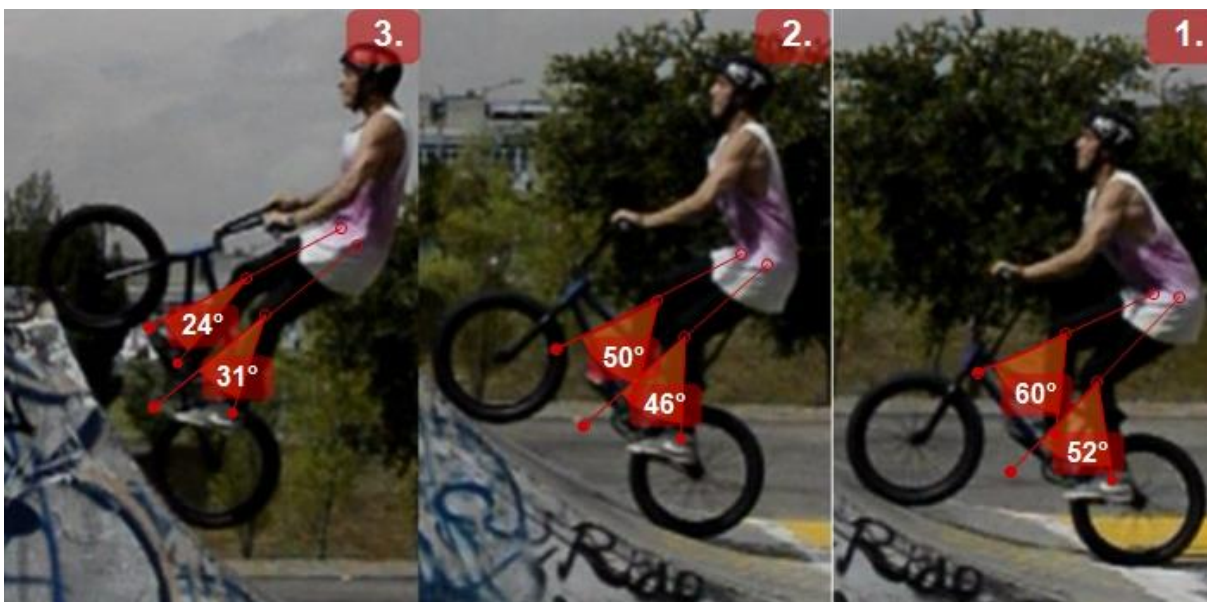


Figura 98. Mediciones angulares de la rodilla durante la ejecución en la fase de desplazamiento en la zona de despegue.

Cuando se recorre la zona de despegue, a medida que se asciende, la amplitud angular evidencia una disminución, en el caso del hemisferio izquierdo dicha disminución es inferior comparada con el lado derecho, en el lado derecho su disminución va desde los 60° hasta los 24°, el lado derecho evidencia una reducción desde los 52° hasta los 31°, esto significa que por cifras el lado derecho realiza una reducción de la flexión de 36° entre fotogramas mientras el lado izquierdo reduce 21° entre fotogramas.

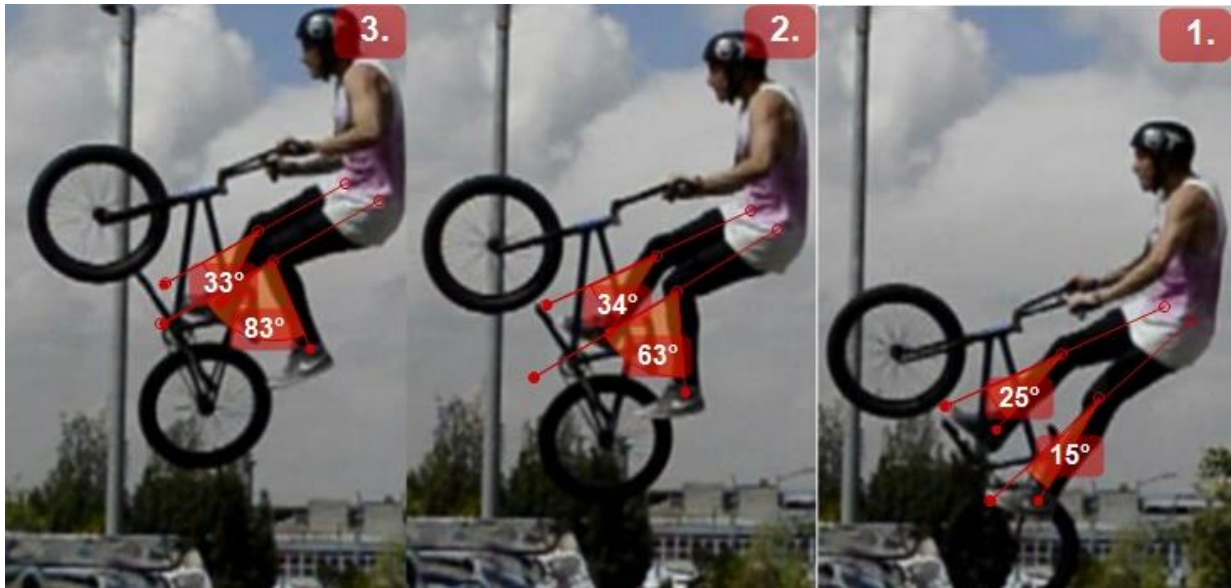


Figura 99. Mediciones angulares de la rodilla durante la ejecución en la fase de separación del elemento.

Una vez se inicia la separación del elemento, se presenta en esta fase un aumento de la amplitud en ambas articulaciones, la rodilla derecha aumenta su flexión en  $9^\circ$  entre fotogramas y la rodilla izquierda inicia en  $15^\circ$  y finaliza con una amplia flexión de  $83^\circ$ , esto es previo a la fase de pateo que necesita de una fuerza de empuje amplia para asegurar el recorrido de los  $360^\circ$  del marco, se concluye que al separar el elemento es importante finalizar flexionando las rodillas para la fase de empuje.

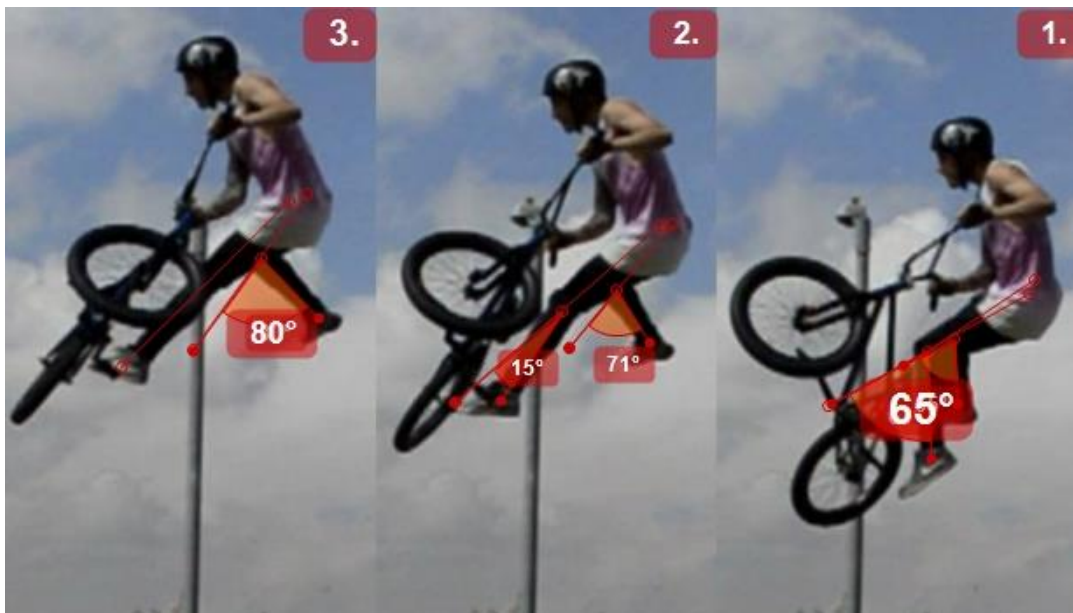


Figura 100. Mediciones angulares de la rodilla durante la ejecución Tailwhip en la fase de braceo y pateo.



La amplitud de la flexión en el fotograma #1 es de  $65^\circ$  en ambas rodillas, se evidencia en el fotograma #2 la individualización de las piernas, en la cual la flexión de la pierna derecha aumenta a  $71^\circ$  mientras que la izquierda reduce amplitud hasta los  $15^\circ$ , siendo esto un determinante en la fase de pateo, posterior a eso, la rodilla izquierda alcanza los  $80^\circ$  de flexión y la pierna que empuja el marco logra una extensión total al completar el marco los primeros  $90^\circ$  de rotación. Se concluye entonces que la flexión en esta fase es inversamente proporcional entre una rodilla y la otra.

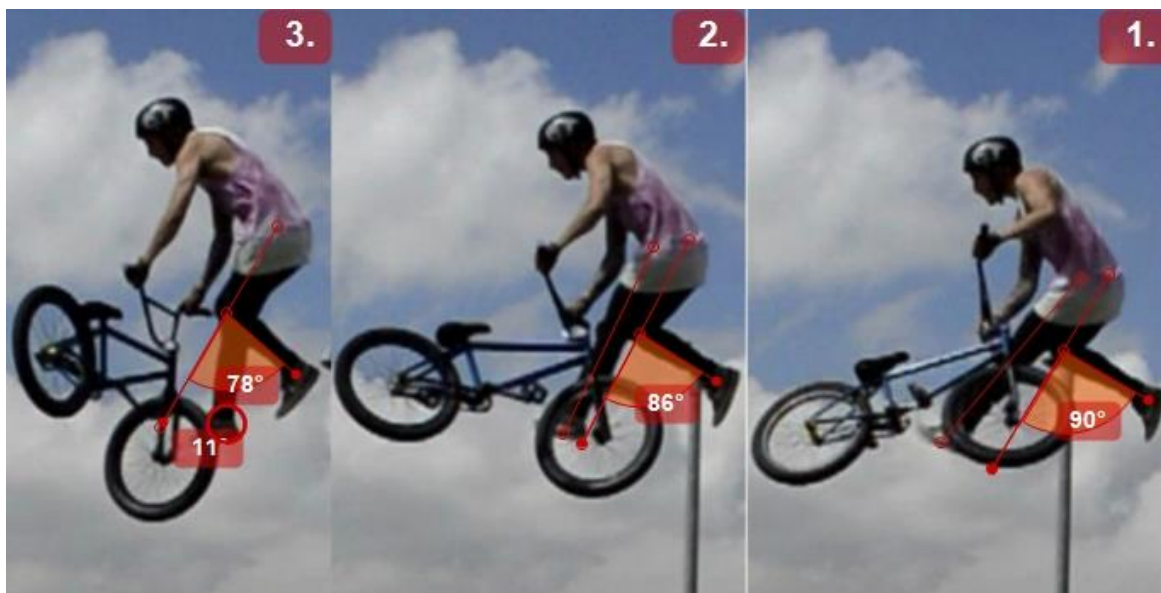


Figura 101. Mediciones angulares de la rodilla durante la ejecución en la fase de equilibrio.

Durante esta fase se evidencian dos momentos de extensión total en la rodilla izquierda y finaliza con una amplitud de flexión de  $11^\circ$ ; la pierna derecha en el primer fotograma realiza una flexión inicial de  $90^\circ$  y la pierna izquierda una extensión total, en el segundo fotograma realiza la rodilla derecha una flexión de  $85^\circ$  y finaliza en  $78^\circ$ , lo que significa un descenso de amplitud previo a la siguiente fase, se concluye que si se suma la amplitud de la flexión en la rodilla izquierda con la flexión de la rodilla derecha en el tercer fotograma, se lograría la amplitud angular de la flexión en el primer fotograma.





Figura 102. Mediciones angulares de la rodilla izquierda durante la ejecución en la fase recepción de la bicicleta.

Los dos fotogramas iniciales presentan extensión total en la rodilla, del fotograma #3 al #6, se evidencia un aumento progresivo de la amplitud de 85° entre fotogramas, iniciando con 23° de flexión y finalizando este aumento con 108°, el fotograma #7 es la posición previa a la fase de finalización, ya ubicada la pierna derecha en el pedal, la pierna izquierda continua con su objetivo de posicionarse en el pedal correspondiente. La pierna izquierda se flexiona junto con el movimiento de abducción para posicionarse correctamente en el pedal.



Figura 103. Mediciones angulares de la rodilla derecha durante la ejecución en la fase recepción de la bicicleta.

Los fotogramas #1-2- 3, con respecto a la pierna derecha indican una constante de amplitud angular, que va de los 69° a los 74°, posterior a eso la rodilla realiza una extensión de la articulación que pasa de los 74° a los 19°, constante en los fotogramas #4-5- 6-7. Cuya extensión se debe a la anticipación del marco, sin embargo, se conserva un nivel de flexión para dar paso a la siguiente fase.



Figura 104. Mediciones angulares de la rodilla derecha durante la ejecución en la fase finalización del movimiento angular.

Una vez posicionada la pierna derecha en el pedal, realiza una reducción de la amplitud angular pasando de los  $34^\circ$  a  $24^\circ$  al momento de hacer contacto en la zona de aterrizaje. Esta reducción se debe al anticipo del contacto con la superficie de aterrizaje, con una reducción de la flexión se conserva la integridad del sujeto.



Figura 105. Mediciones angulares de la rodilla izquierda durante la ejecución en la fase finalización del movimiento angular.



Una vez posicionada la pierna izquierda en el pedal, realiza una reducción de la amplitud angular pasando de  $58^\circ$  a  $41^\circ$ . Esta reducción se debe al anticipo del contacto con la superficie de aterrizaje, con una reducción de la flexión se conserva la integridad del sujeto.



Figura 106. Mediciones angulares de la rodilla derecha durante la ejecución del gesto técnico Tailwhip en la fase de aterrizaje.

Aumento progresivo de la amplitud angular en la flexión de la rodilla derecha, evidenciado durante los fotogramas, dicho aumento es de  $32^\circ$  a través del descenso de la rampa de aterrizaje, con el fin de reducir el impacto en la articulación.

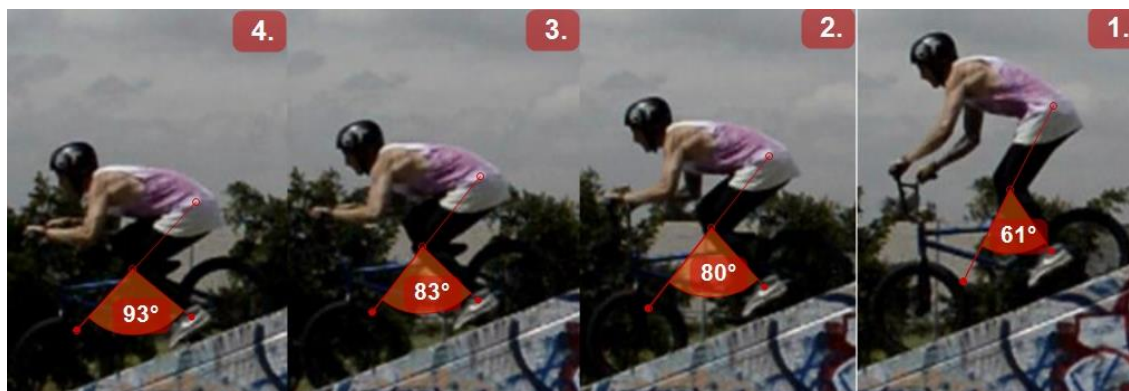


Figura 107. Mediciones angulares de la rodilla izquierda durante la ejecución del gesto técnico Tailwhip en la fase de aterrizaje.

Aumento progresivo de la amplitud angular, evidenciado durante los fotogramas, dicho aumento es de  $32^\circ$  a través del descenso de la rampa de aterrizaje, con el fin de reducir el impacto en la articulación. Se evidencia una diferencia angular exacta entre ambas rodillas.

5.2.4.2.3. *Mediciones angulares del tobillo.* El tobillo dentro de la ejecución del gesto técnico realiza movimientos de flexión y extensión, que, según la amplitud angular y la fase, ejerce una

función específica dentro del gesto técnico, el tobillo es la pieza final de los miembros inferiores, pero no menos importantes que las otras articulaciones.



Figura 108. Mediciones angulares de los tobillos durante la ejecución en la fase de posición inicial.

Durante el primer fotograma el tobillo no realiza flexión o extensión conservando su postura a  $90^\circ$  en relación al eje de las piernas, en el segundo fotograma se evidencia una flexión de  $8^\circ$  únicamente en el tobillo izquierdo iniciando la flexión de la articulación de atrás hacia adelante, mientras que en el tercero se realiza una flexión simultánea y proporcional de  $21^\circ$  entre un tobillo y el otro.



Figura 109. Mediciones angulares de los tobillos durante la ejecución en la fase desplazamiento en la zona de despegue.

El tobillo realiza únicamente flexión en ambas etapas del recorrido, cuando inicia dicho recorrido, el tobillo izquierdo genera mayor amplitud de flexión que el derecho, mientras en el fotograma 2, la amplitud es inversa siendo el tobillo derecho quien realiza mayor flexión, con una diferencia de amplitud de  $3^\circ$  para el primer momento, y de  $8^\circ$  para el segundo momento. El ascenso por la rampa indica que a mayor distancia recorrida de la rampa en el eje Y, la flexión en el tobillo derecho aumenta la amplitud angular.



Figura 110. Mediciones angulares de los tobillos durante la ejecución en la fase de separación del elemento.

Fase donde se evidencia una amplitud angular en la extensión del tobillo derecho de  $11^\circ$ , mientras el izquierdo esta sobre los  $90^\circ$  con relación al eje de la pierna, esta medida angular es neutra con respecto al eje de flexión del tobillo y se prepara para la posición previa al pateo.

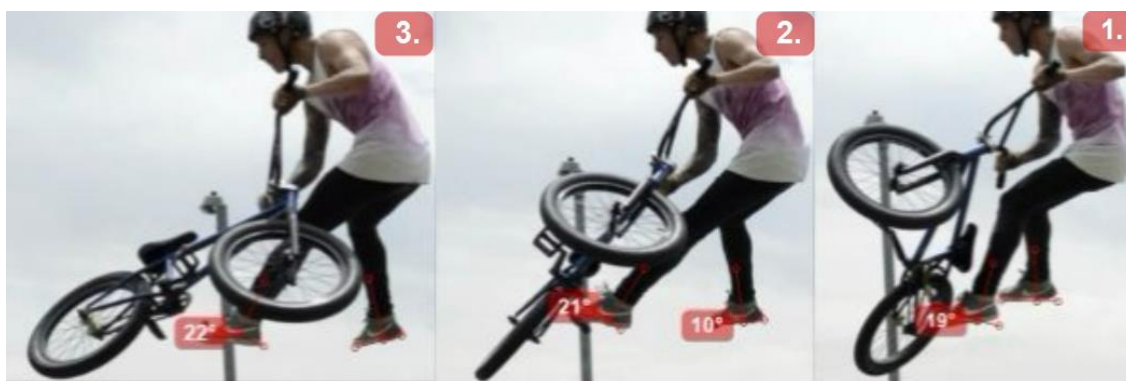


Figura 111. Mediciones angulares de los tobillos durante la ejecución en la fase de Braceo y pateo.

En esta fase el primer fotograma indica que el tobillo derecho está en posición neutra inicial ( $90^\circ$ ), mientras que el tobillo izquierdo se ubica en posición de extensión a  $19^\circ$ , durante los dos fotogramas siguientes aumenta su amplitud angular hasta alcanzar los  $22^\circ$ , en el segundo fotograma el tobillo derecho se extiende  $10^\circ$  y en el tercer momento retoma la posición neutra. Estos movimientos del tobillo derecho son totalmente involuntarios debido a que en esta etapa el tren inferior izquierdo ejerce el empuje y la tracción de la bicicleta se genera por los brazos.

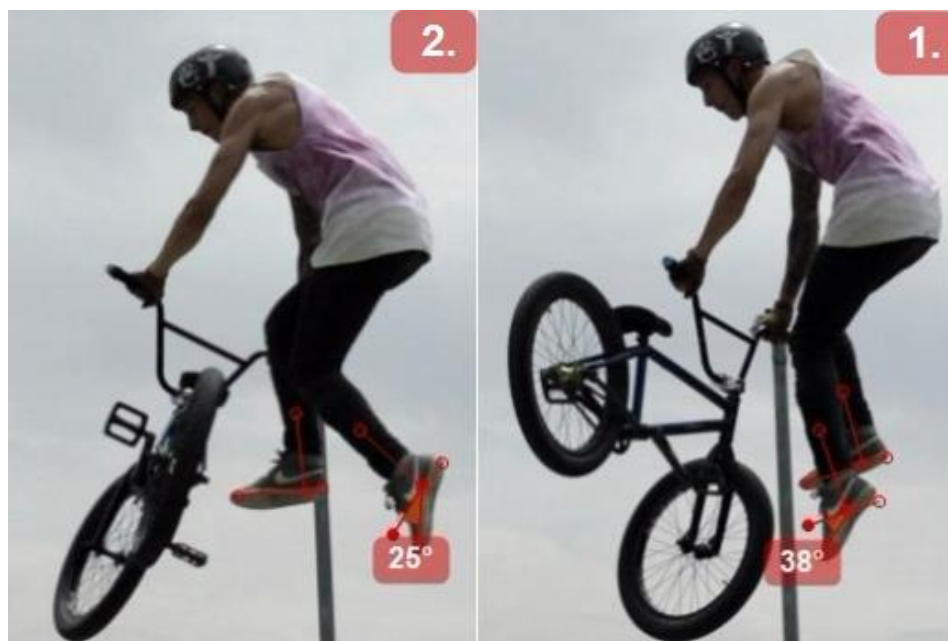


Figura 112. Mediciones angulares de los tobillos durante la ejecución en la fase de equilibrio.

Esta fase denota el cambio angular en cuanto a la amplitud de extensión, en el primer fotograma alcanza los  $38^\circ$  y se reduce para el segundo fotograma a  $25^\circ$ , es una reducción de  $13^\circ$ , el tobillo se extiende alejando la cara anterior del pie para brindarle mayor espacio al ingreso del marco, el pie derecho conserva una amplitud angular neutra previo al anticipo del marco.





Figura 113. Mediciones angulares de los tobillos durante la ejecución en las fases de recepción de la bicicleta y finalización del movimiento angular.

En estas dos etapas se realiza el comparativo ilustrado de la posición en los tobillos, en el primer fotograma ambos tobillos izquierdos logran una posición neutra, mientras en el segundo, tan pronto el pie derecho hace contacto con el pedal, se flexiona a  $9^\circ$ , fenómeno presentado por la fuerza con la que el marco hace contacto al pie.



Figura 114. Mediciones angulares de los tobillos durante la ejecución en la fase de aterrizaje.

En esta fase, al momento de hacer contacto de nuevo la bicicleta con la superficie de aterrizaje, se evidencia posición neutra por ambos tobillos y cambia en el segundo momento a una flexión del tobillo izquierdo de  $19^\circ$ , esto significa que el aterrizaje necesita de una flexión más amplia a medida que recorre el área de aterrizaje.

### **5.3. Análisis datos cualitativos**

#### **5.3.1. Fase preliminar.**

Es una etapa de contacto terrestre que se ejecuta previa a la separación del elemento, para desarrollar el gesto técnico junto con la fase de tránsito en la zona de despegue. El sujeto en el primer momento adopta una posición encorvada donde sus articulaciones tienen un determinado grado de flexión. Dicha flexión juega un papel proporcionalmente directo a la altura y la distancia recorrida, significa que, a mayor flexión de las extremidades, se alcanza una mayor altura en el eje Y, y una mayor distancia recorrida en el eje X. Esta etapa es indispensable en la realización de gestos básicos como el bunny hop, no footer y one footer. La técnica está diseñada en este caso para lograr recorrer una distancia determinada a partir de un punto A hasta llegar a un punto B, dentro de los tres fotogramas el cuerpo flexiona sus articulaciones en función de la ejecución correcta del gesto donde intervienen los músculos flexores de: La espalda, hombro, codos, muñecas, cadera, rodillas y tobillo. Dentro de los tres fotogramas se evidencia una abducción del hombro, el cual brinda estabilidad al eje de dirección, la cintura escapular se mantiene cercana al manillar durante las tres etapas de la fase inicial, y la cadera aumenta su amplitud de flexión a medida que se acerca a la superficie de despegue.



Figura 115. Fase preliminar Tailwhip

Los dos primeros fotogramas, son una continuación de la fase inicial, en los cuales se evidencia flexión en las articulaciones de La espalda, hombro, codos, muñecas, cadera, rodillas y tobillo, así mismo se evidencia rigidez de los músculos flexores y de los músculos extensores en la espalda esta flexión en cada articulación reduce su amplitud a medida que recorre la superficie, en el caso puntual de la espalda se evidencia extensión; esto se realiza favoreciendo el ascenso ya que al subir el centro de gravedad primero, su cuerpo ayuda a la impulsión de la bicicleta consiguiendo mayor altura en el eje Y, y una mayor distancia en el eje X. esta acción se realiza sin lograr una extensión de las articulaciones para no perder el control de la bicicleta.

Las ruedas de la bicicleta en esta fase siempre hacen contacto con la superficie, la acción del cuerpo es adoptar una posición idónea sin extender sus articulaciones, para así despegar de la superficie manteniendo el control de la bicicleta, de esta manera se evidencia que la cadera está muy cerca del manillar a diferencia de la fase anterior cuya proximidad más evidente se ubicaba en la zona de la cintura escapular, se concluye que la cadera se aproxima al manillar, las articulaciones reducen su amplitud de flexión, y el brazo izquierdo en comparación con el brazo

derecho reduce dicha flexión en mayor proporción para dar paso a la siguiente fase; todo esto se realiza a medida que la bicicleta transita por la zona de despegue.

La mirada en este momento es fundamental, la técnica requiere de un nivel alto de concentración y de visión total, en esta fase la mirada esta anticipada a el elemento a recorrer, si el sujeto está en fase de vuelo, su mirada va siempre anticipada al aterrizaje, si el sujeto está en posición inicial, su mirada estará en la zona de despegue.

### 5.3.2. Fase empuje.



Figura 116. Fase separación del elemento en Tailwhip.

Este momento es el inicio de las fases aéreas, que incluye la separación del elemento y seguido a esto inicia con el braceo y el pateo que son momentos determinantes en la ejecución correcta del gesto. El Tailwhip es una técnica definida como la separación de los pies sobre los pedales que realiza un giro únicamente con el marco de la bicicleta de  $360^\circ$  sobre el eje de la dirección, este movimiento consta en enviar el marco con la suficiente velocidad rotacional y con una fuerza sobre el eje de dirección, que garantice la rotación del marco sobre dicho eje. Por esto la separación del elemento es fundamental. En esta fase la misión de los brazos es contener la

fuerza con la que la patada envía el marco, y así una vez se finaliza el contacto con el pie emisor los brazos por medio de la flexión, abducción y aducción logran regresar el marco entre las piernas del sujeto, acción que se da en conjunto con la movilidad articular del tren inferior, que en el momento de alcanzar un equilibrio total entre la carga sobre el eje contrario y el eje en el que se encuentra el cuerpo del sujeto dan inicio a la siguiente fase.

Se evidencia una elevación de la bicicleta que es producto de la flexión en los codos que aumenta progresivamente, las manos realizan una prensa cilíndrica de con agarre firme asegurando que la separación sea únicamente de los pies, lo cual está plasmado a través de los fotogramas y posiciona el centro de la bicicleta paralelo a los pies, esta etapa genera, mayor comodidad para el braceo ya que los codos evidencian una amplitud angular de aproximadamente  $90^\circ$ , las caderas reducen su amplitud de flexión para que las piernas individualicen el movimiento y se proceda a la aducción de la pierna izquierda y a la abducción de la pierna derecha, las rodillas se flexionan apoyando la acción de la cadera, en la separación intervienen los músculos flexores de las piernas, de los hombros y de los brazos.



Figura 117. Fase Braceo y Pateo Tailwhip.



En esta fase la espalda y la cadera se flexionan de manera proporcional y progresiva, la cadera izquierda realiza aducción, que es fundamento del pateo, la cadera derecha realiza abducción que permite la rotación del marco y un balance directo entre las piernas, a medida que la rodilla izquierda se extiende la rodilla derecha se flexiona, los codos en los fotogramas evidencian una flexión continua superior a los 90°, ya que en esta fase los músculos de los brazos realizan fuerza de tipo isométrica, los hombros evidencian un aumento en la flexión alejando del tórax el manillar, la abducción del hombro izquierdo y la aducción del hombro derecho desplazan del eje de rotación hacia el lado izquierdo del sujeto. La rodilla presenta una notable variable, el fotograma 1 evidencia una flexión previa a el contacto con la bicicleta, en el segundo fotograma del mismo orden el pie hace contacto con la rueda trasera impulsando el marco mediante la extensión de esta articulación, en el tercer fotograma La rodilla izquierda realiza una extensión total permitiendo que el marco supere una rotación de 90°, asegurando de esta manera un impulso correcto para dar inicio a la siguiente fase.

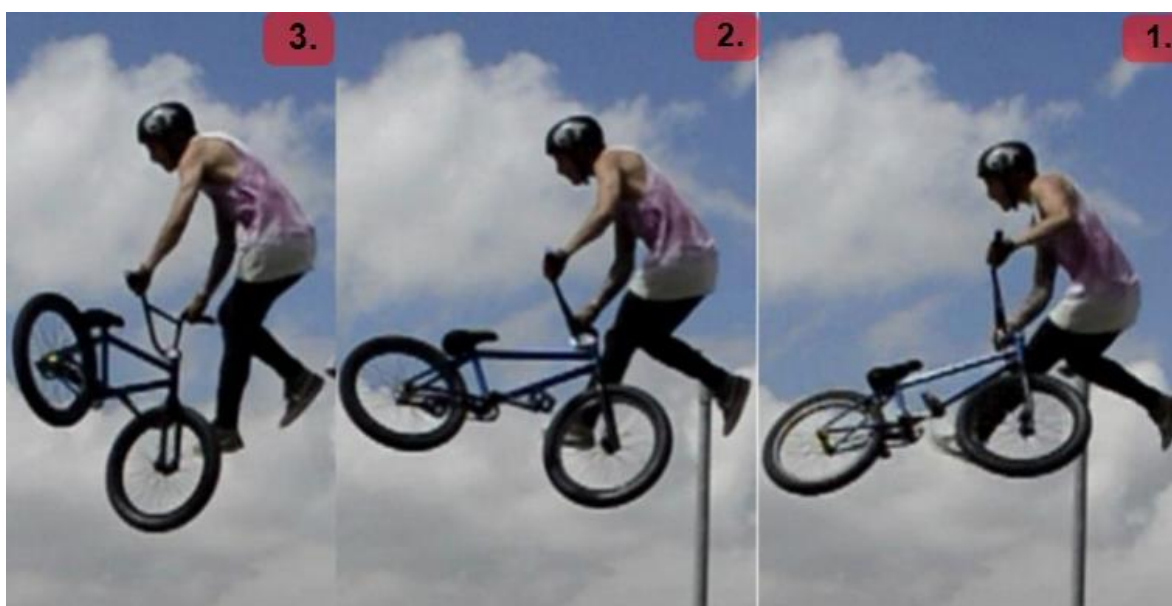


Figura 118. Fase Braceo y Pateo imagen 2.

Se continua la fase de braceo y pateo, el primer momento evidencia una rotación del marco de 180°, la posición del sujeto refleja, flexión en cadera, codos, hombros y rodilla derecha, en el fotograma inicial la rodilla izquierda realiza extensión y se ubica de forma paralela al eje de dirección, la flexión de los hombros permite que el eje de dirección se desplace hacia adelante, se registra flexión de la rodilla izquierda sobre el tercer momento y reducción de esta flexión en la rodilla derecha, se evidencia extensión progresiva de codos; los codos se extienden para que se realice la fase recepción de la bicicleta visualizando la llegada del marco que ha recorrido al final de esta etapa 270°. Se evidencia abducción del hombro derecho y proporcional a esto aducción del hombro izquierdo ubicando de manera cómoda la bicicleta para dar inicio a la fase de equilibrio y anticipación, la cadera izquierda realiza aducción mientras que la derecha realiza aducción para equilibrar la carga ejercida por el peso de la bicicleta que está ubicada sobre el eje izquierdo del sujeto se conserva en esta fase la rigidez de la presión digitopalmar y de la prensa cilíndrica.

### **5.3.3. Fase de Recobro.**





Figura 119. Fase equilibrio y recepción de la bicicleta de Tailwhip

Esta fase aérea está compuesta por una etapa de equilibrio y otra recepción de la bicicleta; la etapa de equilibrio es continua a la de braceo y pateo y se caracteriza por la curvatura continua de la espalda que es producto de la flexión de la misma, en esta fase se divisa por completo el panorama del aterrizaje y se ha completado el 75% de la rotación total del marco ( $270^\circ$ ). El marco de la bicicleta está retornando a su punto inicial ( $360^\circ$ ), se reduce la fuerza con la que regresa el marco, producto de la acción de extensión de los codos que finaliza el braceo concluyendo así que la flexión en codos aumenta la velocidad de la rotación del marco, así que la anticipación consiste en reducir la velocidad con la que retorna el marco, la cadera derecha realiza flexión dentro de los momentos #2 y #3 los cuales evidencian el desplazamiento de la

pierna derecha a posición correcta de recepción del marco, en los siguientes fotogramas no se presenta flexión de la cadera con el fin de posicionar los pies de manera paralela proporcionando estabilidad idónea a la finalización del gesto sin descompensar el balance de cargas laterales, del fotograma #1 al #7 la cadera izquierda pasa de aducción en la etapa final del pateo, a abducción para recibir el marco de la bicicleta y hacer contacto con la pierna derecha. La cadera derecha realiza una variación inversamente proporcional a la cadera izquierda, donde pasa de abducción a aducción al momento de finalizar el braceo con el contacto del marco, la rodilla derecha se flexiona en los fotogramas #1, #2 y #3 durante los 90° que faltan para finalizar la rotación del marco, una vez se finaliza esta rotación la rodilla izquierda se flexiona, realiza abducción y aducción para ubicarse de manera precisa en el pedal, una vez realiza contacto con el pedal se da inicio a la siguiente fase, se compensa la ubicación de el manillar, ya no está sobre el eje izquierdo del sujeto, pasa al eje derecho nivelando la carga, la anticipación es el paso previo a finalizar la técnica.

#### 5.3.4. Fase finalización del movimiento angular.



Figura 120. Fase finalización del movimiento angular.

Es el momento de finalización del gesto, esta etapa garantiza la rotación total del marco, el posicionamiento de los pies en los pedales, la rigidez de las manos en el manillar acción de la prensa cilíndrica, y el aterrizaje seguro del sujeto puesto que los puntos de apoyo (manos y pies) se han ubicado de manera correcta. Las extremidades están ampliamente extendidas debido a la proximidad con el suelo, estas articulaciones actúan amortiguadores contra las fuerzas empleadas en la ejecución del gesto. La espalda continua con la postura encorvada por la flexión, los codos y rodillas se extienden previo a la fase de aterrizaje preservando la integridad física del sujeto, no se presenta ni abducción ni aducción en ninguna articulación, básicamente la culminación del gesto se da desde el fotograma #1 aun cuando no se ha realizado contacto con la rampa de aterrizaje. Por esto se culmina el proceso del desarrollo de la técnica.

### 5.3.5. Fase Aterrizaje.



Figura 121. Fase finalización de la técnica Tailwhip.

El aterrizaje está condicionado por la superficie destinada para dicho objetivo, es importante tener en cuenta que la rampa de aterrizaje no posee el ángulo exacto al de salida y esta fase se ajusta a la superficie de aterrizaje por esto en este caso se realiza apoyando primero la rueda trasera para distribuir de manera segura las cargas haciendo progresivo el movimiento del aterrizaje, esta fase es fundamental a la hora de preservar la integridad y las condiciones

físicas del sujeto, el aterrizaje requiere de una posición rígida de las articulaciones, que se irán flexionando progresivamente para reducir la fuerza gravitacional ejercida al caer. Las articulaciones de la espalda, los hombros, los codos, la cadera, las rodillas y los tobillos se flexionan simultáneamente favoreciendo el aterrizaje seguro y la progresiva distribución de las fuerzas implicadas en esta etapa, los hombros realizan abducción para reducir las fuerzas en el aterrizaje, la cadera realiza flexión proporcional a la distancia de los pedales, el pedal derecho se ubica 36 cms adelante del izquierdo, esta diferencia de medidas proporciona una flexión indicada en la fase inicial. Al finalizar el aterrizaje el manillar se ubica muy cerca de la cintura escapular.

## **6. Discusión**

Esta investigación tuvo como propósito identificar características cinemáticas y descriptoras del movimiento que permitieron estructurar fases de movimientos del gesto técnico y posteriormente generar un plan metodológico de enseñanza progresivo por medio de los resultados recolectados y analizados. Se triangula la información y se establece que, con los datos cuantitativos, datos cualitativos y la teoría da como resultado las fases de movimiento y el plan metodológico.

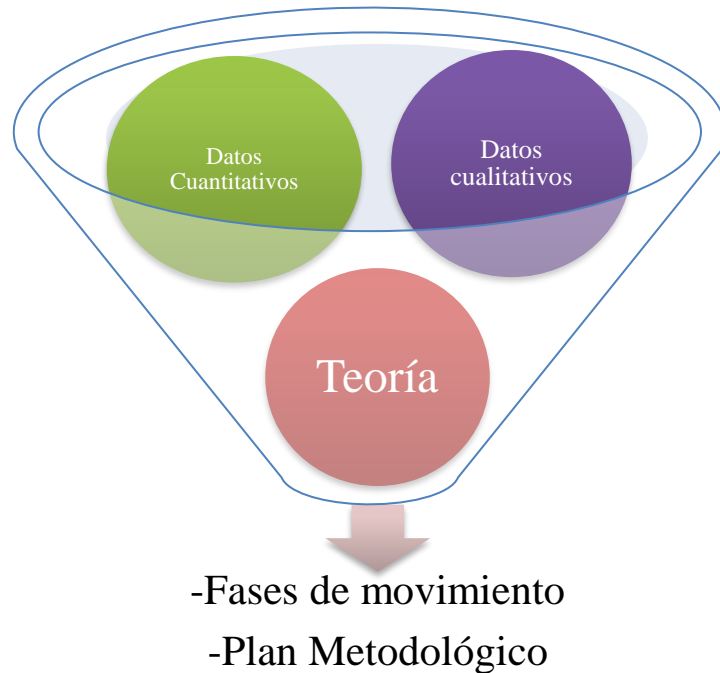


Figura 122. Triangulación de los resultados

A continuación, se evidencia las fases y el plan metodológico estructurado.

### 6.1. Fases de Movimiento.

Se establecen 5 fases de las cuales son:

Tabla 6. Fases del gesto técnico Tailwhip

<b>Fases</b>	<b>Subfases</b>
<b>Preliminar</b>	-Posición Inicial -Desplazamiento en zona de despegue
<b>Empuje</b>	-Separación del elemento -Braceo y Pateo
<b>Recobro</b>	-Equilibrio -Recepción de la bicicleta
<b>Finalización del movimiento angular</b>	-Finalización del movimiento angular
<b>Aterrizaje</b>	-Finalización de la técnica

### **6.1.1. Fase Preliminar**

**6.1.1.1. Posición Inicial.** La posición del sujeto es la inicial para cualquier técnica a desarrollar en el BMX, en esta técnica el sujeto debe alcanzar mínimo una velocidad de 7,06 m/s alrededor de 6 segundos, dependiendo si su recorrido inicia en un plano horizontal (suelo) debe recorrer mínimo 41 metros para alcanzar la velocidad anteriormente mencionada o con apoyo de otra pirámide continua a la que se va a ejecutar el gesto técnico con rampa inclinada. Sin embargo, aproximadamente 4 metros antes de llegar a la rampa de impulso, el sujeto no sigue pedaleando, los pedales permanecen en el mismo eje horizontal, generando movimientos en las articulaciones anticipando su llegada a la rampa de impulso. Sostiene el manillar con la flexión de los dedos con una prensión digitopalmar y la muñeca dirige el movimiento del manillar, el hombro efectúa abducción progresiva de aproximadamente 32° a 62° alejándolo de la simetría del cuerpo, generando que el codo que ya llevaba una flexión aumente su grado simultaneo a la abducción. Con la mirada hacia al frente, observando la rampa, la espalda se flexiona aproximadamente 45° y próximo a llegar a la rampa, disminuye la flexión gradualmente, y la flexión de las rodillas de alrededor de 20° aumenta a 60° antes de llegar a la rampa igual que la flexión que aumenta de neutral a 20° es decir que debe ser un movimiento simultaneo entre las articulación del tren inferior, generado por la persona que baja su centro de gravedad que se mantiene a la altura del abdomen, acercando los glúteos al sillín, con una flexión en la cadera de alrededor de los 25° en donde los tobillos se encuentran neutrales y con el acercamiento a la rampa se flexionan progresivamente hasta llegar a 21°.

**6.1.1.2. Desplazamiento zona de despegue.** En esta fase la persona con la velocidad que alcanza en el trayecto horizontal debe durar un tiempo estimado de 0,26 segundos sobre la rampa, es decir un tiempo bastante corto, generando en ese momento un ángulo de incidencia en el cual

se proyectara la bicicleta. Se requiere de una rampa con mínimo  $60^\circ$  ya que la inclinación de la rampa curva, es aquella la que favorece el impulso de la misma y ese alcance máximo sobre el eje X (altura), y con esta altura tener el espacio suficiente para realizar el giro de la bicicleta. La prensa cilíndrica se mantiene. Cuando la bicicleta inicia el recorrido en la rampa la espalda del sujeto se debe flexionar ligeramente a una aproximación de  $17^\circ$  y va disminuyendo en el recorrido hasta extenderla alrededor de los  $19^\circ$ , en donde el hombro se debe flexionar alrededor de los  $50^\circ$  y por ende el codo se extiende progresivamente al acercar el cuerpo al manillar finalizando el recorrido con el fin de controlar mejor el movimiento de la bicicleta, la cadera debe tener una progresión descendente de la amplitud angular y de igual manera sucede con la rodilla, se extiende a medida que recorre la rampa con un ángulo de alrededor de  $60^\circ$  para llegar a  $21^\circ$ . Los pies cuando están ubicados en los pedales ejercen una presión con los metacarpos con la fuerza de los músculos y se flexionan de manera diferente con relación al otro, la amplitud de flexión intercambia de pie, y el pie derecho pasa a ser quien más flexiona con una diferencia de amplitud menores a  $3^\circ$  para el primer momento, y de  $8^\circ$  para el segundo momento.

El manillar permanece paralelo a su zona abdominal, a medida que va ascendiendo la rampa, su manillar (que es lo que primero asciende), obliga a extender de manera controlada y progresiva sus articulaciones, de manera que se debe distribuir al recorrido, el peso corporal y el peso de la bicicleta para evitar perder el balance en el ascenso. Con la cual se concluye que a menor distancia del objetivo impulsor debe realizarse una flexión más pronunciada.

### **6.1.2. Fase Empuje**

**6.1.2.1. Separación del elemento.** Una vez sale la rueda del borde inicia el sujeto a separar los pies de sus pedales, debido al ángulo de proyección, la velocidad y tiempo que dura en ejecutar este movimiento se debe alcanzar mínimo de  $7,05$  m/s, similar a la velocidad en el plano



horizontal, la separación del elemento es una fase crucial, debido a la dificultad y a la técnica del gesto “Tailwhip” que es una doble separación que involucra muchos movimientos simultáneos, debe abandonarse el contacto con la superficie de la rampa, y sumado a esto debe separar un punto de apoyo (pies) de la bicicleta, para dar inicio a una rotación del marco de 360 grados.

Una vez sale la rueda del borde inicia el sujeto a separar los pies de sus pedales, los codos se flexionan para llevar el elemento de manera segura tal como en la fase inicial, con la variante de sus pies, quienes ya no están soportados en los pedales y dejan de ejercer fuerza gravitacional, pero su pierna izquierda se flexiona ligeramente preparándose para extenderla con el fin de realizar la patada. De acuerdo a los movimientos, la flexión de los dedos sostiene el manillar en toda la ejecución del gesto con una prensa digitopalmar, la espalda realiza una extensión alrededor de  $9^{\circ}$  cuando aún tiene contacto con la rampa y próximo a la separación completa, aumenta dicha extensión, el codo realiza una leve flexión de  $31^{\circ}$  aproximado, que disminuye progresivamente para generar una leve abducción del hombro alejándose de la simetría del cuerpo y finalizando con un ángulo de  $8^{\circ}$  separando el pie derecho del pedal, dicha abducción le permite al deportista obtener una extensión del codo de  $143^{\circ}$  aproximados separando únicamente la llanta delantera del elemento disminuyendo progresivamente  $54^{\circ}$  que permite separar totalmente el elemento de la rampa y facilita la estabilidad del elemento junto al tronco del deportista; la cadera realiza una progresión ascendente con una flexionando en un ángulo de  $31^{\circ}$  aproximados en la separación parcial y disminuyendo alrededor de  $18^{\circ}$  al efectuar la separación completa del elemento; la articulación de la rodilla se flexiona con un ángulo mínimo de  $15^{\circ}$  aproximados aumentando alrededor de  $68^{\circ}$  con una amplia flexión de la rodilla derecha y una amplitud leve de aproximadamente  $10^{\circ}$  en la rodilla izquierda previo a la fase de pateo;

generando una extensión de  $11^\circ$  aproximados en el tobillo, facilitando el apoyo de los pies; el centro de gravedad se encuentra ubicado a nivel de la zona abdominal y piernas.

**6.1.2.2. Braceo y pateo.** El sujeto se encuentra suspendido en el aire cuando va a realizar el giro del marco de la bicicleta, la pierna izquierda genera un impulso en la zona lateral de la llanta trasera a nivel de la coraza, esta fuerza debe ser grande ya que con datos cinemáticos rotatorios debe alcanzar una velocidad angular promedio de  $9,5 \text{ rad/s}$  con una velocidad tangencial o lineal de  $10,05 \text{ m/s}$  y aceleración de  $14,39 \text{ rad/s}^2$  en cuestión de tiempo: menos de 1 segundo, alrededor de 0,8 segundos; es decir, lo más rápido posible. De lo contrario, sin haber completado el giro alguna de las llantas al tocar el suelo el rechazo del suelo con la bicicleta puede ocasionar accidentes comprometiendo la integridad de la persona y fallar en la realización de la técnica. Por otra parte, la función de los brazos es contener la fuerza con la que la patada envía el marco, sosteniendo con la prensión digitopalmar de las manos constantemente los agarres del manillar de la bicicleta, a medida que el giro del marco sucede, el hombro quien lleva el movimiento del braceo, realiza una abducción alrededor de los  $40^\circ$  debido a que la persona acerca el manillar a su plano coronal anterior generando que los codos se flexionen aproximadamente de  $40$  a  $46^\circ$ , en donde la columna vertebral o la espalda de la persona se flexiona ligeramente alrededor de los  $9^\circ$  a  $14^\circ$  siendo progresiva la misma generando que la piernas permanezcan juntas y en la cadera se produzca una flexión simultánea. De esta manera las rodillas que mantienen una flexión de alrededor de los  $65^\circ$ , con el pateo varían su amplitud, ya que la rodilla derecha se extiende en su máxima amplitud progresivamente y con ella el tobillo, mientras que la rodilla izquierda aumenta su flexión y el tobillo realiza una ligera flexión y luego mantiene su posición neutra, este movimiento con el fin de anticipar la bicicleta en la siguiente fase.

### **6.1.3. Fase Recobro**

**6.1.3.1. Equilibrio.** En esta fase, por la posición de la bicicleta (rotación en  $180^\circ$ ), la velocidad angular y el cuerpo sosteniendo la bicicleta con una prensa cilíndrica en el manillar, el rotor de la bicicleta se mantiene 0,16 segundos en el eje horizontal desplazándose sobre él, deben alcanzar una altura mínima de 1,93 metros, altura suficiente para realizar el giro del marco. La pierna que le dio el impulso a la llanta, que se encuentra la rodilla en extensión se flexiona progresivamente alrededor de los  $78^\circ$ , mientras que la rodilla de la pierna derecha mantiene una flexión casi constante de  $90^\circ$  a  $78^\circ$  simultaneo a la disminución angular de la cadera de  $21^\circ$  a  $7^\circ$  en donde los tobillos que no ejecutan ninguna fuerza se extienden y luego se flexionan para anticipar la bicicleta en la siguiente fase. Por efecto del peso de la bicicleta y por ende la gravedad, la columna vertebral se flexiona alrededor de  $23^\circ$  sin variar manteniendo la posición; las extremidades se agrupan un poco lo que genera que su centro de gravedad se ubique en medio de la zona abdominal y las piernas para equilibrar el cuerpo en el aire. Por otra parte, los brazos que se ejercen fuerza hacen que los hombros realicen abducción y flexión inicialmente con  $2^\circ$  con amplitudes hasta  $53^\circ$ , los codos inicialmente se encuentran en flexión y en extensión con amplitudes iniciales de  $78^\circ$  duplicando casi su valor cuando el marco este paralelo al cuerpo del deportista y se realiza una extensión completa con un ángulo de  $165^\circ$  cuando el marco esta próximo al lado izquierdo del cuerpo del deportista y posicionarse nuevamente

**6.1.3.2. Recepción de la bicicleta.** En la fase de recepción de la bicicleta, lo que se debe realizar es reducir la velocidad con la que retorna el marco y finaliza el giro de  $360^\circ$ , la mirada permanece mirando el lugar donde aterriza la bicicleta, en donde la pierna derecha se extiende gradualmente con un ángulo de aproximadamente  $19^\circ$ , mientras que la pierna izquierda inicialmente se encuentra en extensión y se comienza a flexionar gradualmente hasta los  $108^\circ$  y al encontrarse nuevamente

sobre la bicicleta se extiende, un movimiento previo para colocar el pie izquierdo en el pedal. En donde la cadera se flexiona alrededor de  $27^\circ$  cuando la bicicleta ha completa el 80% de su giro y por consiguiente a recibir la bicicleta hay una abducción y de igual manera en los hombros hay una abducción y flexión con los codos extendidos casi en su máxima amplitud. Seguidamente de esto, próximo a recibir la bicicleta en medio de las piernas, la flexión de los hombros se reduce, los codos mantienen su extensión de aproximadamente  $160^\circ$  generando que la espalda se flexione alrededor de los  $26^\circ$  y en el momento que coloca el pie derecho en el pedal se flexione hasta los  $30^\circ$ , es decir que la flexión de la espalda varía según movimientos de las demás articulaciones. Por otra parte, cuando el tobillo no ha hecho contacto con el pedal mantienen una flexión neutra y al hacerlo realiza una ligera flexión de  $9^\circ$ .

#### **6.1.4. Fase finalización del movimiento angular.**

En esta fase el marco ha terminado su giro y se anticipa al aterrizaje en donde la espalda amplía su extensión aproximadamente de  $20^\circ$  a  $32^\circ$ , las extremidades están ligeramente extendidas debido a la proximidad con el suelo, estas articulaciones actúan como resortes para amortiguar las fuerzas empleadas en la ejecución del gesto. Se flexionan los codos se encuentran en una extensión y próximo a aterrizar se flexionan ligeramente, en donde se mantiene aproximadamente la misma abducción de los hombros con referencia a la fase anterior. Durante esta fase se produce una flexión simultánea y pasiva en la articulación coxofemoral, por ende, no se produce amplitud angular y una vez posicionada la pierna derecha en el pedal, la rodilla realiza una reducción de la amplitud angular pasando de los  $34^\circ$  a  $24^\circ$  al momento de hacer contacto en la zona de aterrizaje y la rodilla izquierda realiza una reducción de la amplitud angular pasa de  $58^\circ$  a  $41^\circ$  aproximadamente. En la muñeca, la aducción y abducción se presentan de manera leve durante la preparación para el impacto de aterrizaje generando un ángulo obtuso

hacia afuera, pues permiten al deportista tomar el control del recorrido para finalizar el gesto técnico.

#### **6.1.5. Fase aterrizaje- finalización de la técnica.**

En esta fase el marco ha terminado su giro y se anticipa al aterrizaje en donde la espalda amplía su extensión aproximadamente de 20° a 32°, las extremidades están ligeramente extendidas debido a la proximidad con el suelo, estas articulaciones actúan como resortes para amortiguar las fuerzas empleadas en la ejecución del gesto. Se flexionan los codos se encuentran en una extensión y próximo a aterrizar se flexionan ligeramente, en donde se mantiene aproximadamente la misma abducción de los hombros con referencia a la fase anterior. Durante esta fase se produce una flexión simultánea y pasiva en la articulación coxofemoral, por ende, no se produce amplitud angular y una vez posicionada la pierna derecha en el pedal, la rodilla realiza una reducción de la amplitud angular pasando de los 34° a 24° al momento de hacer contacto en la zona de aterrizaje y la rodilla izquierda realiza una reducción de la amplitud angular pasa de 58° a 41° aproximadamente.

#### **6.2. Plan Metodológico**

El plan metodológico para la enseñanza de ejecución del gesto técnico Tailwhip se basa en los análisis y las fases que se abstraen. Cada sesión del plan metodológico está compuesta por su correspondiente rúbrica de evaluación, el deportista deberá cumplir con los requisitos descritos en cada rúbrica para poder continuar con la siguiente sesión, la sesión se divide en fase de calentamiento, central y final con un tiempo total de 75 minutos; cabe recalcar la importancia del cumplimiento de cada sesión para que el plan sea progresivo y efectuar el gesto técnico correctamente. De esta manera, el plan se divide en tres módulos, cada uno con características de ejecución en donde se aumenta la dificultad progresivamente.

**6.2.1. Recomendaciones.** Antes de iniciar el proceso se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

**6.2.1.1. Capacidades.** El sujeto debe poseer las capacidades físicas condicionales desarrolladas (fuerza, resistencia, velocidad y flexibilidad), dentro de las cuales también las coordinativas esenciales, tales como: la orientación, diferenciación, sincronización, reacción y equilibrio. El plan metodológico está dirigido para una población mayor a 12 años.

**6.2.1.2. Habilidades.** Poseer las habilidades motrices necesarias de ejecución en el manejo de la bicicleta, de las cuales se incluyen mantener el equilibrio, pedalear sincronizadamente, desplazarse en un espacio determinado, entre otros.

**6.2.1.3. Reconocimiento.** Reconocer las dimensiones y material de la rampa (grados de inclinación, medidas de longitud y altura de la rampa).

**6.2.1.4. Elementos de protección.** Usar elementos de protección: zapatos deportivos en bota, tobilleros, canilleras, concha (protector genital), coderas, guantes deportivos, casco y protector bucal. Con el fin de minimizar los riesgos presentados en dichas ejecuciones de aprendizaje.

## **6.2.2. Estructura del plan metodológico.**

### **6.2.2.1. Módulo 1. Plano horizontal.**

#### *6.2.2.1. 1. Sesión 1*

Sesión 1: Salto en plano horizontal (hop)	
Calentamiento (20 min)	General:  Ejercicios de movilidad para el cuello: Inclina la cabeza hacia la izquierda, se sujeta con la mano izquierda la cabeza en la zona parietal durante 10 segundos, luego se realiza al lado derecho, repitiendo 3 veces cada lado. Posterior a eso, gira

la cabeza de manera horizontal hacia ambos lados procurando que la barbilla se toque con el hombro correspondiente.

Ejercicios de movilidad para la rodilla: De pie, el sujeto levanta una pierna sin realizar flexión de rodilla, suspendida a la altura de la rodilla por 10 segundos, luego se hace el mismo movimiento con la otra pierna. Repite el ejercicio 3 veces con cada pierna. En posición decúbito ventral, flexiona una rodilla intentando tocar el glúteo con el talón del pie, manteniendo la posición durante 10 segundos. Repite el movimiento 5 veces con cada pierna. Después de pie, eleva una pierna flexionando la rodilla manteniendo la posición realiza flexión y extensión de manera continua durante 15 segundos, luego con la otra pierna.

Ejercicios de movilidad para los hombros: El sujeto realiza abducción de los hombros sin realizar flexión de los codos, hasta que rocen las orejas. Se mantiene esta acción por 10 segundos, posterior a este tiempo se relajan los músculos involucrados. Repite 10 veces el ejercicio. Realiza circunducción de los hombros durante 30 segundos.

Ejercicios de movilidad para el tobillo: Se coloca el pie en una posición donde ese evidencie un ángulo de 90 grados con la pierna. El dorso del pie debe de quedar frente al sujeto. Manteniendo la rodilla sin flexionar por lo menos 10 segundos y regresa a la posición neutral. Repite los pasos anteriores 10 veces de flexión y extensión del tobillo. Se debe tener en cuenta que el ejercicio se prolonga hasta sentir un calor localizado muy intenso en la zona.

Específico:



1. El sujeto de pie, sostiene la bicicleta por el manillar con ambas manos, se realiza extensión y flexión del codo, desplazando la bicicleta de atrás hacia adelante en repetidas ocasiones siempre haciendo contacto de las ruedas con el suelo (20 repeticiones), así se presenta activación muscular de los brazos, hombros, pecho y espalda.
2. El sujeto de pie, sostiene la bicicleta por el manillar con ambas manos, se realiza extensión y flexión del codo, desplazando la bicicleta de atrás hacia adelante en repetidas ocasiones siempre haciendo contacto de la rueda trasera únicamente, con el suelo (20 repeticiones), así se presenta activación muscular de los brazos, hombros, pecho y espalda.
3. El sujeto de pie, sostiene la bicicleta por el sillín con ambas manos, se realiza flexión y extensión del codo, desplazando la bicicleta de atrás hacia adelante en repetidas ocasiones siempre haciendo contacto de las ruedas con el suelo (20 repeticiones), a su vez que realiza una sentadilla simultánea al movimiento de extensión de los brazos así se presenta activación muscular de los brazos, hombros, pecho y espalda.
4. Trote con intervalos de tiempo y velocidad, donde se inician desplazamientos (50 más) frontales del lado izquierdo de la bicicleta, y del lado derecho para regresar a la posición inicial, 5 recorridos de 2 minutos, descansos de 15 segundos por recorrido.
5. Recorrido en la bicicleta durante 5 minutos a velocidad constante de alrededor de 15 km/h.

<p>Fase central (40 min) Descansos de 2 minutos por cada 10 repeticiones</p>	<p>El sujeto se ubica sobre la bicicleta realizando desplazamiento en un plano horizontal (suelo), alineando los pies en el mismo eje como punto de apoyo sobre los pedales, estos soportan la carga del peso corporal, las manos a la vez realizan una prensa cilíndrica en los agarres del manillar que proporcionan estabilidad en el eje de dirección de la bicicleta. Para iniciar la elevación de la bicicleta en conjunto con el cuerpo, el momento inicial debe evidenciar lo siguiente: las articulaciones de rodilla y codo se encuentran en extensión, la articulación del tobillo y de la muñeca no se flexionan ni se extienden y las articulaciones de espalda y cadera se flexionan. Una vez el sujeto se prepara para dar inicio a esta elevación del plano horizontal se inicia una flexión progresiva de las articulaciones de espalda que debe ser mayor a la inicial, del codo que debe estar acompañada de una amplia abducción y flexión del hombro, y de la cadera que reduce su amplitud comparada con la inicial, de las rodillas que se flexionan sobrepasando los 90° y finalmente los tobillos deben estar flexionados proporcionales al resto del tren inferior cuya posición acopla de manera segura el pie sobre el pedal para dar inicio a la siguiente etapa. Ya en la parte final del gesto se realizan movimientos que permiten el despegue de la bicicleta inversos a los mencionados anteriormente, se procede a: realizar extensión de la espalda para adoptar una posición erguida y buscar alinear la columna con el eje de la pierna, ubicando el centro de gravedad conforme a las agrupaciones de las extremidades ubicándose en promedio en medio de la zona abdominal y piernas; los codos se extienden por completo bloqueando la articulación, los hombros reducen considerablemente su amplitud de flexión que a su vez hacen aducción acercando el codo al torso, la cadera se extienden y no se evidencia flexión debido a la aproximación de las rodillas que se extienden por completo, y se finaliza con el</p>
--	--

movimiento de extensión de la articulación tibiotarsiana (tobillo); en el aterrizaje cuando la bicicleta retoma su posición en la superficie se realiza una leve flexión de las rodillas y la cadera a modo de un sistema de amortiguación para minimizar la fuerza de impacto y retomar la posición inicial, en la cual se genera extensión de las mismas.



Figura 123. Secuencia etapa Salto en plano Horizontal

Fase final  
(15 min)

Flexores de cadera y cuádriceps: con ambas manos ubicadas en la canilla, se busca el contacto del muslo con el torso, mientras la otra pierna reposa totalmente estirada sobre el suelo.

Lumbares: En posición erguida, como si se buscara tocar el techo, se deja caer primero hacia un lado y luego hacia el otro. No se deben levantar los talones.

Aductores: En posición sentado, junta las plantas de los pies, agarrándolos con ambas manos y apoyando los codos en la cara interna de la rodilla se intentará llevar las rodillas hacia el suelo

	<p>Isquiotibiales: Tratar de llevar las manos, con los brazos extendidos, al suelo. El tronco, flexionado, estará relajado, al igual que el cuello. Después sentado en el suelo con una pierna extendida y la otra flexionada con el pie apoyado sobre el muslo de la que está extendida (a la altura de los aductores), tratar de tocar los dedos de los pies con las manos, mediante una extensión de brazos, flexionando el tronco y con la espalda y el cuello relajados. Una vez finalizado el estiramiento, se cambian los roles de las piernas.</p> <p>Glúteos y oblicuos: Sentado con la pierna izquierda extendida, se flexiona la contraria, llevándola a tocar con el exterior del pie derecho, la parte externa de la rodilla de la pierna izquierda. En esta posición, se debe apoyar el codo en la parte exterior del muslo izquierdo y empujar suavemente al mismo tiempo que se gira el tronco.</p> <p>Cuádriceps: En posición de pie sostener el tobillo con la mano del mismo plano sagital durante 15 segundos. Mantener la espalda derecha y ambas rodillas en línea.</p> <p>Psoas ilíaco: Se debe adelantar una pierna, y flexionar unos 90° aproximadamente; Se Recarga el peso del cuerpo sobre la pierna adelantada y se mantiene la espalda recta. La pierna retrasada, debe flexionarse hasta notar el estiramiento a la altura de la ingle. Repetir con ambas piernas.</p>
--	---

Rúbrica de evaluación

INDICADOR VALORACIÓN	NO CUMPLE	NECESITA TIEMPO	CUMPLE
Separar la bicicleta del suelo en plano horizontal.	El sujeto no lograr separar la bicicleta	El sujeto logra separar del plano horizontal	El sujeto logra separar simultáneamente

	del plano horizontal.	únicamente la llanta delantera de la bicicleta.	la bicicleta del plano horizontal.
--	-----------------------	---	------------------------------------

### 6.2.2.2. Módulo 2. Saltos sobre la rampa

#### 6.2.2.2.1. Sesión 2.

Sesión 2: Salto sobre la Rampa	
Calentamiento (20 min)	<p>General:</p> <p>Ejercicios de movilidad para el cuello: Inclina la cabeza hacia la izquierda, se sujeta con la mano izquierda la cabeza en la zona parietal durante 10 segundos, luego se realiza al lado derecho, repitiendo 3 veces cada lado. Posterior a eso, gira la cabeza de manera horizontal hacia ambos lados procurando que la barbilla se toque con el hombro correspondiente.</p> <p>Ejercicios de movilidad para la rodilla: De pie, el sujeto levanta una pierna sin realizar flexión de rodilla, suspendida a la altura de la rodilla por 10 segundos, luego se el mismo movimiento con la otra pierna. Repite el ejercicio 3 veces con cada pierna. En posición decúbito ventral, flexiona una rodilla intentando tocar el glúteo con el talón del pie, manteniendo la posición durante 10 segundos. Repite el movimiento 5 veces con cada pierna. Después de pie, eleva una pierna flexionando la rodilla manteniendo la posición realiza flexión y extensión de manera continua durante 15 segundos, luego con la otra pierna.</p> <p>Ejercicios de movilidad para los hombros: El sujeto realiza abducción de los hombros sin realizar flexión de los codos, hasta que rocen las orejas. Se mantiene</p>

esta acción por 10 segundos, posterior a este tiempo se relajan los músculos involucrados. Repite 10 veces el ejercicio. Realiza circunducción de los hombros durante 30 segundos.

Ejercicios de movilidad para el tobillo: Se coloca el pie en una posición donde ese evidencie un ángulo de 90 grados con la pierna. El dorso del pie debe de quedar frente al sujeto. Manteniendo la rodilla sin flexionar por lo menos 10 segundos y regresa a la posición neutral. Repite los pasos anteriores 10 veces de flexión y extensión del tobillo. Se debe tener en cuenta que el ejercicio se prolonga hasta sentir un calor localizado muy intenso en la zona.

Específico:

1. El sujeto de pie, sostiene la bicicleta por el manillar con ambas manos, se realiza extensión y flexión del codo, desplazando la bicicleta de atrás hacia adelante en repetidas ocasiones siempre haciendo contacto de las ruedas con el suelo (20 repeticiones), así se presenta activación muscular de los brazos, hombros, pecho y espalda.
2. El sujeto de pie, sostiene la bicicleta por el manillar con ambas manos, se realiza extensión y flexión del codo, desplazando la bicicleta de atrás hacia adelante en repetidas ocasiones siempre haciendo contacto de la rueda trasera únicamente, con el suelo (20 repeticiones), así se presenta activación muscular de los brazos, hombros, pecho y espalda.
3. El sujeto de pie, sostiene la bicicleta por el sillín con ambas manos, se realiza flexión y extensión del codo, desplazando la bicicleta de atrás hacia adelante en repetidas ocasiones siempre haciendo contacto de las ruedas con el suelo (20

	<p>repeticiones), a su vez que realiza una sentadilla simultánea al movimiento de extensión de los brazos así se presenta activación muscular de los brazos, hombros, pecho y espalda.</p> <p>4. Trote con intervalos de tiempo y velocidad, donde se inician desplazamientos (50 más) frontales del lado izquierdo de la bicicleta, y del lado derecho para regresar a la posición inicial, 5 recorridos de 2 minutos, descansos de 15 segundos por recorrido.</p> <p>5. Recorrido en la bicicleta durante 5 minutos a velocidad constante de alrededor de 15 km/h.</p>
<p>Fase central (40 min)</p> <p>Descansos de 2 minutos por cada 10 repeticion es</p>	<p>Salto sobre la rampa. El sujeto debe desplazarse sobre la bicicleta en un plano horizontal a una distancia previa de alrededor de 41 metros para alcanzar una velocidad promedio de 7m/s, durante la ejecución las manos realizan una prensa cilíndrica sobre los agarres del manillar, manteniendo la mirada sobre el recorrido y anticipando la superficie de despegue; una vez la llanta delantera haga contacto con la inclinación inicial de dicha superficie, la mirada continua firme sobre el borde final de la rampa, se realiza una flexión de la espalda que se reduce durante el recorrido y para el momento de separación de la llanta delantera sobre la rampa la espalda logra una extensión que la alinea en una posición neutra sobre el eje Y. Los hombros permanecen en flexión durante el desplazamiento en donde se evidencie contacto de la bicicleta con una superficie, y reducen su flexión proporcional a el recorrido; esta acción motriz de la flexión del hombro ocasionara una extensión progresiva del codo, que desplaza el manillar de una posición cercana a la cintura escapular para luego acercarse a la cadera a medida que asciende la bicicleta por la rampa, alcanzando una mayor altura y gracias a</p>



que el centro de gravedad se ubica a nivel de la zona abdominal y las piernas es posible alcanzar dicha altura; la cadera en lo posible no debe presentar flexión para mantener el balance del tren inferior, las rodillas se flexionan sobre los 90° al iniciar el recorrido por la rampa y al final de esta etapa, se evidencia una extensión alineada con el eje de la pierna, finalmente los tobillos se extienden hasta lograr un equilibrio idóneo para finalizar el salto y aterrizar. En la finalización del salto, el cuerpo adopta la siguiente postura: la espalda reduce su flexión comparada a la posición inicial, los hombros están flexionados y con una amplitud considerable de abducción para mantener el control del eje de dirección, los codos se extienden y su rigidez actúan como soporte a la caída, la cadera en lo posible no se flexiona, y los tobillos se flexionan progresivamente después de la extensión realizada durante el tiempo que no hubo contacto con el suelo para la preparación del aterrizaje, finalmente la llanta trasera es la primera en hacer contacto con la superficie del plano inclinado y acto seguido los movimientos de aterrizaje son de una leve flexión de los codos, las rodillas, los tobillos y la cadera como un sistema de amortiguación para minimizar la fuerza de impacto y retomar la posición inicial.



Figura 124. Secuencia etapa salto largo sobre la rampa.

Fase final  
(15 min)

Flexores de cadera y cuádriceps: con ambas manos ubicadas en la canilla, se busca el contacto del muslo con el torso, mientras la otra pierna reposa totalmente estirada sobre el suelo.

Lumbares: En posición erguida, como si se buscara tocar el techo, se deja caer primero hacia un lado y luego hacia el otro. No se deben levantar los talones.

Aductores: En posición sentado, junta las plantas de los pies, agarrándolos con ambas manos y apoyando los codos en la cara interna de la rodilla se intentará llevar las rodillas hacia el suelo

Isquiotibiales: Tratar de llevar las manos, con los brazos extendidos, al suelo. El tronco, flexionado, estará relajado, al igual que el cuello. Después sentado en el suelo con una pierna extendida y la otra flexionada con el pie apoyado sobre el muslo de la que está extendida (a la altura de los aductores), tratar de tocar los dedos de los pies con las manos,

	<p>mediante una extensión de brazos, flexionando el tronco y con la espalda y el cuello relajados. Una vez finalizado el estiramiento, se cambian los roles de las piernas.</p> <p>Glúteos y oblicuos: Sentado con la pierna izquierda extendida, se flexiona la contraria, llevándola a tocar con el exterior del pie derecho, la parte externa de la rodilla de la pierna izquierda. En esta posición, se debe apoyar el codo en la parte exterior del muslo izquierdo y empujar suavemente al mismo tiempo que se gira el tronco.</p> <p>Cuádriceps: En posición de pie sostener el tobillo con la mano del mismo plano sagital durante 15 segundos. Mantener la espalda derecha y ambas rodillas en línea.</p> <p>Psoas ilíaco: Se debe adelantar una pierna, y flexionar unos 90° aproximadamente; Se Recarga el peso del cuerpo sobre la pierna adelantada y se mantiene la espalda recta. La pierna retrasada, debe flexionarse hasta notar el estiramiento a la altura de la ingle. Repetir con ambas piernas.</p>
--	--

Rubrica de evaluación

INDICADOR VALORACIÓN	NO CUMPLE	NECESITA TIEMPO	CUMPLE
Desplazamiento sobre la rampa con separación del elemento en su plano horizontal.	El sujeto no logra desplazarse realizando separación de la bicicleta sobre el plano	El sujeto logra desplazarse hacia la rampa, pero no evidencia un aterrizaje controlado y hace uso de sus extremidades inferiores como apoyo.	El sujeto logra el desplazamiento y separación de la bicicleta sobre el plano horizontal de la rampa de manera controlada.

	horizontal de la rampa.		
--	----------------------------	--	--

6.2.2.2.2. Sesión 3.

Sesión 3: Salto con separación y aterrizaje de los pies en el suelo.	
Calentamiento (20 min)	<p>General:</p> <p>Ejercicios de movilidad para el cuello: Inclina la cabeza hacia la izquierda, se sujeta con la mano izquierda la cabeza en la zona parietal durante 10 segundos, luego se realiza al lado derecho, repitiendo 3 veces cada lado. Posterior a eso, gira la cabeza de manera horizontal hacia ambos lados procurando que la barbilla se toque con el hombro correspondiente.</p> <p>Ejercicios de movilidad para la rodilla: De pie, el sujeto levanta una pierna sin realizar flexión de rodilla, suspendida a la altura de la rodilla por 10 segundos, luego se el mismo movimiento con la otra pierna. Repite el ejercicio 3 veces con cada pierna. En posición decúbito ventral, flexiona una rodilla intentando tocar el glúteo con el talón del pie, manteniendo la posición durante 10 segundos. Repite el movimiento 5 veces con cada pierna. Después de pie, eleva una pierna flexionando la rodilla manteniendo la posición realiza flexión y extensión de manera continua durante 15 segundos, luego con la otra pierna.</p> <p>Ejercicios de movilidad para los hombros: El sujeto realiza abducción de los hombros sin realizar flexión de los codos, hasta que rocen las orejas. Se mantiene esta acción por 10 segundos, posterior a este tiempo se relajan los músculos involucrados. Repite 10 veces el ejercicio. Realiza circunducción de los hombros durante 30 segundos.</p>

Ejercicios de movilidad para el tobillo: Se coloca el pie en una posición donde ese evidencie un ángulo de 90 grados con la pierna. El dorso del pie debe de quedar frente al sujeto. Manteniendo la rodilla sin flexionar por lo menos 10 segundos y regresa a la posición neutral. Repite los pasos anteriores 10 veces de flexión y extensión del tobillo. Se debe tener en cuenta que el ejercicio se prolonga hasta sentir un calor localizado muy intenso en la zona.

Específico:

1. El sujeto de pie, sostiene la bicicleta por el manillar con ambas manos, se realiza extensión y flexión del codo, desplazando la bicicleta de atrás hacia adelante en repetidas ocasiones siempre haciendo contacto de las ruedas con el suelo (20 repeticiones), así se presenta activación muscular de los brazos, hombros, pecho y espalda.
2. El sujeto de pie, sostiene la bicicleta por el manillar con ambas manos, se realiza extensión y flexión del codo, desplazando la bicicleta de atrás hacia adelante en repetidas ocasiones siempre haciendo contacto de la rueda trasera únicamente, con el suelo (20 repeticiones), así se presenta activación muscular de los brazos, hombros, pecho y espalda.
3. El sujeto de pie, sostiene la bicicleta por el sillín con ambas manos, se realiza flexión y extensión del codo, desplazando la bicicleta de atrás hacia adelante en repetidas ocasiones siempre haciendo contacto de las ruedas con el suelo (20 repeticiones), a su vez que realiza una sentadilla simultánea al movimiento de extensión de los brazos así se presenta activación muscular de los brazos, hombros, pecho y espalda.

	<p>4. Trote con intervalos de tiempo y velocidad, donde se inician desplazamientos (50 más) frontales del lado izquierdo de la bicicleta, y del lado derecho para regresar a la posición inicial, 5 recorridos de 2 minutos, descansos de 15 segundos por recorrido.</p> <p>5. Recorrido en la bicicleta durante 5 minutos a velocidad constante de alrededor de 15 km/h.</p>
<p>Fase central (30 min)</p> <p>Descansos de 2 minutos por cada 10 repeticiones</p>	<p>El sujeto debe desplazarse sobre la bicicleta en un plano horizontal a una distancia previa de alrededor de 41 metros para alcanzar una velocidad promedio de 7m/s, durante la ejecución las manos realizan una prensa cilíndrica sobre los agarres del manillar, manteniendo la mirada sobre el recorrido y anticipando la superficie de despegue; una vez la llanta delantera haga contacto con la inclinación inicial de dicha superficie, la mirada continua firme sobre el borde final de la rampa, se realiza una flexión de la espalda que se reduce durante el recorrido y para el momento de separación de la llanta delantera sobre la rampa la espalda logra una extensión que la alinea en una posición neutra sobre el eje Y. Los hombros permanecen en flexión durante el desplazamiento en donde se evidencie contacto de la bicicleta con una superficie, y reducen su flexión proporcional a el recorrido; esta acción motriz de la flexión del hombro ocasionara un extensión progresiva del codo que desplaza el manillar de una posición cercana a la cintura escapular para luego acercarse a la cadera a medida que asciende la bicicleta por la rampa alcanzando una mayor altura permitiendo que la ubicación del centro de gravedad sea la que le genere estabilidad en el aire; la cadera en lo posible no debe presentar flexión para mantener el balance del tren inferior, las rodillas se flexionan sobre los 90° al iniciar el recorrido por la rampa y al final de esta etapa, se evidencia una</p>

extensión alineada con el eje de la pierna, finalmente los tobillos se extienden hasta lograr un equilibrio idóneo para finalizar el salto y aterrizar, los pies se separan por completo de los pedales.

Una vez alcanzada la altura máxima en el aire, a mitad del plano horizontal de la rampa extiende los codos y realiza una flexión-abducción simultánea en el hombro ejerciendo su fuerza en la mano y los músculos flexores y extensores del codo proporcionando estabilidad de la bicicleta en el aire; Simultáneamente al separar los pies de los pedales se realiza una abducción de la cadera, y las rodillas se encuentran en completa extensión. El aterrizaje debe efectuarse en el plano horizontal de la rampa, así que, la llanta trasera de la bicicleta es la primera en hacer contacto con la superficie y acto seguido la llanta delantera; los codos y las rodillas se flexionan una vez se presenta este contacto en el aterrizaje, la cadera que se encuentra en abducción, realiza una leve aducción momentos antes de colocar los pies en el suelo y finalmente la bicicleta debe estar ubicada en medio de las piernas.





Figura 125. Secuencia etapa Salto con aterrizaje de los pies en el suelo

Fase final  
(15 min)

Flexores de cadera y cuádriceps: con ambas manos ubicadas en la canilla, se busca el contacto del muslo con el torso, mientras la otra pierna reposa totalmente estirada sobre el suelo.

Lumbares: En posición erguida, como si se buscara tocar el techo, se deja caer primero hacia un lado y luego hacia el otro. No se deben levantar los talones.

Aductores: En posición sentado, junta las plantas de los pies, agarrándolos con ambas manos y apoyando los codos en la cara interna de la rodilla se intentará llevar las rodillas hacia el suelo

Isquiotibiales: Tratar de llevar las manos, con los brazos extendidos, al suelo. El tronco, flexionado, estará relajado, al igual que el cuello. Después sentado en el suelo con una pierna extendida y la otra flexionada con el pie apoyado sobre el muslo de la que está extendida (a la altura de los aductores), tratar de tocar los dedos de los pies con las manos,

	<p>mediante una extensión de brazos, flexionando el tronco y con la espalda y el cuello relajados. Una vez finalizado el estiramiento, se cambian los roles de las piernas.</p> <p>Glúteos y oblicuos: Sentado con la pierna izquierda extendida, se flexiona la contraria, llevándola a tocar con el exterior del pie derecho, la parte externa de la rodilla de la pierna izquierda. En esta posición, se debe apoyar el codo en la parte exterior del muslo izquierdo y empujar suavemente al mismo tiempo que se gira el tronco.</p> <p>Cuádriceps: En posición de pie sostener el tobillo con la mano del mismo plano sagital durante 15 segundos. Mantener la espalda derecha y ambas rodillas en línea.</p> <p>Psoas ilíaco: Se debe adelantar una pierna, y flexionar unos 90° aproximadamente; Se Recarga el peso del cuerpo sobre la pierna adelantada y se mantiene la espalda recta. La pierna retrasada, debe flexionarse hasta notar el estiramiento a la altura de la ingle. Repetir con ambas piernas.</p>
--	--

#### Rubrica de evaluación

INDICADOR VALORACIÓN	NO CUMPLE	NECESITA TIEMPO	CUMPLE
Desplazamiento sobre la rampa con separación del apoyo (pies) en el aire, terminando con el apoyo (pies) en el plano horizontal de la rampa con la bicicleta en medio.	El sujeto no realiza separación del apoyo (pies) en el aire, terminando con el apoyo (pies) en el plano horizontal de la rampa	El sujeto logra el desplazamiento sobre la rampa, pero se le dificulta separar con	El sujeto realiza desplazamiento sobre la rampa con separación del apoyo (pies) en el aire, terminando con el apoyo (pies) en el

	con la bicicleta en medio.	gran amplitud el apoyo (pies) en el aire, separa solo un pie.	plano horizontal de la rampa con la bicicleta en medio.
--	----------------------------	---	---

6.2.2.2.3. Sesión 4.

Sesión 4: Salto con separación de pies y recobro del apoyo para el aterrizaje. (No Foot)	
Calentamiento (20 min)	<p>General:</p> <p>Ejercicios de movilidad para el cuello: Inclina la cabeza hacia la izquierda, se sujeta con la mano izquierda la cabeza en la zona parietal durante 10 segundos, luego se realiza al lado derecho, repitiendo 3 veces cada lado. Posterior a eso, gira la cabeza de manera horizontal hacia ambos lados procurando que la barbilla se toque con el hombro correspondiente.</p> <p>Ejercicios de movilidad para la rodilla: De pie, el sujeto levanta una pierna sin realizar flexión de rodilla, suspendida a la altura de la rodilla por 10 segundos, luego se el mismo movimiento con la otra pierna. Repite el ejercicio 3 veces con cada pierna. En posición decúbito ventral, flexiona una rodilla intentando tocar el glúteo con el talón del pie, manteniendo la posición durante 10 segundos. Repite el movimiento 5 veces con cada pierna. Después de pie, eleva una pierna flexionando la rodilla manteniendo la posición realiza flexión y extensión de manera continua durante 15 segundos, luego con la otra pierna.</p>

Ejercicios de movilidad para los hombros: El sujeto realiza abducción de los hombros sin realizar flexión de los codos, hasta que rocen las orejas. Se mantiene esta acción por 10 segundos, posterior a este tiempo se relajan los músculos involucrados. Repite 10 veces el ejercicio. Realiza circunducción de los hombros durante 30 segundos.

Ejercicios de movilidad para el tobillo: Se coloca el pie en una posición donde ese evidencie un ángulo de 90 grados con la pierna. El dorso del pie debe de quedar frente al sujeto. Manteniendo la rodilla sin flexionar por lo menos 10 segundos y regresa a la posición neutral. Repite los pasos anteriores 10 veces de flexión y extensión del tobillo. Se debe tener en cuenta que el ejercicio se prolonga hasta sentir un calor localizado muy intenso en la zona.

Específico:

1. El sujeto de pie, sostiene la bicicleta por el manillar con ambas manos, se realiza extensión y flexión del codo, desplazando la bicicleta de atrás hacia adelante en repetidas ocasiones siempre haciendo contacto de las ruedas con el suelo (20 repeticiones), así se presenta activación muscular de los brazos, hombros, pecho y espalda.
2. El sujeto de pie, sostiene la bicicleta por el manillar con ambas manos, se realiza extensión y flexión del codo, desplazando la bicicleta de atrás hacia adelante en repetidas ocasiones siempre haciendo contacto de la rueda trasera únicamente, con el suelo (20 repeticiones), así se presenta activación muscular de los brazos, hombros, pecho y espalda.
3. El sujeto de pie, sostiene la bicicleta por el sillín con ambas manos, se realiza flexión y extensión del codo, desplazando la bicicleta de atrás hacia adelante en

	<p>repetidas ocasiones siempre haciendo contacto de las ruedas con el suelo (20 repeticiones), a su vez que realiza una sentadilla simultánea al movimiento de extensión de los brazos así se presenta activación muscular de los brazos, hombros, pecho y espalda.</p> <p>4. Trote con intervalos de tiempo y velocidad, donde se inician desplazamientos (50 más) frontales del lado izquierdo de la bicicleta, y del lado derecho para regresar a la posición inicial, 5 recorridos de 2 minutos, descansos de 15 segundos por recorrido.</p> <p>5. Recorrido en la bicicleta durante 5 minutos a velocidad constante de alrededor de 15 km/h.</p>
<p>Fase central (30 min) Descansos de 2 minutos por cada 10 repeticiones</p>	<p>El sujeto debe desplazarse sobre la bicicleta en un plano horizontal a una distancia previa de alrededor de 41 metros para alcanzar una velocidad promedio de 7m/s, durante la ejecución las manos realizan una prensa cilíndrica sobre los agarres del manillar, manteniendo la mirada sobre el recorrido y anticipando la superficie de despegue; una vez la llanta delantera haga contacto con la inclinación inicial de dicha superficie, la mirada continua firme sobre el borde final de la rampa, se realiza una flexión de la espalda que se reduce durante el recorrido y para el momento de separación de la llanta delantera sobre la rampa la espalda logra una extensión que la alinea en una posición neutra sobre el eje Y. Los hombros permanecen en flexión durante el desplazamiento en donde se evidencie contacto de la bicicleta con una superficie, y reducen su flexión proporcional a el recorrido; esta acción motriz de la flexión del hombro ocasionara una extensión progresiva del codo que desplaza el manillar de una posición cercana a la cintura escapular para luego acercarse a la cadera a medida que asciende la bicicleta por</p>

la rampa alcanzando una mayor altura y gracias a que el centro de gravedad se ubica a nivel de la zona abdominal y las piernas es posible alcanzar dicha altura, la cadera en lo posible no debe presentar flexión para mantener el balance del tren inferior, las rodillas se flexionan sobre los 90° al iniciar el recorrido por la rampa y al final de esta etapa, se evidencia una extensión alineada con el eje de la pierna, finalmente los tobillos se extienden hasta lograr un equilibrio idóneo para finalizar el salto y aterrizar, los pies se separan por completo de los pedales.

Al separarse los pies de los pedales, los hombros evidencian flexión, los codos realizan extensión, se realiza amplia abducción de la cadera, flexión de la rodilla que permite separar los pies por encima del tubo superior del marco, luego se recobra la postura con la aducción de la cadera y la extensión progresiva de las rodillas, esto con el fin de ubicar nuevamente los pies en los pedales antes del contacto con la superficie e iniciar el aterrizaje. En el aterrizaje cuando la bicicleta retoma su posición en la superficie se realiza una leve flexión de las rodillas y la cadera a modo de un sistema de amortiguación para minimizar la fuerza de impacto y retomar la posición inicial, en la cual se genera extensión de las mismas.



Figura 126. Secuencia etapa salto con separación de pies y recobro del apoyo para el aterrizaje.

Fase final  
(15 min)

Flexores de cadera y cuádriceps: con ambas manos ubicadas en la canilla, se busca el contacto del muslo con el torso, mientras la otra pierna reposa totalmente estirada sobre el suelo.

Lumbares: En posición erguida, como si se buscara tocar el techo, se deja caer primero hacia un lado y luego hacia el otro. No se deben levantar los talones.

Aductores: En posición sentado, junta las plantas de los pies, agarrándolos con ambas manos y apoyando los codos en la cara interna de la rodilla se intentará llevar las rodillas hacia el suelo

Isquiotibiales: Tratar de llevar las manos, con los brazos extendidos, al suelo. El tronco, flexionado, estará relajado, al igual que el cuello. Después sentado en el suelo con



una pierna extendida y la otra flexionada con el pie apoyado sobre el muslo de la que está extendida (a la altura de los aductores), tratar de tocar los dedos de los pies con las manos, mediante una extensión de brazos, flexionando el tronco y con la espalda y el cuello relajados. Una vez finalizado el estiramiento, se cambian los roles de las piernas.

**Glúteos y oblicuos:** Sentado con la pierna izquierda extendida, se flexiona la contraria, llevándola a tocar con el exterior del pie derecho, la parte externa de la rodilla de la pierna izquierda. En esta posición, se debe apoyar el codo en la parte exterior del muslo izquierdo y empujar suavemente al mismo tiempo que se gira el tronco.

**Cuádriceps:** En posición de pie sostener el tobillo con la mano del mismo plano sagital durante 15 segundos. Mantener la espalda derecha y ambas rodillas en línea.

**Psoas ilíaco:** Se debe adelantar una pierna, y flexionar unos 90° aproximadamente; Se Recarga el peso del cuerpo sobre la pierna adelantada y se mantiene la espalda recta. La pierna retrasada, debe flexionarse hasta notar el estiramiento a la altura de la ingle. Repetir con ambas piernas.

Rubrica de evaluación

INDICADOR VALORACIÓN	NO CUMPLE	NECESITA TIEMPO	CUMPLE
Desplazamiento sobre la rampa con separación del apoyo inferior (pies) en el aire, terminando con el apoyo (pies) nuevamente en los pedales, sobre el plano horizontal de la rampa.	El sujeto realiza desplazamiento sobre la rampa, pero no logra evidenciar la separación del apoyo (pies) en el aire, sobre el plano horizontal de la rampa.	El sujeto logra el desplazamiento sobre la rampa, pero se le dificulta separar con amplitud evidente el apoyo (pies) en el aire y terminar el gesto con el apoyo (pies) de nuevo en los pedales.	El sujeto realiza desplazamiento sobre la rampa con separación del apoyo (pies) en el aire, terminando con el apoyo (pies) nuevamente en los pedales, sobre el plano horizontal de la rampa.

6.2.2.2.4. Sesión 5.

Sesión 5: Aterrizaje lateral a la bicicleta.	
Calentamiento (20 min)	<p>General:</p> <p>Ejercicios de movilidad para el cuello: Inclina la cabeza hacia la izquierda, se sujeta con la mano izquierda la cabeza en la zona parietal durante 10 segundos, luego se realiza al lado derecho, repitiendo 3 veces cada lado. Posterior a eso, gira la cabeza de manera horizontal hacia ambos lados procurando que la barbilla se toque con el hombro correspondiente.</p>

Ejercicios de movilidad para la rodilla: De pie, el sujeto levanta una pierna sin realizar flexión de rodilla, suspendida a la altura de la rodilla por 10 segundos, luego se el mismo movimiento con la otra pierna. Repite el ejercicio 3 veces con cada pierna. En posición decúbito ventral, flexiona una rodilla intentando tocar el glúteo con el talón del pie, manteniendo la posición durante 10 segundos. Repite el movimiento 5 veces con cada pierna. Después de pie, eleva una pierna flexionando la rodilla manteniendo la posición realiza flexión y extensión de manera continua durante 15 segundos, luego con la otra pierna.

Ejercicios de movilidad para los hombros: El sujeto realiza abducción de los hombros sin realizar flexión de los codos, hasta que rocen las orejas. Se mantiene esta acción por 10 segundos, posterior a este tiempo se relajan los músculos involucrados. Repite 10 veces el ejercicio. Realiza circunducción de los hombros durante 30 segundos.

Ejercicios de movilidad para el tobillo: Se coloca el pie en una posición donde ese evidencie un ángulo de 90 grados con la pierna. El dorso del pie debe de quedar frente al sujeto. Manteniendo la rodilla sin flexionar por lo menos 10 segundos y regresa a la posición neutral. Repite los pasos anteriores 10 veces de flexión y extensión del tobillo. Se debe tener en cuenta que el ejercicio se prolonga hasta sentir un calor localizado muy intenso en la zona.

Específico:

1. El sujeto de pie, sostiene la bicicleta por el manillar con ambas manos, se realiza extensión y flexión del codo, desplazando la bicicleta de atrás hacia adelante en repetidas ocasiones siempre haciendo contacto de las ruedas con el suelo (20

	<p>repeticiones), así se presenta activación muscular de los brazos, hombros, pecho y espalda.</p> <p>2. El sujeto de pie, sostiene la bicicleta por el manillar con ambas manos, se realiza extensión y flexión del codo, desplazando la bicicleta de atrás hacia adelante en repetidas ocasiones siempre haciendo contacto de la rueda trasera únicamente, con el suelo (20 repeticiones), así se presenta activación muscular de los brazos, hombros, pecho y espalda.</p> <p>3. El sujeto de pie, sostiene la bicicleta por el sillín con ambas manos, se realiza flexión y extensión del codo, desplazando la bicicleta de atrás hacia adelante en repetidas ocasiones siempre haciendo contacto de las ruedas con el suelo (20 repeticiones), a su vez que realiza una sentadilla simultánea al movimiento de extensión de los brazos así se presenta activación muscular de los brazos, hombros, pecho y espalda.</p> <p>4. Trote con intervalos de tiempo y velocidad, donde se inician desplazamientos (50 más) frontales del lado izquierdo de la bicicleta, y del lado derecho para regresar a la posición inicial, 5 recorridos de 2 minutos, descansos de 15 segundos por recorrido.</p> <p>5. Recorrido en la bicicleta durante 5 minutos a velocidad constante de alrededor de 15 km/h.</p>
<p>Fase central (40 min)</p>	<p>El sujeto debe desplazarse sobre la bicicleta en un plano horizontal a una distancia previa de alrededor de 41 metros para alcanzar una velocidad promedio de 7m/s, durante la ejecución las manos realizan una prensa cilíndrica sobre los agarres del manillar, manteniendo la mirada sobre el recorrido y anticipando la superficie de despegue; una vez</p>

<p>Descansos de 2 minutos por cada 10 repetición es</p>	<p>la llanta delantera haga contacto con la inclinación inicial de dicha superficie, la mirada continua firme sobre el borde final de la rampa, se realiza una flexión de la espalda que se reduce durante el recorrido y para el momento de separación de la llanta delantera sobre la rampa la espalda logra una extensión que la alinea en una posición neutra sobre el eje Y. Los hombros permanecen en flexión durante el desplazamiento en donde se evidencie contacto de la bicicleta con una superficie, y reducen su flexión proporcional a el recorrido; esta acción motriz de la 174</p> <p>flexión del hombro ocasionara un extensión progresiva del codo que desplaza el manillar de una posición cercana a la cintura escapular para luego acercarse a la cadera a medida que asciende la bicicleta por la rampa alcanzando una mayor altura y gracias a que el centro de gravedad se ubica a nivel de la zona abdominal y las piernas es posible alcanzar dicha altura; la cadera en lo posible no debe presentar flexión para mantener el balance del tren inferior, luego los pies se separan de los pedales al momento que las ruedas finalizan el contacto con la superficie.</p> <p>Posterior a eso la cadera inicia una leve abducción y flexión, las rodillas inician un movimiento rotacional externo, este movimiento es mayor en la rodilla de la pierna dominante, los hombros y codos aumentan su amplitud de flexión para elevar el manillar de la bicicleta, al momento que el pie izquierdo realiza contacto con el suelo los hombros conservan la amplitud de flexión mientras que los codos aumentan esta flexión progresivamente, de este modo se reduce la abducción y flexión de la cadera y de las rodillas .la llanta trasera de la bicicleta es la primera en hacer contacto con la superficie.</p>
---	---

En el aterrizaje no se efectúa un recorrido en el plano inclinado debido al apoyo lateral a la bicicleta de los pies es la superficie del plano horizontal.



Figura 127. Secuencia etapa Aterrizaje lateral a la bicicleta.

Fase final  
(15 min)

Flexores de cadera y cuádriceps: con ambas manos ubicadas en la canilla, se busca el contacto del muslo con el torso, mientras la otra pierna reposa totalmente estirada sobre el suelo.

Lumbares: En posición erguida, como si se buscara tocar el techo, se deja caer primero hacia un lado y luego hacia el otro. No se deben levantar los talones.

Aductores: En posición sentado, junta las plantas de los pies, agarrándolos con ambas manos y apoyando los codos en la cara interna de la rodilla se intentará llevar las rodillas hacia el suelo

	<p>Isquiotibiales: Tratar de llevar las manos, con los brazos extendidos, al suelo. El tronco, flexionado, estará relajado, al igual que el cuello. Después sentado en el suelo con una pierna extendida y la otra flexionada con el pie apoyado sobre el muslo de la que está extendida (a la altura de los aductores), tratar de tocar los dedos de los pies con las manos, mediante una extensión de brazos, flexionando el tronco y con la espalda y el cuello relajados. Una vez finalizado el estiramiento, se cambian los roles de las piernas.</p> <p>Glúteos y oblicuos: Sentado con la pierna izquierda extendida, se flexiona la contraria, llevándola a tocar con el exterior del pie derecho, la parte externa de la rodilla de la pierna izquierda. En esta posición, se debe apoyar el codo en la parte exterior del muslo izquierdo y empujar suavemente al mismo tiempo que se gira el tronco.</p> <p>Cuádriceps: En posición de pie sostener el tobillo con la mano del mismo plano sagital durante 15 segundos. Mantener la espalda derecha y ambas rodillas en línea.</p> <p>Psoas ilíaco: Se debe adelantar una pierna, y flexionar unos 90° aproximadamente; Se Recarga el peso del cuerpo sobre la pierna adelantada y se mantiene la espalda recta. La pierna retrasada, debe flexionarse hasta notar el estiramiento a la altura de la ingle. Repetir con ambas piernas.</p>
--	---

#### Rúbrica de evaluación

INDICADOR VALORACIÓN	NO CUMPLE	NECESITA TIEMPO	CUMPLE
Desplazamiento hacia la rampa con separación lateral de la	El sujeto no realiza separación lateral del marco de la	El sujeto realiza el desplazamiento sobre la rampa, pero se le	El sujeto realiza desplazamiento hacia la rampa con



bicicleta sobre el plano horizontal.	bicicleta sobre el plano horizontal.	dificulta colocar la bicicleta lateralmente de su cuerpo sobre el plano horizontal.	separación lateral de la bicicleta sobre el plano horizontal sin lesionarse.
--------------------------------------	--------------------------------------	---	--

### 6.2.2.3. Módulo 3. Giro del marco.

#### 6.2.2.3.1. Sesión 6.

Sesión 6: Pateo con rotación del marco a 90°	
Calentamiento (20 min)	<p>General:</p> <p>Ejercicios de movilidad para el cuello: Inclina la cabeza hacia la izquierda, se sujeta con la mano izquierda la cabeza en la zona parietal durante 10 segundos, luego se realiza al lado derecho, repitiendo 3 veces cada lado. Posterior a eso, gira la cabeza de manera horizontal hacia ambos lados procurando que la barbilla se toque con el hombro correspondiente.</p> <p>Ejercicios de movilidad para la rodilla: De pie, el sujeto levanta una pierna sin realizar flexión de rodilla, suspendida a la altura de la rodilla por 10 segundos, luego se el mismo movimiento con la otra pierna. Repite el ejercicio 3 veces con cada pierna. En posición decúbito ventral, flexiona una rodilla intentando tocar el glúteo con el talón del pie, manteniendo la posición durante 10 segundos. Repite el movimiento 5 veces con cada pierna. Después de pie, eleva una pierna flexionando la rodilla manteniendo la posición realiza flexión y extensión de manera continua durante 15 segundos, luego con la otra pierna.</p>

Ejercicios de movilidad para los hombros: El sujeto realiza abducción de los hombros sin realizar flexión de los codos, hasta que rocen las orejas. Se mantiene esta acción por 10 segundos, posterior a este tiempo se relajan los músculos involucrados. Repite 10 veces el ejercicio. Realiza circunducción de los hombros durante 30 segundos.

Ejercicios de movilidad para el tobillo: Se coloca el pie en una posición donde ese evidencie un ángulo de 90 grados con la pierna. El dorso del pie debe de quedar frente al sujeto. Manteniendo la rodilla sin flexionar por lo menos 10 segundos y regresa a la posición neutral. Repite los pasos anteriores 10 veces de flexión y extensión del tobillo. Se debe tener en cuenta que el ejercicio se prolonga hasta sentir un calor localizado muy intenso en la zona.

Específico:

1. El sujeto se ubica de pie, sostiene la bicicleta por el manillar con ambas manos, se realiza extensión y flexión del codo, desplazando la bicicleta de atrás hacia adelante en repetidas ocasiones siempre haciendo contacto de las ruedas con el suelo (20 repeticiones), así se presenta activación muscular de los brazos, hombros, pecho y espalda.
2. El sujeto se ubica de pie, sostiene la bicicleta por el manillar con ambas manos, se realiza extensión y flexión del codo, desplazando la bicicleta de atrás hacia adelante en repetidas ocasiones siempre haciendo contacto de la rueda trasera únicamente, con el suelo (20 repeticiones), así se presenta activación muscular de los brazos, hombros, pecho y espalda.
3. El sujeto se ubica de pie, sostiene la bicicleta por el sillín con ambas manos, se realiza flexión y extensión del codo, desplazando la bicicleta de atrás hacia

adelante en repetidas ocasiones siempre haciendo contacto de las ruedas con el suelo (20 repeticiones), a su vez que realiza una sentadilla simultánea al movimiento de extensión de los brazos así se presenta activación muscular de los brazos, hombros, pecho y espalda.

4. En posición de pie, la bicicleta inicia el movimiento del eje lateral dominante, se eleva la rueda delantera, el sujeto realiza movimientos circulares con el manillar sujetado por ambas manos, evidenciando la amplitud de giro progresivamente ( $90^{\circ}$ - $180^{\circ}$ - $270^{\circ}$ - $360^{\circ}$ ) por medio de rotación sobre el eje de dirección, con intervalos de velocidad, finalizando el movimiento al lado opuesto. Su variante será que inicie el movimiento con la bicicleta ubicada entre las piernas y finalice nuevamente entre las piernas (5 repeticiones por cada amplitud angular)
5. En posición de pie, la bicicleta inicia el movimiento del eje lateral no dominante, se eleva la rueda delantera, el sujeto realiza movimientos circulares con el manillar sujetado por ambas manos, evidenciando la amplitud de giro ( $360^{\circ}$ ) por medio de rotación sobre el eje de dirección con la totalidad de la bicicleta en elevación sin realizar contacto con el suelo, a velocidad continua. Su variante será que inicie el movimiento con la bicicleta ubicada entre las piernas variando la cantidad de giros del marco (1-2-3-4... giros) (20 repeticiones)
6. el sujeto realiza desplazamiento sobre la bicicleta, a intervalos de velocidad no superiores a 10 kms/h, en donde se desciende de la bicicleta e inmediatamente se realiza el movimiento rotacional del marco sobre el eje de dirección, una vez se alcance la rotación de  $360^{\circ}$  con los pies sobre el suelo, se ubican por medio de un

	<p>salto nuevamente en la posición de desplazamiento sobre la bicicleta. (20 repeticiones)</p> <p>7. el sujeto ubicado en posición de cubito dorsal sostiene la bicicleta con agarre de las manos sobre el manillar y los pies ubicados en los pedales, imitando la posición de desplazamiento normal, realiza la rotación correcta del gesto Tailwhip, donde se evidencie el pateo y el braceo para finalizar el movimiento ubicando los pies nuevamente en los pedales (15 repeticiones)</p>
<p>Fase central (30 min) Descansos de 2 minutos por cada 10 repeticiones</p>	<p>El sujeto debe desplazarse sobre la bicicleta en un plano horizontal a una distancia previa de alrededor de 41 metros para alcanzar una velocidad promedio de 7m/s, durante la ejecución las manos realizan una prensa cilíndrica sobre los agarres del manillar, manteniendo la mirada sobre el recorrido y anticipando la superficie de despegue; una vez la llanta delantera haga contacto con la inclinación inicial de dicha superficie, la mirada continua firme sobre el borde final de la rampa, se realiza una flexión de la espalda que se reduce durante el recorrido y para el momento de separación de la llanta delantera sobre la rampa la espalda logra una extensión que la alinea en una posición neutra sobre el eje Y. Los hombros permanecen en flexión durante el desplazamiento en donde se evidencie contacto de la bicicleta con una superficie, y reducen su flexión proporcional a el recorrido; esta acción motriz de la flexión del hombro ocasionara una extensión progresiva del codo que desplaza el manillar de una posición cercana a la cintura escapular para luego acercarse a la cadera a medida que asciende la bicicleta por la rampa alcanzando una mayor altura y gracias a que el centro de gravedad se ubica a nivel de la zona abdominal y las piernas es posible alcanzar dicha altura. La cadera en lo posible no debe presentar flexión para mantener el balance del tren inferior, luego los</p>

pies se separan de los pedales al momento que las ruedas finalizan el contacto con la superficie.

Una vez alcanzada la altura máxima en el aire se efectúa un pateo sobre la llanta trasera a nivel de la coraza, generando un movimiento angular del marco en sentido anti horario sobre el rotor de la bicicleta, se realiza para ello una amplia flexión de hombros y codos ubicando el manillar paralelo al esternón, los codos nivelan esta flexión con abducción para que se eleve la bicicleta antes de hacer contacto con la superficie, la cadera evidencia abducción y las rodillas una ligera flexión; para que este alcance un desplazamiento angular alrededor de  $90^\circ$ , se efectúa el pateo con la pierna izquierda o no dominante, al ser tan mínimo el rango de rotación las rodillas se flexionan en un lapso corto de tiempo para ubicar los puntos de apoyo (pies) casi de inmediato, en el hemicuerpo derecho realiza una abducción y en el hemicuerpo izquierdo una aducción, permitiendo la flexión de la rodilla derecha y extensión de la izquierda, se efectúa una flexión constante en la columna vertebral. En el aterrizaje no se efectúa un recorrido en el plano inclinado debido al apoyo lateral a la bicicleta de los pies es la superficie del plano horizontal, este paso es muy similar al aterrizaje con la bicicleta en ubicación lateral.



Figura 128. Secuencia etapa pateo con rotación del marco a 90°

Fase final  
(15 min)

Flexores de cadera y cuádriceps: con ambas manos ubicadas en la canilla, se busca el contacto del muslo con el torso, mientras la otra pierna reposa totalmente estirada sobre el suelo.

Lumbares: En posición erguida, como si se buscara tocar el techo, se deja caer primero hacia un lado y luego hacia el otro. No se deben levantar los talones.

Aductores: En posición sentado, junta las plantas de los pies, agarrándolos con ambas manos y apoyando los codos en la cara interna de la rodilla se intentará llevar las rodillas hacia el suelo

Isquiotibiales: Tratar de llevar las manos, con los brazos extendidos, al suelo. El tronco, flexionado, estará relajado, al igual que el cuello. Después sentado en el suelo con una pierna extendida y la otra flexionada con el pie apoyado sobre el muslo de la que está extendida (a la altura de los aductores), tratar de tocar los dedos de los pies con las manos, mediante una extensión de brazos, flexionando el tronco y con la espalda y el cuello relajados. Una vez finalizado el estiramiento, se cambian los roles de las piernas.

	<p>Glúteos y oblicuos: Sentado con la pierna izquierda extendida, se flexiona la contraria, llevándola a tocar con el exterior del pie derecho, la parte externa de la rodilla de la pierna izquierda. En esta posición, se debe apoyar el codo en la parte exterior del muslo izquierdo y empujar suavemente al mismo tiempo que se gira el tronco.</p> <p>Cuádriceps: En posición de pie sostener el tobillo con la mano del mismo plano sagital durante 15 segundos. Mantener la espalda derecha y ambas rodillas en línea.</p> <p>Psoas ilíaco: Se debe adelantar una pierna, y flexionar unos 90° aproximadamente; Se Recarga el peso del cuerpo sobre la pierna adelantada y se mantiene la espalda recta. La pierna retrasada, debe flexionarse hasta notar el estiramiento a la altura de la ingle. Repetir con ambas piernas.</p>
--	--

#### Rúbrica de evaluación

INDICADOR VALORACIÓN	NO CUMPLE	NECESITA TIEMPO	CUMPLE
Realizar giro de 90° del marco sobre el plano horizontal de la rampa, realizando desplazamiento.	El sujeto no realiza giro de 90° del marco sobre el plano horizontal de la rampa con desplazamiento.	El sujeto logra el desplazamiento con separación de la bicicleta, pero no alcanza a efectuar el grado correcto de rotación.	El sujeto realiza giro de 90° del marco sobre el plano horizontal de la rampa con desplazamiento.



6.2.2.3.2. Sesión 7.

Sesión 7: Pateo con rotación del marco a 180°	
Calentamiento o (20 min)	<p>General:</p> <p>Ejercicios de movilidad para el cuello: Inclina la cabeza hacia la izquierda, se sujeta con la mano izquierda la cabeza en la zona parietal durante 10 segundos, luego se realiza al lado derecho, repitiendo 3 veces cada lado. Posterior a eso, gira la cabeza de manera horizontal hacia ambos lados procurando que la barbilla se toque con el hombro correspondiente.</p> <p>Ejercicios de movilidad para la rodilla: De pie, el sujeto levanta una pierna sin realizar flexión de rodilla, suspendida a la altura de la rodilla por 10 segundos, luego se el mismo movimiento con la otra pierna. Repite el ejercicio 3 veces con cada pierna. En posición decúbito ventral, flexiona una rodilla intentando tocar el glúteo con el talón del pie, manteniendo la posición durante 10 segundos. Repite el movimiento 5 veces con cada pierna. Después de pie, eleva una pierna flexionando la rodilla manteniendo la posición realiza flexión y extensión de manera continua durante 15 segundos, luego con la otra pierna.</p> <p>Ejercicios de movilidad para los hombros: El sujeto realiza abducción de los hombros sin realizar flexión de los codos, hasta que rocen las orejas. Se mantiene esta acción por 10 segundos, posterior a este tiempo se relajan los músculos involucrados. Repite 10 veces el ejercicio. Realiza circunducción de los hombros durante 30 segundos.</p>

Ejercicios de movilidad para el tobillo: Se coloca el pie en una posición donde ese evidencie un ángulo de 90 grados con la pierna. El dorso del pie debe de quedar frente al sujeto. Manteniendo la rodilla sin flexionar por lo menos 10 segundos y regresa a la posición neutral. Repite los pasos anteriores 10 veces de flexión y extensión del tobillo. Se debe tener en cuenta que el ejercicio se prolonga hasta sentir un calor localizado muy intenso en la zona.

Específico:

1. El sujeto se ubica de pie, sostiene la bicicleta por el manillar con ambas manos, se realiza extensión y flexión del codo, desplazando la bicicleta de atrás hacia adelante en repetidas ocasiones siempre haciendo contacto de las ruedas con el suelo (20 repeticiones), así se presenta activación muscular de los brazos, hombros, pecho y espalda.
2. El sujeto de pie, sostiene la bicicleta por el manillar con ambas manos, se realiza extensión y flexión del codo, desplazando la bicicleta de atrás hacia adelante en repetidas ocasiones siempre haciendo contacto de la rueda trasera únicamente, con el suelo (20 repeticiones), así se presenta activación muscular de los brazos, hombros, pecho y espalda.
3. El sujeto de pie, sostiene la bicicleta por el sillín con ambas manos, se realiza flexión y extensión del codo, desplazando la bicicleta de atrás hacia adelante en repetidas ocasiones siempre haciendo contacto de las ruedas con el suelo (20 repeticiones), a su vez que realiza una sentadilla simultánea al movimiento de extensión de los brazos así se presenta activación muscular de los brazos, hombros, pecho y espalda.

	<p>4. En posición de pie, la bicicleta inicia el movimiento del eje lateral dominante, se eleva la rueda delantera, el sujeto realiza movimientos circulares con el manillar sujetado por ambas manos, evidenciando la amplitud de giro progresivamente (90°-180°-270-360°) por medio de rotación sobre el eje de dirección, con intervalos de velocidad, finalizando el movimiento al lado opuesto. Su variante será que inicie el movimiento con la bicicleta ubicada entre las piernas y finalice nuevamente entre las piernas (5 repeticiones por cada amplitud angular)</p> <p>5. Recorrido en la bicicleta durante 5 minutos a velocidad constante de alrededor de 15 km/h.</p>
<p>Fase central (40 min) Descansos de 2 minutos por cada 10 repeticiones</p>	<p>El sujeto debe desplazarse sobre la bicicleta en un plano horizontal a una distancia previa de alrededor de 41 metros para alcanzar una velocidad promedio de 7m/s, durante la ejecución las manos realizan una prensa cilíndrica sobre los agarres del manillar, manteniendo la mirada sobre el recorrido y anticipando la superficie de despegue; una vez la llanta delantera haga contacto con la inclinación inicial de dicha superficie, la mirada continua firme sobre el borde final de la rampa, se realiza una flexión de la espalda que se reduce durante el recorrido y para el momento de separación de la llanta delantera sobre la rampa la espalda logra una extensión que la alinea en una posición neutra sobre el eje Y. Los hombros permanecen en flexión durante el desplazamiento en donde se evidencie contacto de la bicicleta con una superficie, y reducen su flexión proporcional a el recorrido; esta acción motriz de la flexión del hombro ocasionara un extensión progresiva del codo que desplaza el manillar de una posición cercana a la cintura escapular para luego acercarse a la cadera</p>

a medida que asciende la bicicleta por la rampa alcanzando una mayor altura gracias a la agrupación de los centros de masa por segmentos, la cadera en lo posible no debe presentar flexión para mantener el balance del tren inferior, luego los pies se separan de los pedales al momento que las ruedas finalizan el contacto con la superficie.

Una vez alcanzada la altura máxima en el aire se efectúa un pateo sobre la llanta trasera a nivel de la coraza, generando un movimiento angular del marco en sentido anti horario sobre el rotor de la bicicleta, se realiza para ello una amplia flexión de hombros y una amplia extensión de los codos ubicando el manillar paralelo al esternón, los codos nivelan esta extensión con aducción para que se eleve la bicicleta antes de hacer contacto con la superficie, la cadera evidencia abducción y la rodilla derecha reduce la flexión progresivamente mientras la rodilla izquierda hace contacto totalmente extendida sobre la superficie; para que este alcance un desplazamiento angular alrededor de  $180^\circ$  donde el marco de la bicicleta quede frente al sujeto, se efectúa el pateo con la pierna izquierda o no dominante, al ser tan mínimo el rango de rotación las rodillas se flexionan en un lapso corto de tiempo para ubicar los puntos de apoyo (pies) casi de inmediato, en el hemicuerpo derecho realiza una abducción y en el hemicuerpo izquierdo una aducción, permitiendo la flexión de la rodilla derecha y extensión de la izquierda, se efectúa una flexión constante en la columna vertebral. En el aterrizaje no se efectúa un recorrido en el plano inclinado debido al apoyo lateral a la bicicleta de los pies es la superficie del plano horizontal.



Figura 129. Secuencia etapa pateo con rotación del marco a 180°.

Fase final  
(15 min)

Flexores de cadera y cuádriceps: con ambas manos ubicadas en la canilla, se busca el contacto del muslo con el torso, mientras la otra pierna reposa totalmente estirada sobre el suelo.

Lumbares: En posición erguida, como si se buscara tocar el techo, se deja caer primero hacia un lado y luego hacia el otro. No se deben levantar los talones.

Aductores: En posición sentado, junta las plantas de los pies, agarrándolos con ambas manos y apoyando los codos en la cara interna de la rodilla se intentará llevar las rodillas hacia el suelo

Isquiotibiales: Tratar de llevar las manos, con los brazos extendidos, al suelo. El tronco, flexionado, estará relajado, al igual que el cuello. Después sentado en el suelo con una pierna extendida y la otra flexionada con el pie apoyado sobre el muslo de la que está extendida (a la altura de los aductores), tratar de tocar los dedos de los pies con las manos, mediante una extensión de brazos, flexionando el tronco y con la espalda y el cuello relajados. Una vez finalizado el estiramiento, se cambian los roles de las piernas.

	<p>Glúteos y oblicuos: Sentado con la pierna izquierda extendida, se flexiona la contraria, llevándola a tocar con el exterior del pie derecho, la parte externa de la rodilla de la pierna izquierda. En esta posición, se debe apoyar el codo en la parte exterior del muslo izquierdo y empujar suavemente al mismo tiempo que se gira el tronco.</p> <p>Cuádriceps: En posición de pie sostener el tobillo con la mano del mismo plano sagital durante 15 segundos. Mantener la espalda derecha y ambas rodillas en línea.</p> <p>Psoas ilíaco: Se debe adelantar una pierna, y flexionar unos 90° aproximadamente; Se recarga el peso del cuerpo sobre la pierna adelantada y se mantiene la espalda recta. La pierna retrasada, debe flexionarse hasta notar el estiramiento a la altura de la ingle. Repetir con ambas piernas.</p>
--	--

Rúbrica de evaluación

INDICADOR VALORACIÓN	NO CUMPLE	NECESITA TIEMPO	CUMPLE
Realizar giro de 180° del marco sobre el plano horizontal de la rampa, realizando desplazamiento.	El sujeto no realiza giro de 180° del marco sobre el plano horizontal de la rampa con desplazamiento.	El sujeto logra el desplazamiento con separación de la bicicleta, pero no alcanza a efectuar el grado correcto de rotación.	El sujeto no realiza giro de 180° del marco sobre el plano horizontal de la rampa con desplazamiento.

6.2.2.3.3. Sesión 8.

Sesión 8: Pateo con rotación del marco a 270°.	
Calentamiento (20 min)	<p>General:</p> <p>Ejercicios de movilidad para el cuello: Inclina la cabeza hacia la izquierda, se sujeta con la mano izquierda la cabeza en la zona parietal durante 10 segundos, luego se realiza al lado derecho, repitiendo 3 veces cada lado. Posterior a eso, gira la cabeza de manera horizontal hacia ambos lados procurando que la barbilla se toque con el hombro correspondiente.</p> <p>Ejercicios de movilidad para la rodilla: De pie, el sujeto levanta una pierna sin realizar flexión de rodilla, suspendida a la altura de la rodilla por 10 segundos, luego se el mismo movimiento con la otra pierna. Repite el ejercicio 3 veces con cada pierna. En posición decúbito ventral, flexiona una rodilla intentando tocar el glúteo con el talón del pie, manteniendo la posición durante 10 segundos. Repite el movimiento 5 veces con cada pierna. Después de pie, eleva una pierna flexionando la rodilla manteniendo la posición realiza flexión y extensión de manera continua durante 15 segundos, luego con la otra pierna.</p> <p>Ejercicios de movilidad para los hombros: El sujeto realiza abducción de los hombros sin realizar flexión de los codos, hasta que rocen las orejas. Se mantiene esta acción por 10 segundos, posterior a este tiempo se relajan los músculos involucrados. Repite 10 veces el ejercicio. Realiza circunducción de los hombros durante 30 segundos.</p> <p>Ejercicios de movilidad para el tobillo: Se coloca el pie en una posición donde ese evidencie un ángulo de 90 grados con la pierna. El dorso del pie debe de quedar frente al sujeto. Manteniendo la rodilla sin flexionar por lo menos 10 segundos y regresa a la</p>

posición neutral. Repite los pasos anteriores 10 veces de flexión y extensión del tobillo.  
Se debe tener en cuenta que el ejercicio se prolonga hasta sentir un calor localizado muy intenso en la zona.

Específico:

1. El sujeto de pie, sostiene la bicicleta por el manillar con ambas manos, se realiza extensión y flexión del codo, desplazando la bicicleta de atrás hacia adelante en repetidas ocasiones siempre haciendo contacto de las ruedas con el suelo (20 repeticiones), así se presenta activación muscular de los brazos, hombros, pecho y espalda.
2. El sujeto de pie, sostiene la bicicleta por el manillar con ambas manos, se realiza extensión y flexión del codo, desplazando la bicicleta de atrás hacia adelante en repetidas ocasiones siempre haciendo contacto de la rueda trasera únicamente, con el suelo (20 repeticiones), así se presenta activación muscular de los brazos, hombros, pecho y espalda.
3. El sujeto de pie, sostiene la bicicleta por el sillín con ambas manos, se realiza flexión y extensión del codo, desplazando la bicicleta de atrás hacia adelante en repetidas ocasiones siempre haciendo contacto de las ruedas con el suelo (20 repeticiones), a su vez que realiza una sentadilla simultánea al movimiento de extensión de los brazos así se presenta activación muscular de los brazos, hombros, pecho y espalda.
4. Trote con intervalos de tiempo y velocidad, donde se inician desplazamientos (50 más) frontales del lado izquierdo de la bicicleta, y del lado derecho para regresar



	<p>a la posición inicial, 5 recorridos de 2 minutos, descansos de 15 segundos por recorrido.</p> <p>5. Recorrido en la bicicleta durante 5 minutos a velocidad constante de alrededor de 15 km/h.</p>
<p>Fase central (40 min)</p> <p>Descansos de 2 minutos por cada 10 repeticiones</p>	<p>El sujeto debe desplazarse sobre la bicicleta en un plano horizontal a una distancia previa de alrededor de 41 metros para alcanzar una velocidad promedio de 7m/s, durante la ejecución las manos realizan una prensa cilíndrica sobre los agarres del manillar, manteniendo la mirada sobre el recorrido y anticipando la superficie de despegue; una vez la llanta delantera haga contacto con la inclinación inicial de dicha superficie, la mirada continua firme sobre el borde final de la rampa, se realiza una flexión de la espalda que se reduce durante el recorrido y para el momento de separación de la llanta delantera sobre la rampa la espalda logra una extensión que la alinea en una posición neutra sobre el eje Y. Los hombros permanecen en flexión durante el desplazamiento en donde se evidencie contacto de la bicicleta con una superficie, y reducen su flexión proporcional a el recorrido; esta acción motriz de la flexión del hombro ocasionara un extensión progresiva del codo que desplaza el manillar de una posición cercana a la cintura escapular para luego acercarse a la cadera a medida que asciende la bicicleta por la rampa alcanzando una mayor altura logrado por la ubicación del centro de gravedad que se ubica en medio de la zona abdominal y las piernas; la cadera en lo posible no debe presentar flexión para mantener el balance del tren inferior, luego los pies se separan de los pedales al momento que las ruedas finalizan el contacto con la superficie.</p> <p>Una vez alcanzada la altura máxima en el aire se efectúa un pateo sobre la llanta trasera a nivel de la coraza, generando un movimiento angular del marco en sentido anti</p>

horario sobre el rotor de la bicicleta, se realiza para ello una amplia flexión de hombros y una amplia extensión de los codos ubicando el manillar paralelo al esternón, los codos nivelan esta extensión con aducción para que se eleve la bicicleta antes de hacer contacto con la superficie, la cadera evidencia abducción y la rodilla derecha reduce la flexión progresivamente mientras la rodilla izquierda hace contacto totalmente extendida sobre la superficie; para que este alcance un desplazamiento angular alrededor de  $270^\circ$  donde el marco de la bicicleta quede en el hemicuerpo izquierdo del sujeto, se efectúa el pateo con la pierna izquierda o no dominante, las rodillas se flexionan en un lapso corto de tiempo para ubicar los puntos de apoyo (pies) casi de inmediato, en el hemicuerpo inferior derecho realiza una abducción y en el hemicuerpo inferior izquierdo una aducción, permitiendo la flexión de la rodilla derecha y extensión de la izquierda, se efectúa una flexión constante en la columna vertebral. En el aterrizaje no se efectúa un recorrido en el plano inclinado debido al apoyo lateral a la bicicleta de los pies es la superficie del plano horizontal. El sujeto debe alejar el manillar de su cuerpo para que el marco no lo impacte y genere afectación a la integridad del mismo, realizando flexión en los hombros y espalda y extensión completa de los codos.

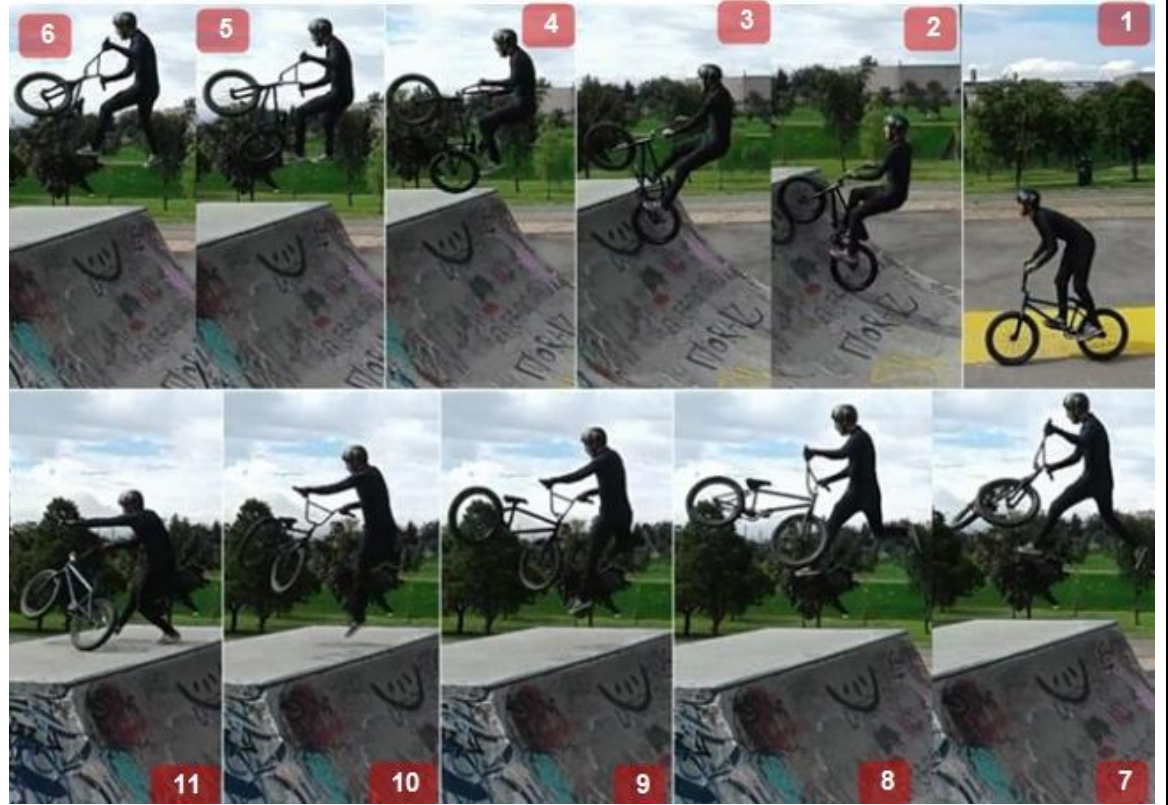


Figura 130. Secuencia etapa pateo con rotación del marco a 270°.

Fase final  
(15 min)

Flexores de cadera y cuádriceps: con ambas manos ubicadas en la canilla, se busca el contacto del muslo con el torso, mientras la otra pierna reposa totalmente estirada sobre el suelo.

Lumbares: En posición erguida, como si se buscara tocar el techo, se deja caer primero hacia un lado y luego hacia el otro. No se deben levantar los talones.

Aductores: En posición sentado, junta las plantas de los pies, agarrándolos con ambas manos y apoyando los codos en la cara interna de la rodilla se intentará llevar las rodillas hacia el suelo

Isquiotibiales: Tratar de llevar las manos, con los brazos extendidos, al suelo. El tronco, flexionado, estará relajado, al igual que el cuello. Después sentado en el suelo con una pierna extendida y la otra flexionada con el pie apoyado sobre el muslo de la que está

	<p>extendida (a la altura de los aductores), tratar de tocar los dedos de los pies con las manos, mediante una extensión de brazos, flexionando el tronco y con la espalda y el cuello relajados. Una vez finalizado el estiramiento, se cambian los roles de las piernas.</p> <p>Glúteos y oblicuos: Sentado con la pierna izquierda extendida, se flexiona la contraria, llevándola a tocar con el exterior del pie derecho, la parte externa de la rodilla de la pierna izquierda. En esta posición, se debe apoyar el codo en la parte exterior del muslo izquierdo y empujar suavemente al mismo tiempo que se gira el tronco.</p> <p>Cuádriceps: En posición de pie sostener el tobillo con la mano del mismo plano sagital durante 15 segundos. Mantener la espalda derecha y ambas rodillas en línea.</p> <p>Psoas ilíaco: Se debe adelantar una pierna, y flexionar unos 90° aproximadamente; Se Recarga el peso del cuerpo sobre la pierna adelantada y se mantiene la espalda recta. La pierna retrasada, debe flexionarse hasta notar el estiramiento a la altura de la ingle. Repetir con ambas piernas.</p>
--	---

Rúbrica de evaluación

INDICADOR VALORACIÓN	NO CUMPLE	NECESITA TIEMPO	CUMPLE
Realizar giro de 270° del marco sobre el plano horizontal de la	El sujeto no realiza giro de 270° del marco sobre el plano	El sujeto logra el desplazamiento con separación de	El sujeto no realiza giro de 270° del marco sobre el plano

rampa, realizando desplazamiento.	horizontal de la rampa con desplazamiento.	la bicicleta, pero no alcanza a efectuar el grado correcto de rotación.	horizontal de la rampa con desplazamiento.
-----------------------------------	--	---	--

6.2.2.3.4. Sesión 9.

Sesión 9: Pateo con rotación del marco a 360° y aterrizaje de los pies sobre plano horizontal.	
Calentamiento (20 min)	<p>General:</p> <p>Ejercicios de movilidad para el cuello: Inclina la cabeza hacia la izquierda, se sujeta con la mano izquierda la cabeza en la zona parietal durante 10 segundos, luego se realiza al lado derecho, repitiendo 3 veces cada lado. Posterior a eso, gira la cabeza de manera horizontal hacia ambos lados procurando que la barbilla se toque con el hombro correspondiente.</p> <p>Ejercicios de movilidad para la rodilla: De pie, el sujeto levanta una pierna sin realizar flexión de rodilla, suspendida a la altura de la rodilla por 10 segundos, luego se el mismo movimiento con la otra pierna. Repite el ejercicio 3 veces con cada pierna. En posición decúbito ventral, flexiona una rodilla intentando tocar el glúteo con el talón del pie, manteniendo la posición durante 10 segundos. Repite el movimiento 5 veces con cada pierna. Después de pie, eleva una pierna flexionando la rodilla manteniendo la posición realiza flexión y extensión de manera continua durante 15 segundos, luego con la otra pierna.</p>

Ejercicios de movilidad para los hombros: El sujeto realiza abducción de los hombros sin realizar flexión de los codos, hasta que rocen las orejas. Se mantiene esta acción por 10 segundos, posterior a este tiempo se relajan los músculos involucrados. Repite 10 veces el ejercicio. Realiza circunducción de los hombros durante 30 segundos.

Ejercicios de movilidad para el tobillo: Se coloca el pie en una posición donde ese evidencie un ángulo de 90 grados con la pierna. El dorso del pie debe de quedar frente al sujeto. Manteniendo la rodilla sin flexionar por lo menos 10 segundos y regresa a la posición neutral. Repite los pasos anteriores 10 veces de flexión y extensión del tobillo. Se debe tener en cuenta que el ejercicio se prolonga hasta sentir un calor localizado muy intenso en la zona.

Específico:

1. El sujeto de pie, sostiene la bicicleta por el manillar con ambas manos, se realiza extensión y flexión del codo, desplazando la bicicleta de atrás hacia adelante en repetidas ocasiones siempre haciendo contacto de las ruedas con el suelo (20 repeticiones), así se presenta activación muscular de los brazos, hombros, pecho y espalda.
2. El sujeto de pie, sostiene la bicicleta por el manillar con ambas manos, se realiza extensión y flexión del codo, desplazando la bicicleta de atrás hacia adelante en repetidas ocasiones siempre haciendo contacto de la rueda trasera únicamente, con el suelo (20 repeticiones), así se presenta activación muscular de los brazos, hombros, pecho y espalda.
3. El sujeto de pie, sostiene la bicicleta por el sillín con ambas manos, se realiza flexión y extensión del codo, desplazando la bicicleta de atrás hacia adelante en

	<p>repetidas ocasiones siempre haciendo contacto de las ruedas con el suelo (20 repeticiones), a su vez que realiza una sentadilla simultánea al movimiento de extensión de los brazos así se presenta activación muscular de los brazos, hombros, pecho y espalda.</p> <p>4. Trote con intervalos de tiempo y velocidad, donde se inician desplazamientos (50 más) frontales del lado izquierdo de la bicicleta, y del lado derecho para regresar a la posición inicial, 5 recorridos de 2 minutos, descansos de 15 segundos por recorrido.</p> <p>5. Recorrido en la bicicleta durante 5 minutos a velocidad constante de alrededor de 15 km/h.</p>
<p>Fase central (40 min)</p> <p>Descansos de 2 minutos por cada 10 repeticiones</p>	<p>El sujeto debe desplazarse sobre la bicicleta en un plano horizontal a una distancia previa de alrededor de 41 metros para alcanzar una velocidad promedio de 7m/s, durante la ejecución las manos realizan una prensa cilíndrica sobre los agarres del manillar, manteniendo la mirada sobre el recorrido y anticipando la superficie de despegue; una vez la llanta delantera haga contacto con la inclinación inicial de dicha superficie, la mirada continua firme sobre el borde final de la rampa, se realiza una flexión de la espalda que se reduce durante el recorrido y para el momento de separación de la llanta delantera sobre la rampa la espalda logra una extensión que la alinea en una posición neutra sobre el eje Y. Los hombros permanecen en flexión durante el desplazamiento en donde se evidencie contacto de la bicicleta con una superficie, y reducen su flexión proporcional a el recorrido; esta acción motriz de la flexión del hombro ocasionara un extensión progresiva del codo que desplaza el manillar de una posición cercana a la cintura escapular para luego acercarse a la cadera a medida que asciende la bicicleta por</p>

la rampa alcanzando una mayor altura a la ubicación del centro de gravedad, la cadera en lo posible no debe presentar flexión para mantener el balance del tren inferior, luego los pies se separan de los pedales al momento que las ruedas finalizan el contacto con la superficie.

Una vez alcanzada la altura máxima en el aire se efectúa un pateo sobre la llanta trasera a nivel de la coraza, generando un movimiento angular del marco en sentido anti horario sobre el rotor de la bicicleta, se realiza para ello una amplia flexión de hombros y una amplia extensión de los codos ubicando el manillar paralelo al esternón, los codos nivelan esta extensión con aducción para que se eleve la bicicleta antes de hacer contacto con la superficie, la cadera evidencia abducción y la rodilla derecha reduce la flexión progresivamente mientras la rodilla izquierda hace contacto totalmente extendida sobre la superficie; para que este alcance un desplazamiento angular alrededor de 360° donde el marco de la bicicleta quede en el hemicuerpo izquierdo del sujeto, se efectúa el pateo con la pierna izquierda o no dominante, las rodillas se flexionan en un lapso más amplio de tiempo que en las anteriores fases para ubicar los puntos de apoyo (pies), en el hemicuerpo inferior derecho realiza una abducción y en el hemicuerpo inferior izquierdo una aducción, permitiendo la flexión simultánea de la rodillas en la parte de equilibrio del gesto y posteriormente realiza la flexión de la rodilla izquierda y extensión de la derecha, se efectúa una flexión constante en la columna vertebral. En el aterrizaje no se efectúa un recorrido en el plano inclinado debido al apoyo lateral de la bicicleta con los pies en la superficie del plano horizontal. El sujeto debe permitir el ingreso del marco retornando a la posición de inicial de la bicicleta, se debe alejar el manillar de su cuerpo



para que el marco no lo impacte y genere afectación a la integridad del mismo, realizando flexión en los hombros y espalda y extensión completa de los codos.



Figura 131. Secuencia etapa pateo con rotación del marco a 360°.

Fase final  
(15 min)

**Flexores de cadera y cuádriceps:** con ambas manos ubicadas en la canilla, se busca el contacto del muslo con el torso, mientras la otra pierna reposa totalmente estirada sobre el suelo.

**Lumbares:** En posición erguida, como si se buscara tocar el techo, se deja caer primero hacia un lado y luego hacia el otro. No se deben levantar los talones.

**Aductores:** En posición sentado, junta las plantas de los pies, agarrándolos con ambas manos y apoyando los codos en la cara interna de la rodilla se intentará llevar las rodillas hacia el suelo

**Isquiotibiales:** Tratar de llevar las manos, con los brazos extendidos, al suelo. El tronco, flexionado, estará relajado, al igual que el cuello. Después sentado en el suelo con

	<p>una pierna extendida y la otra flexionada con el pie apoyado sobre el muslo de la que está extendida (a la altura de los aductores), tratar de tocar los dedos de los pies con las manos, mediante una extensión de brazos, flexionando el tronco y con la espalda y el cuello relajados. Una vez finalizado el estiramiento, se cambian los roles de las piernas.</p> <p>Glúteos y oblicuos: Sentado con la pierna izquierda extendida, se flexiona la contraria, llevándola a tocar con el exterior del pie derecho, la parte externa de la rodilla de la pierna izquierda. En esta posición, se debe apoyar el codo en la parte exterior del muslo izquierdo y empujar suavemente al mismo tiempo que se gira el tronco.</p> <p>Cuádriceps: En posición de pie sostener el tobillo con la mano del mismo plano sagital durante 15 segundos. Mantener la espalda derecha y ambas rodillas en línea.</p> <p>Psoas ilíaco: Se debe adelantar una pierna, y flexionar unos 90° aproximadamente; Se recarga el peso del cuerpo sobre la pierna adelantada y se mantiene la espalda recta. La pierna retrasada, debe flexionarse hasta notar el estiramiento a la altura de la ingle. Repetir con ambas piernas.</p>
--	--

Rúbrica de evaluación

INDICADOR		NECESITA	
VALORACIÓN	NO CUMPLE	TIEMPO	CUMPLE

Realizar giro de 360° del marco sobre el plano horizontal de la rampa, realizando desplazamiento.	El sujeto no logra rotar 360° el marco sobre el plano horizontal de la rampa con desplazamiento.	El sujeto logra el desplazamiento con separación de la bicicleta, pero no alcanza a efectuar el grado correcto de rotación.	El sujeto no realiza giro de 360° del marco sobre el plano horizontal de la rampa con desplazamiento.
---	--	---	---

6.2.2.3.5. Sesión 10.

Sesión 10: Pateo con rotación del marco 360° con los pies sobre los pedales en el aterrizaje (Tailwhip).	
Calentamiento (20 min)	<p>General:</p> <p>Ejercicios de movilidad para el cuello: Inclina la cabeza hacia la izquierda, se sujeta con la mano izquierda la cabeza en la zona parietal durante 10 segundos, luego se realiza al lado derecho, repitiendo 3 veces cada lado. Posterior a eso, gira la cabeza de manera horizontal hacia ambos lados procurando que la barbilla se toque con el hombro correspondiente.</p> <p>Ejercicios de movilidad para la rodilla: De pie, el sujeto levanta una pierna sin realizar flexión de rodilla, suspendida a la altura de la rodilla por 10 segundos, luego se el mismo movimiento con la otra pierna. Repite el ejercicio 3 veces con cada pierna. En posición decúbito ventral, flexiona una rodilla intentando tocar el glúteo con el talón del pie, manteniendo la posición durante 10 segundos. Repite el movimiento 5 veces con cada pierna. Después de pie, eleva una pierna flexionando la rodilla manteniendo la</p>

posición realiza flexión y extensión de manera continua durante 15 segundos, luego con la otra pierna.

Ejercicios de movilidad para los hombros: El sujeto realiza abducción de los hombros sin realizar flexión de los codos, hasta que rocen las orejas. Se mantiene esta acción por 10 segundos, posterior a este tiempo se relajan los músculos involucrados. Repite 10 veces el ejercicio. Realiza circunducción de los hombros durante 30 segundos.

Ejercicios de movilidad para el tobillo: Se coloca el pie en una posición donde ese evidencie un ángulo de 90 grados con la pierna. El dorso del pie debe de quedar frente al sujeto. Manteniendo la rodilla sin flexionar por lo menos 10 segundos y regresa a la posición neutral. Repite los pasos anteriores 10 veces de flexión y extensión del tobillo. Se debe tener en cuenta que el ejercicio se prolonga hasta sentir un calor localizado muy intenso en la zona.

Específico:

1. El sujeto de pie, sostiene la bicicleta por el manillar con ambas manos, se realiza extensión y flexión del codo, desplazando la bicicleta de atrás hacia adelante en repetidas ocasiones siempre haciendo contacto de las ruedas con el suelo (20 repeticiones), así se presenta activación muscular de los brazos, hombros, pecho y espalda.
2. El sujeto de pie, sostiene la bicicleta por el manillar con ambas manos, se realiza extensión y flexión del codo, desplazando la bicicleta de atrás hacia adelante en repetidas ocasiones siempre haciendo contacto de la rueda trasera únicamente, con el suelo (20 repeticiones), así se presenta activación muscular de los brazos, hombros, pecho y espalda.

	<p>3. El sujeto de pie, sostiene la bicicleta por el sillín con ambas manos, se realiza flexión y extensión del codo, desplazando la bicicleta de atrás hacia adelante en repetidas ocasiones siempre haciendo contacto de las ruedas con el suelo (20 repeticiones), a su vez que realiza una sentadilla simultánea al movimiento de extensión de los brazos así se presenta activación muscular de los brazos, hombros, pecho y espalda.</p> <p>4. Trote con intervalos de tiempo y velocidad, donde se inician desplazamientos (50 más) frontales del lado izquierdo de la bicicleta, y del lado derecho para regresar a la posición inicial, 5 recorridos de 2 minutos, descansos de 15 segundos por recorrido.</p> <p>5. Recorrido en la bicicleta durante 5 minutos a velocidad constante de alrededor de 15 km/h.</p>
<p>Fase central (40 min) Descansos de 2 minutos por cada 10 repeticiones</p>	<p>El sujeto debe desplazarse sobre la bicicleta en un plano horizontal a una distancia previa de alrededor de 41 metros para alcanzar una velocidad promedio de 7m/s, durante la ejecución las manos realizan una prensa cilíndrica sobre los agarres del manillar, manteniendo la mirada sobre el recorrido y anticipando la superficie de despegue; una vez la llanta delantera haga contacto con la inclinación inicial de dicha superficie, la mirada continua firme sobre el borde final de la rampa, se realiza una flexión de la espalda que se reduce durante el recorrido y para el momento de separación de la llanta delantera sobre la rampa la espalda logra una extensión que la alinea en una posición neutra sobre el eje Y. Los hombros permanecen en flexión durante el desplazamiento en donde se evidencie contacto de la bicicleta con una superficie, y reducen su flexión proporcional a el recorrido; esta acción motriz de la flexión del hombro ocasionara un</p>

extensión progresiva del codo que desplaza el manillar de una posición cercana a la cintura escapular para luego acercarse a la cadera a medida que asciende la bicicleta por la rampa alcanzando una mayor altura gracias a la ubicación del centro de gravedad en medio de la zona abdominal y piernas le generan seguridad a la persona, la cadera en lo posible no debe presentar flexión para mantener el balance del tren inferior, luego los pies se separan de los pedales al momento que las ruedas finalizan el contacto con la superficie.

Una vez alcanzada la altura máxima en el aire se efectúa un pateo sobre la llanta trasera a nivel de la coraza, generando un movimiento angular del marco en sentido anti horario sobre el rotor de la bicicleta, se realiza inicialmente para ello una amplia flexión de hombros y una amplia flexión de los codos ubicando el manillar paralelo al esternón, los codos nivelan esta extensión con aducción para que se eleve la bicicleta antes de hacer contacto con la superficie, el hombro derecho realiza aducción mientras el izquierdo realiza abducción, la cadera realiza amplia flexión, evidencia abducción de la cadera derecha y aducción de la izquierda al realizar el pateo, la rodilla derecha presenta flexión progresivamente junto con la reducción de la extensión por parte de la rodilla izquierda, posterior a eso , la rodilla derecha se extiende por completo para anticipar el marco mientras la rodilla izquierda realiza una amplia flexión para que este alcance un desplazamiento angular de 360°, se efectúa una flexión constante en la columna vertebral. En el aterrizaje una vez anticipado el marco, se inicia un agrupamiento de las extremidades para amortiguar la caída. Finalmente, la llanta trasera es la primera en hacer contacto con la superficie del plano inclinado y acto seguido los movimientos de aterrizaje son de una leve flexión de los codos, las rodillas, los tobillos y la cadera como

un sistema de amortiguación para minimizar la fuerza de impacto y retomar la posición inicial.

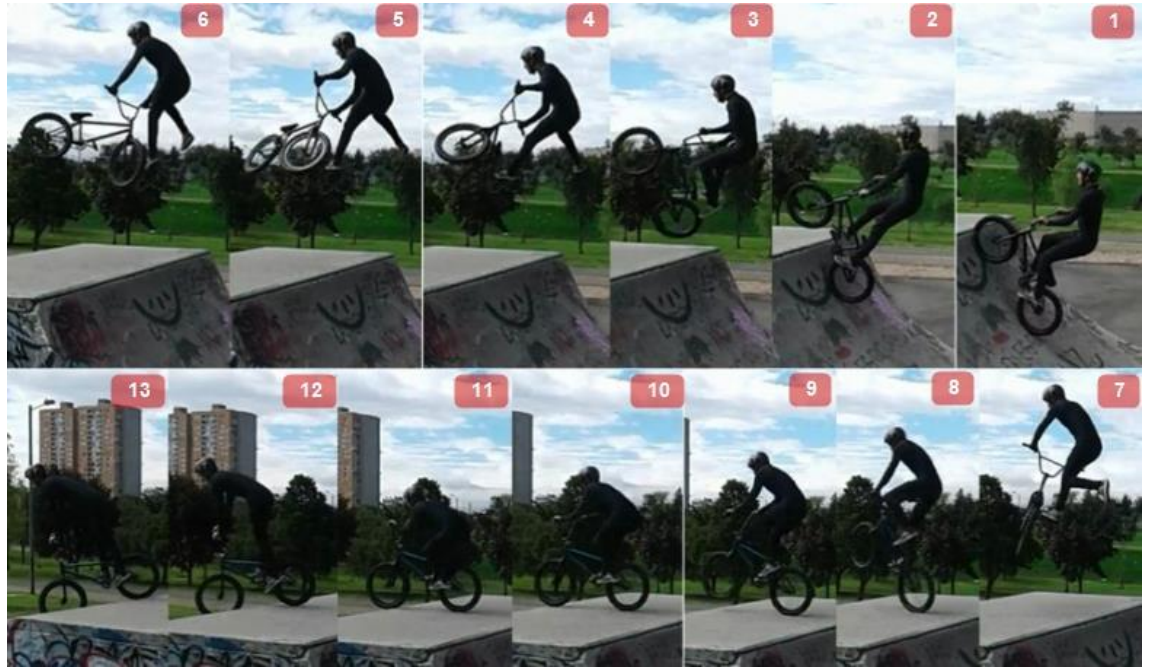


Figura 132. Secuencia etapa pateo con rotación del marco 360° gesto técnico culminado (Tailwhip).

Parte final  
(15 min)

Flexores de cadera y cuádriceps: con ambas manos ubicadas en la canilla, se busca el contacto del muslo con el torso, mientras la otra pierna reposa totalmente estirada sobre el suelo.

Lumbares: En posición erguida, como si se buscara tocar el techo, se deja caer primero hacia un lado y luego hacia el otro. No se deben levantar los talones.

Aductores: En posición sentado, junta las plantas de los pies, agarrándolos con ambas manos y apoyando los codos en la cara interna de la rodilla se intentará llevar las rodillas hacia el suelo

Isquiotibiales: Tratar de llevar las manos, con los brazos extendidos, al suelo. El tronco, flexionado, estará relajado, al igual que el cuello. Después sentado en el suelo con una pierna extendida y la otra flexionada con el pie apoyado sobre el muslo de la que está

	<p>extendida (a la altura de los aductores), tratar de tocar los dedos de los pies con las manos, mediante una extensión de brazos, flexionando el tronco y con la espalda y el cuello relajados. Una vez finalizado el estiramiento, se cambian los roles de las piernas.</p> <p>Glúteos y oblicuos: Sentado con la pierna izquierda extendida, se flexiona la contraria, llevándola a tocar con el exterior del pie derecho, la parte externa de la rodilla de la pierna izquierda. En esta posición, se debe apoyar el codo en la parte exterior del muslo izquierdo y empujar suavemente al mismo tiempo que se gira el tronco.</p> <p>Cuádriceps: En posición de pie sostener el tobillo con la mano del mismo plano sagital durante 15 segundos. Mantener la espalda derecha y ambas rodillas en línea.</p> <p>Psoas ilíaco: Se debe adelantar una pierna, y flexionar unos 90° aproximadamente; Se Recarga el peso del cuerpo sobre la pierna adelantada y se mantiene la espalda recta. La pierna retrasada, debe flexionarse hasta notar el estiramiento a la altura de la ingle. Repetir con ambas piernas.</p>
--	---

Rúbrica de evaluación

INDICADOR	VALORACIÓN		
	NO CUMPLE	NECESITA TIEMPO	CUMPLE
Realizar giro de 360° del marco sobre el plano horizontal de la rampa, realizando desplazamiento, ubicando nuevamente el apoyo (pies)	El sujeto no realiza giro de 360° del marco sobre el plano horizontal de la rampa, realizando desplazamiento, ubicando nuevamente el	El sujeto realiza el giro de 360° del marco sobre el plano horizontal de la rampa, pero solo ubica un pie	El sujeto realiza giro de 360° del marco sobre el plano horizontal de la rampa, realizando



sobre los pedales en el plano horizontal de la rampa.	apoyo (pies) sobre los pedales en el plano horizontal de la rampa.	nuevamente sobre los pedales en el aterrizaje.	desplazamiento, ubicando nuevamente el apoyo (pies) sobre los pedales en el plano horizontal de la rampa.
---	--	--	---

## 7. Conclusiones

Para lograr el gesto técnico analizado es indispensable que la persona alcance una velocidad en un plano horizontal promedio de 7,06 metros/segundos denotado también en 25 kilómetros/hora, velocidad necesaria para recorrer la rampa en curva y alcanzar una velocidad en el eje vertical. Para alcanzar dichas velocidades la persona debe recorrer mínimo 41 metros en un plano horizontal (suelo) acompañado de la habilidad pedalear, sin embargo 4 metros antes de llegar a la rampa se detiene el pedaleo y continua su trayectoria. En el eje vertical la bicicleta inicia con una velocidad de 7,05 m/s similar a la que alcanzó en el plano horizontal. Posteriormente por el efecto de la gravedad la velocidad disminuye en el eje X a 6,16 m/s y en el eje Y alcanza una velocidad de 3,41 m/s. Los datos anteriormente relacionados se obtuvieron gracias al programa Kinovea en donde se observaron los movimientos por fases y con apoyo de las ecuaciones también se obtienen otros datos, de los cuales se concluye que el sujeto alcanza distancias en el eje Y de 1,93 metros y en el eje X de 4,2 metros, dichas distancias necesarias para los momentos perfectos de las fases denominadas en el proyecto. Así mismo cuando la persona gira el marco de la bicicleta debe tener la habilidad de identificar en que momento la

bicicleta no toca más la superficie de la rampa de inicio, para posteriormente generar una fuerza en la llanta trasera, la cual genera que el marco gire en sentido anti horario y debe ir mínimo a una velocidad de 9,5 rad/s para completar dicho giro en el aire y no se presenten accidentes que intervengan con la integridad de la persona.

Por otra parte, el centro de gravedad se ubica dependiendo de la agrupación de los segmentos corporales, el método segmentario y el programa computacional Skillspector ubica en la mayor parte de la ejecución del gesto fuera del cuerpo ubicándose en medio de los segmentos: muslo derecho e izquierdo, brazos y tronco. El cual le genera estabilidad a la persona para mantener equilibrio en toda la ejecución del gesto.

De igual forma la observación del gesto en el programa computacional Kinovea permitió establecer fases de movimientos de acuerdo a las características que en cada una de ellas presentaba, ya sea por la variación de las mediciones angulares de segmentos superiores e inferiores del cuerpo y cualidades específicas que presentaba cada una.

Se pudo definir que las fases se denominaron gracias a los datos cuantitativos y cualitativos que fueron recolectados y analizados, las cuales fueron: preliminar, empuje, recobro, finalización del movimiento angular y aterrizaje, que tienen subfases que definen detalladamente cada movimiento y particularidades que el sujeto debe realizar para una correcta realización del gesto técnico.

Para finalizar, se concluye que para diseñar el plan metodológico fue necesario realizar un análisis biomecánico del gesto técnico Tailwhip en el cual, gracias a la metodología, instrumento y técnica de recolección de información de la investigación se obtuvieron datos cinemáticos lineales y rotatorios, ubicación corporal del centro de gravedad, variaciones angulares de los

segmentos y datos cualitativos que permitieron caracterizar los movimientos por fases, en donde la duración de dichas ejecuciones se veía influenciada por los datos cuantitativos y cualitativos recolectados. Se establecieron 3 módulos en donde se componen en total de 10 sesiones con fase inicial, central y final a seguir, en donde se establecen recomendaciones básicas antes de iniciar con el proceso; se denominaron salto en plano horizontal, salto sobre la rampa, salto con separación y aterrizaje de los pies en el suelo, salto con separación de pies y recobro del apoyo para el aterrizaje, aterrizaje con ubicación lateral a la bicicleta, pateo con rotación del marco a 90°, pateo con rotación del marco a 180°, pateo con rotación del marco a 270°, pateo con rotación del marco a 360° y aterrizaje de los pies sobre plano horizontal y por último pateo con rotación del marco 360° con los pies sobre los pedales en el aterrizaje (Tailwhip). El cual aún no se realiza o se ha hecho práctico, se espera una continuación del estudio para lograr implementar y evidenciar la efectividad de esta propuesta.

## **8. Prospectiva**

El análisis biomecánico que se realizó al gesto técnico Tailwhip permite darle una visión diferente al deporte ya que se usan programas computacionales que apoyan el análisis y que se aplicaron para generar teoría basados en la ciencia, de esta manera buscar el incremento de rendimiento de las personas que practiquen dicha modalidad ciclística y que sirva como ejemplo de la metodología usada. Los diferentes gestos técnicos realizados en el deporte urbano abren oportunidades de nuevos análisis teniendo en cuenta o no la estructura en donde se realice.

La variedad de gestos técnicos del BMX estilo libre es amplia y abre posibilidades de profundización de esta investigación por medio del análisis a otros gestos técnicos colaborando a estructurar el deporte definiendo fases de ejecución y generando planes metodológicos de enseñanza ya que no existen dichos procesos escritos a nivel local, nacional e internacional. Se

busca también, que en próximas investigaciones de la Uniminuto se implemente el plan metodológico y se defina si es o no optimo ejecutarlo y llevarlo a cabo con jóvenes de diferentes edades.

### **Referencias.**

- Acero J. (2002) *Bases Biomecánicas para la Actividad Física y Deportiva*. Pamplona: Universidad de Pamplona
- Apep. (2007). *BMX Free style*. Recuperado de:  
<https://books.google.com.co/books?id=yeVwrlZx8fkC&pg=PT82&dq=bmx+tailwhip&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjZ4->
- Arévalo, A., Gómez, K. y Ortiz, L. (2014). *Alteraciones posturales en bicrosistas de alto rendimiento del municipio de envigado: Segunda Fase*. (Tesis Doctoral). Universidad de Antioquía.
- Arias, F. (2006). *El proyecto de investigación, introducción a la metodología científica*. Venezuela: Editorial Episteme.

Blazevich, A. (2007). *Biomecánica Deportiva*. España: Editorial Paidotribo.

Brond, J. (2009). *Biomechanics made simple*. Recuperado de:

<http://video4coach.com/imagesfile/SkillsSpector%20Documentation%20English.pdf>

Díaz, C. (2015). *Caracterización biomecánica del golpe de derecha liftada como respuesta a una bola con efecto cortado en jugadores de la selección de tenis de mesa de la Corporación Universitaria Minuto De Dios – Uniminuto*. (Tesis de Pregrado). Corporación Universitaria Minuto De Dios, Bogotá.

Estévez, M., Arroyo, M. & González, C. (2006). *Metodología de la investigación en la actividad física: su metodología*. Recuperado de:

<http://sc9f2af1c8cf3016e.jimcontent.com/download/version/1400173215/module/4182237157/name/Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20Investigaci%C3%B3n%20en%20Educa%20ci%C3%B3n%20F%C3%ADsica.pdf>

García, F. (2008) *La Tesis y el trabajo de tesis*. Recomendaciones metodológicas para la elaboración de trabajos de tesis. México: Limusa/Noriega.

Gutierrez, M. (1995). *Biomecánica y ciclismo*. European Journal of Human Movement, (1), 77-94.

Henríquez, V. Pita, S. Salazar, E. (2010). *Proyecto de inversión para la creación de un Skatepark privado en la ciudad de Guayaquil* (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica Del Litoral, Guayaquil, Ecuador.

Idrd & Idartes. (2015). *Bicicletario*. Bogotá: Libro al viento

Instituto Distrital de Recreación y Deporte. (2016). *Escenarios Dunt en Bogotá*. Recuperado de:

<http://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/?q=node/1582>

- Kapandji, A. (2007). *Fisiología articular, 6ta edición, tomo 1*. Madrid, Editorial Médica Panamericana.
- Kapandji, A. (2007). *Fisiología articular, 6ta edición, tomo 2*. Madrid, Editorial Médica Panamericana.
- Kapandji, A. (2007). *Fisiología articular, 6ta edición, tomo 3*. Madrid, Editorial Médica Panamericana.
- Ministerio de Educación Buenos Aires. (2015). *Tutorial de Kinovea- Programa de edición de videos diseñado para analizar las imágenes y estudiar videos deportivos*. Recuperado de: <http://www.formadores.org/vinculostutorialkinovea.pdf>
- Molano, N. (2008). *Examen muscular y valoración de la movilidad articular*. Armenia, Editorial Kinesis.
- Mundo del BMX (2014, 06 de Mayo). *Anatomía de una BMX* [web log post]. Recuperado de
- Ocaña, A. (Mayo, 2014). *Anatomía de una BMX* [Mensaje en un blog]. Recuperado de <http://702518495225735817.weebly.com/mundo-del-bmx>
- Odvárka, O. (2014). *Metodología del rendimiento deportivo en la disciplina extrema del ciclismo BMX Estilo Libre*. (Tesis Pregrado). Universidad de Masarykova, Brno, Republica Checa.
- Palastanga, N., Field, D. y Soames, R. (2000). *Anatomía y movimiento humano, estructura y funcionamiento*. Paidotribo: Barcelona, España.
- Pereira, Z. (2011). Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta, *Educare*, Vol. XV (1), 15-29. Recuperado de <file:///D:/Users/alexander/Downloads/Dialnet-LosDisenosDeMetodoMixtoEnLaInvestigacionEnEducacio-3683544.pdf>

- Ramirez, J., Zabala, M., Sánchez, C., Hernández, M., March, M. y Gutiérrez S. (Enero 2008). *Desarrollo de un protocolo simple para evaluar el rendimiento físico específico del piloto de BMX*. Revista Digital EF Deportes. N° 116. Recuperado de <http://www.efdeportes.com/efd116/rendimiento-fisico-especifico-del-piloto-de-bmx.htm>
- Riders. (2013). *BMX Freestyle*. Recuperado de: <http://riders.co/en/bmx/air/tailwhip/>
- Ruiz, C., Brito, E., Navarro, R., García, R., Navarro, M & García, J. (2012). *Análisis del movimiento en el deporte*. España: Editorial Wanceulen Editorial Deportiva S.L.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación*. México Df: Editorial Mc Graw hill
- Saraí, J. (2015). *Simulación del proceso de diseño de un nuevo modelo de bicicleta BMX (bike moto cross) en una empresa multinacional con SAP PS* (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.
- Soto, V., y Calvo, M. (1996). *Parámetros inerciales para el modelado biomecánico del cuerpo humano*. Departamento de Educación Física y Deportiva. Revista de Motricidad, (2), 169-189.
- Suárez, G. (2007). *Técnica, biomecánica y aprendizaje motriz: elementos para una teoría de la enseñanza de las habilidades motrices*. Universidad de Antioquía, dirección de Educación Física. Funámbulos Editores, 55-72.
- Suárez, G. y Física, E. (2007). *Técnica, biomecánica y aprendizaje motriz. Aprendizaje motor: elementos para una teoría de la enseñanza de las habilidades motrices*. Medellín: Funámbulos Editores.
- Tepler, P. & Mosca, G. (2010). *Física para la Ciencia y Tecnología*. Reverté: Barcelona, España

Thomas, I. (2011). *Freestyle BMX*. Recuperado de: [https://books.google.com.co/books?id=l-PZVwMgRsC&printsec=frontcover&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.co/books?id=l-PZVwMgRsC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

Zatsiorsky V. (1994) *Advanced Sport Biomechanics*. The Pennsylvania State University, Biomechanics Laboratory, PA, USA

Zorro, G. (2011). *Más que un deporte, una oportunidad de inversión en un grupo subcultural olvidado por el mercado y con identidad propia* (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.