



# **UNIVERSIDAD DEL AZUAY**

FACULTAD DE DISEÑO, ARQUITECTURA Y ARTE  
CARRERA DE DISEÑO DE TEXTIL Y MODA

## **TECNOLOGÍA WEARABLE EN INDUMENTARIA DEPORTIVA CASO: CICLISMO BMX**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A  
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE DISEÑADORA DE TEXTIL Y MODA

**AUTORA:**  
**XIMENA BELÉN ABRIL ABRIL**

**DIRECTOR:**  
**DIS. SEBASTIÁN QUEZADA**

CUENCA - ECUADOR

2019



# Tecnología wearable en indumentaria deportiva

## Caso: Ciclismo BMX

Ximena Belén Abril Abril

**Autora:**

Ximena Belén Abril Abril

**Tutor:**

Dis. Sebastián Quezada

**Fotografía e ilustraciones:**

Todas las imágenes son realizadas por la autora, excepto aquellas que se encuentran con su crédito respectivo.

**Diseño y diagramación:**

Dis. María Clara León R.



# Dedicatoria

A Dios, quien ha sido mi guía y mi descanso en todo momento y me ha permitido terminar esta tesis y carrera, y a mis padres y hermanos que me han apoyado y motivado para alcanzar mis metas.

"Si, pues, coméis o bebéis, o hacéis otra cosa, hacedlo todo para la gloria de Dios"  
1 Corintios 10:31

# Agradecimientos

Agradezco a Dios por bendecirme con una familia y amigos que estuvieron siempre presentes y me acompañaron a lo largo de mi formación académica, quienes supieron darme aliento cuando me faltaba, a mi tutor de tesis Sebastián Quezada, a Paúl Salamea, Víctor Vaculima, MSports Wear, María Clara León y Santiago Rojas, quienes han sido parte fundamental para el desarrollo del presente proyecto.

# Índice

---

Dedicatoria	6
Agradecimientos	7
Índice	8
Resumen	10
Abstract	11
Introducción	13
<b>CAPÍTULO 1: CONCEPTUALIZACIÓN</b>	<b>14</b>
<b>Indumentaria</b>	<b>15</b>
<b>Diseño de indumentaria</b>	<b>16</b>
Indumentaria deportiva	16
Ergonomía de la indumentaria deportiva	18
Tecnologías textiles innovadoras para el diseño de indumentaria deportiva	19
<b>Tecnología en el deporte</b>	<b>21</b>
<b>Tecnología wearable</b>	<b>22</b>
Fundamentos básicos	22
Componentes	23
Aplicaciones	24
<b>El BMX</b>	<b>26</b>
Historia del BMX.	26
<b>Indumentaria de BMX</b>	<b>27</b>
Características de la indumentaria para BMX	27
<b>Biomecánica</b>	<b>28</b>
<b>Análisis ergonómico de la indumentaria para BMX</b>	<b>29</b>

<b>CAPÍTULO 2: INVESTIGACIÓN DE CAMPO</b>	<b>33</b>
Empresas deportivas de BMX en la ciudad de Cuenca.	34
Análisis de la ergonomía y características de la indumentaria deportiva local para BMX	35
Primer registro estructurado de observación	38
Segundo registro estructurado de observación	43
<b>CAPÍTULO 3: PROCESO DE DISEÑO</b>	<b>47</b>
Experimentación con dispositivos wearables	48
Proceso de diseño	48
Variables de la investigación de campo	49
Criterios de Diseño	49
<b>Diseño de la indumentaria de BMX</b>	<b>50</b>
Buzo de BMX	50
Pantalón de BMX	50
Conexiones de los dispositivos wearables	60
<b>CAPÍTULO 4: VALIDACIÓN</b>	<b>65</b>
Descripción	66
Medición de rendimiento muscular utilizando un sensor EMG	66
Adquisición de datos Convertidor Analógico Digital	67
Registro fotográfico	68
Conclusiones	76
Recomendaciones	77
Bibliografía.	79
Bibliografía de figuras	80
Anexos	82

# Resumen

En el medio local se identificó la problemática de falta de innovación en indumentaria deportiva para BMX en la ciudad de Cuenca. Por lo tanto, la presente investigación se enfocó en la experimentación con tecnología wearable en la indumentaria deportiva con el objetivo de implementar sistemas innovadores que ayudan a mejorar el rendimiento de los deportistas mediante dispositivos vestibles que permiten la recopilación y análisis de datos. Dando como resultado una línea de tres conjuntos de dos piezas diseñado a partir de las investigaciones de campo.

**Palabras clave:** dispositivos vestibles, experimentación, indumentaria de BMX, diseño y tecnología, ciclismo y moda, E-textiles

# Abstract

At local level, the lack of innovation of BMX sportswear in the city of Cuenca was identified. For this reason, this research focused on experimenting with wearable technology for the manufacture of sportswear, with the purpose of incorporating innovative systems which may help improve the performance of athletes by providing them with wearable devices for data collection and analysis. The result was a line of three 2-piece sets of sportswear designed from field research

**Key words:** wearable devices, experimentation, BMX sportswear, design and technology, cycling and Fashion, E-textiles



# Introducción

Por años, el deporte ha formado parte del desarrollo de las personas, tanto en el aspecto físico, social y psicológico, cambiando el sedentarismo por un estilo de vida saludable en donde las actividades a realizar son amplias y benefician a las personas para evitar enfermedades y mejorar la calidad de vida que se lleva, así también le da la posibilidad de descargar el estrés mediante la actividad física.

Al hablar de deporte en la ciudad de Cuenca, especialmente en la disciplina del ciclismo, podemos ver que en los últimos años ha tomado gran fuerza en la capital azuaya, despertando un interés tanto en niños, adolescentes y adultos por el uso de la bicicleta incluso incentivando el uso de la misma como una alternativa de movilización. Ahora si analizamos a profundidad las distintas modalidades que ofrece el ciclismo, podemos ver que el BMX ha retomado fuerza en los últimos años, de tal forma que se ha llegado a hablar sobre un cupo olímpico tanto en hombres como en mujeres para Tokio 2020.

En Cuenca, la trayectoria que ha tenido esta modalidad ha sido siempre una de las más relevantes de la ciudad, pues las medallas doradas del Azuay, en su mayoría fueron obtenidas

en el BMX. Es importante entender que los deportistas que realizan este deporte, son hombres y mujeres que disfrutan de la adrenalina y el peligro, personas decididas a realizar actividades de alto riesgo y que están dispuestas a sufrir lesiones, desde raspones hasta fracturas de sus huesos.

Además de estos peligros a los que están expuestos los deportistas, también cabe recalcar que la indumentaria que usan es distinta a la indumentaria deportiva común debido a que cuenta con varios cortes y cambios de tela que protegen y brindan mayor comodidad y seguridad al deportista, tanto en entrenamientos como en carreras. La indumentaria deportiva que se oferta hoy en día cuenta con características mucho más avanzadas, pues se habla de los famosos textiles inteligentes que se usan con más frecuencia para mejorar el rendimiento físico del deportista.

Es por esto que se considera necesario implementar nuevas tecnologías en la indumentaria deportiva para BMX, mejorando la calidad, el diseño y la comodidad de la indumentaria que se realiza en la ciudad mediante la experimentación con tecnología wearable, sabiendo que es una tecnología vestible que permite mejorar y potencializar las cualidades

de las prendas, brindando nuevas posibilidades de uso, así también, aportando a las empresas para que mejoren la calidad de sus productos e incrementen sus ventas.

Para evidenciar el resultado de la experimentación en la indumentaria, se presentará una línea de indumentaria para BMX, la misma que será validada en un entrenamiento o competencia con deportistas de alto rendimiento.



# CAPÍTULO 1

## CONCEPTUALIZACIÓN



Figura 1. Atuendos (Traje en la historia, 2016).

## Indumentaria

La indumentaria, conocida más comúnmente como ropa, hace referencia al conjunto de prendas textiles, fabricadas inicialmente con el fin de cubrir y proteger al cuerpo del clima, evitar daños ocasionados por agentes externos, y en ocasiones por pudor.

De acuerdo con algunos antropólogos e historiadores, desde el paleolítico se utilizaban pieles, cueros y hojas envueltas alrededor del cuerpo como protección de los elementos de la naturaleza y del clima (Figura 1). Sin embargo, con el paso del tiempo, se han implementado nuevas formas de vestir así también como el uso de nuevas fibras textiles que se desarrollaron con la práctica de la agricultura y la ganadería.

Hoy en día podemos ver que existen prendas que satisfacen las necesidades y gustos de la población mundial, las cuales permiten al usuario tener una experiencia y relación con las prendas, y las ayudan a desarrollar nuevas actividades con más seguridad y comodidad.

# Diseño de indumentaria



Figura 3. De 1920 a 1950 (Caneda, 2019).

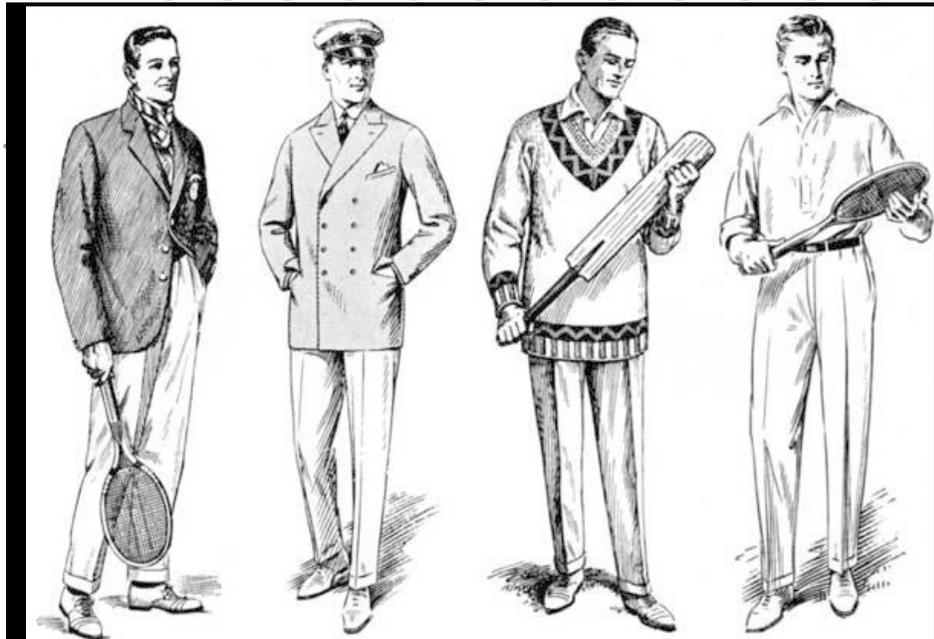


Figura 4. El nacimiento de la ropa deportiva (Kinsta, 2019).

Figura 5. Vida al aire libre (I) Jean Patou



## Indumentaria deportiva

La indumentaria deportiva nace en el siglo XIX y XX con el fin de satisfacer la necesidad de confort y comodidad al momento de hacer deporte (Figura 2), se guía por la función a la que las prendas están destinadas, pues cada una tiene cualidades adecuadas para determinado deporte o actividad que se realice (Figura 3). Se dice que también tiene su propia tendencia que a su vez puede influir en las tendencias de moda principales, pues si bien sabemos, en la actualidad ya no se usa indumentaria deportiva solo para hacer deporte o solo los deportistas, sino también se la usa en el día a día como una moda o tendencia.

Figura 2. El tenis a principios del siglo XX (BBC, 2016).



Durante el siglo XVI en el Reino Unido, cuando el modo de vestir inglés tomó protagonismo, oponiéndose al estilo francés. El aristócrata inglés, quien cuidaba sus tierras y practicaba deportes, vestía prendas discretas, cómodas y resistentes, un estilo alejado del vestir cotidiano de la corte francesa. (Benjamin, 2014) (Figura 4)

Más adelante, en los famosos años veinte, la indumentaria deportiva o sportswear, marcó la moda masculina, pues los guardarropas eran livianos y confortables por las prendas que llevaba dentro. Dominaron los tejidos de punto y lo relevante de esta época es que las actividades físicas comenzaron a formar parte de las mujeres, puesto que la moda en ese entonces, obligaba a la mujer a ser delgada y estilizada, en consecuencia, se comenzó a diseñar indumentaria que hacía referencia al sportswear femenino, dicha indumentaria fue diseñada por las grandes, Coco Chanel y Jean Patou (Benjamin, 2014), convirtiéndose en los pioneros de la moda deportiva femenina. (Figura 5).

Al terminar la segunda guerra mundial, la indumentaria que se utilizaba en el tiempo libre pasó a ser más informal, pues para los 60, se comenzó a utilizar mallas, los famosos bodys, tops, zapatillas deportivas, cintillos. A raíz de que los deportes comenzaron a formar parte del ocio de la sociedad, algunas marcas deportivas comenzaron a hacer hincapié en la moda,



Figura 6. Nace la camisa Lacoste (Le Point, 2018).

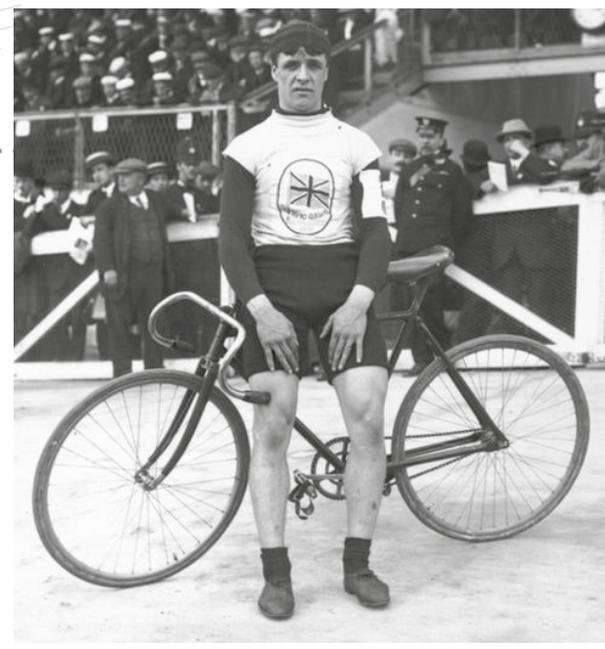


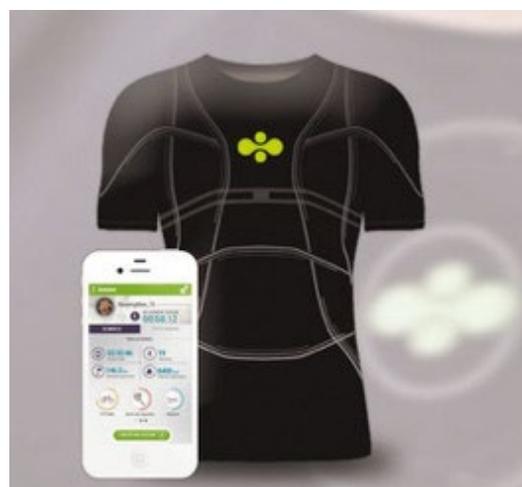
Figura 7. Ciclistas en Londres 1908 (BBC, 2016).

trabajando conjuntamente con diseñadores del pret-a-porter. San Martín (2009) explica que René Lacoste, reconocido tenista francés retirado en 1933, se alió con André Gillier (Figura 6) (Benjamin, 2014), quienes contaban con una fábrica muy grande de tejidos de punto en Francia y juntos comenzaron a crear camisas deportivas que resultaron muy cómodas para el movimiento del tenis.

De igual manera, en el ciclismo se comenzaron a hacer prendas más cómodas en donde se incluyeron los shorts para tener un mejor movimiento de las piernas al momento de realizar la actividad. (Figura 7)

En la actualidad, la indumentaria deportiva, además de cubrir una necesidad básica, también se liga con la posibilidad de ofrecer al deportista una prenda que le ayude a llegar a sus objetivos, con la finalidad de brindar comodidad y generar una imagen propia a cada usuario, de esta forma la indumentaria llega a ser una opción para los atletas, pues se llega a mejorar el desempeño, aumentar las propiedades del cuerpo humano, la comodidad, flexibilidad, seguridad y dinamismo, con la aplicación de nuevas tecnologías y textiles inteligentes que aportan al diseño de la prenda (Figura 8). Es importante recalcar que la indumentaria deportiva, en la actualidad está considerada dentro de las tendencias globales que más acogida han tenido en el mercado, por lo que distintos diseñadores han optado por sacar su línea sportwear, creando una alta competitividad en el mercado.

Figura 8. El auge tecnológico (Kinsta, 2019).



## Ergonomía de la indumentaria deportiva

En el campo del deporte, el tema de la ergonomía es una de las cualidades más estudiadas, pues si definimos a la ergonomía, es la ciencia multidisciplinaria que trata el diseño de distintos materiales, características fisiológicas, anatómicas y psicológicas buscando una adaptación entre el hombre, la máquina y el medio donde se desarrolla para aumentar el rendimiento y la salud del deportista (Sportadictos, 2014)(Figura 9).

Si bien es cierto, algunos atribuyen este tipo de ayudas al dopaje, lo que es totalmente incorrecto puesto que el CSJ (Consejo Superior de Deportes) al igual que otras asociaciones deportivas establecen cada año un listado en donde se diferencian las ayudas ergonómicas (totalmente legales) y las sustancias dopantes. (Sportadictos, 2014)(Figura 10)

Figura 9. La ergonomía en el deporte (López, 2014).



Figura 10. Nike Pro Hyperstrong (Nike news, 2014).

## Tecnologías textiles innovadoras para el diseño de indumentaria deportiva

Sin duda, uno de los aspectos más importantes y destacados en el siglo XX ha sido el desarrollo de la industrialización de los países occidentales, dando lugar a que el diseño tome un nuevo rumbo y se incluya dentro de los avances tecnológicos.

En un inicio, se diseñaban las prendas con fibras conocidas, sin embargo, desde finales del siglo XIX, los textiles han logrado tener grandes cambios en cuanto a tecnología del mismo, por lo que, en la actualidad los textiles pueden diseñarse para cumplir aplicaciones específicas, logrando un mejor aprovechamiento del textil y satisfaciendo de mejor manera al cliente. (Sánchez, 2007), hace eco en uno de sus estudios, sobre como desde finales del siglo XIX, los

textiles han tenido gran impacto en nuestras vidas por la llegada de los tejidos de uso técnico (TUT).

Dentro de las tecnologías textiles que (Sánchez, 2007) menciona en "Los tejidos inteligentes y el desarrollo tecnológico de la industria textil" (p.39-44)., se puede encontrar:

**Microfibras:** las cuales permiten la fabricación de tejidos con características como suavidad, transpirabilidad, ligereza. Otra tecnología que se está usando mucho, son las prendas sin costuras, pues estas mejoran significativamente la comodidad en la ropa interior, ternos de baño, ropa deportiva, etc.

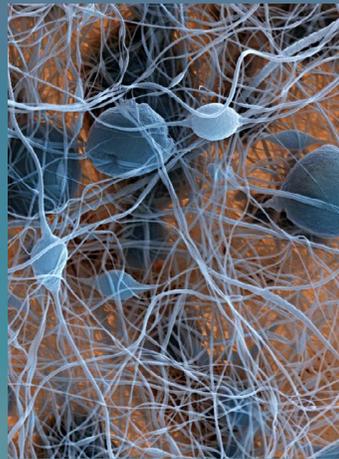


Figura 11. Microfibras y microesferas textiles (friki,2011).



Figura 12. Leggings fitness sin costuras (AliExpress, 2019).



Figura 13. Ropa interior sin costuras (Mercado libre, 2019).

**Las membranas impermeables-transpirables:** como el GoreTex, que es una membrana de PTFE expandida, con poros cuyo tamaño medio es igual a 100nm, lo que permite una mejor transpirabilidad, es decir, se expulsa el sudor para que el deportista no tenga la sensación de mojado en su cuerpo.



Figura 14. Entendimiento el Gore Tex (La Cumbre, 2018).

**Textiles que incorporan micro cápsulas PCM:** permiten lograr un cierto aislamiento de su portador frente al calor o el frío.

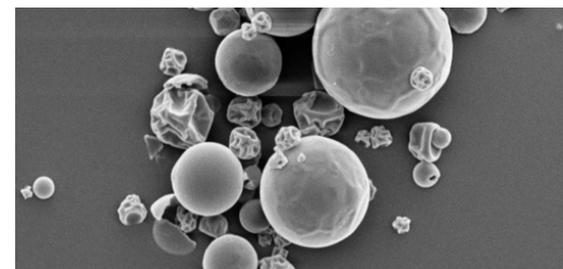


Figura 15. Material de cambio de fase PCM (Ángel Sánchez, 2016).



Figura 16. Quiosels (Lipotec, 2012)

**Cosmotextiles:** Ayudan a la piel a prevenir infecciones de agentes externos y tratan de aumentar la sensación de bienestar de la persona que lo usa.



Figura 19. Aleaciones con memoria de forma (Universidad Anáhuac Mexico, 2014).

**Materiales con memoria de forma:** Son capaces de deformarse desde su forma actual hasta otra previamente fijada, normalmente por la acción del calor y por cambios magnéticos.

**Textiles crómicos o camaleónicos:** son aquellos que pueden cambiar de color en consonancia con las condiciones externas respondiendo a un estímulo. A continuación, se indicará un gráfico con las condiciones y reacciones.

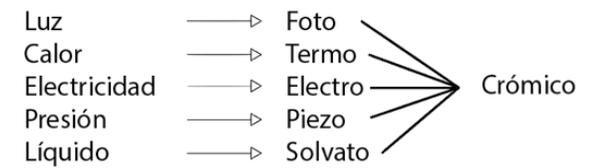


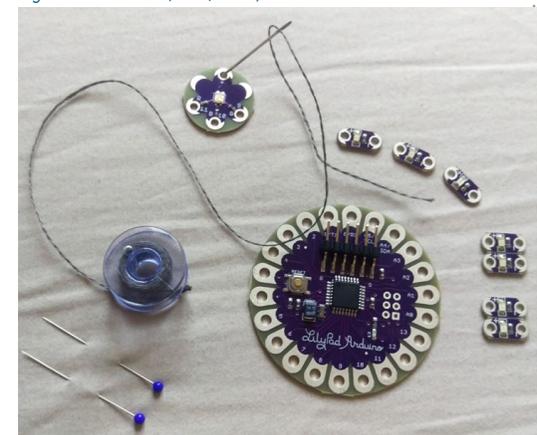
Figura 17. Explicación de condiciones, estímulos (Autoría propia).

Figura 18. Textiles inteligentes (Aitex, 2017).



**Textiles que conducen electricidad:** estos se utilizan en salas limpias, para bomberos, etc.

Figura 20. E-Textiles (Stutz, 2017).



**E-textiles:** los electronic textiles como su nombre lo dice, hace referencia a la combinación de electrónica y el textil, brindando nuevas propiedades y beneficios al textil y por medio a la prenda.

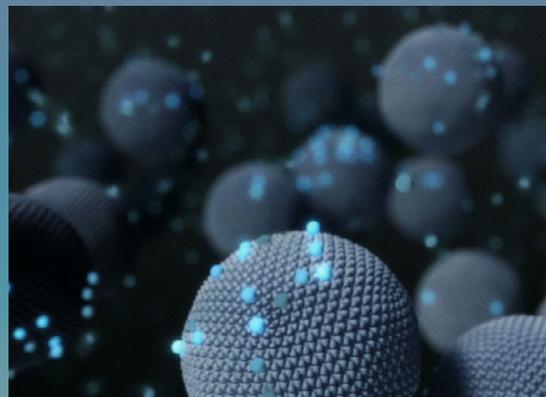


Figura 21. Nanotecnología (Nanova, 2019).

**Nanotecnología:** es la ciencia que se manipula a escala nanométrica, cuya finalidad es brindar nuevas propiedades al textil, así como antimanchas, antifluidos, antivirios, antiolor, absorbentes de rayos UV, etc.

# Tecnología en el deporte

Un producto tecnológicamente mejorado es un producto preexistente cuya eficacia se aumenta de manera significativa utilizando nuevos componentes o materiales, o haciendo modificaciones parciales a los subsistemas que lo componen (OCDE, 1997)

A lo largo de los años, la tecnología ha formado parte de muchos ámbitos de la sociedad moderna, desde el ocio, la gastronomía, la automatización, hasta en la industria del deporte, pues, se puede evidenciar como la indumentaria deportiva ha ido evolucionando y cada vez se va usando más incluso para el día a día. A inicios, la indumentaria no se usaba para más que reemplazar lo trajes diarios para realizar una actividad deportiva, se usaban las prendas básicas como una camiseta y un pantalón un poco más holgado de tejido de punto.

A raíz de esto y de la necesidad de la población por tener una prenda deportiva más estética y cómoda, las grandes marcas deportivas comenzaron a trabajar más a profundidad con la indumentaria, dando criterios de diseño en cuanto a formas, diseño gráfico, la estética en sí de la prenda, hasta que se

llegó a la implementación de tecnología en la indumentaria deportiva (Figura 22).

Y ¿A qué hacemos referencia a la tecnología en la indumentaria?

Le tecnología aplicada en la indumentaria deportiva, hace referencia a los procesos químicos o tecnológicos que se realizan, ya sea en la prenda terminada, incrementando dispositivos vestible, o también a la manipulación y tratamiento de las fibras para elaborar los famosos textiles inteligentes que hoy en día se está usando en la mayoría de prendas deportivas (Figura 23).

En esta parte de la tecnología entra lo que se conoce como diseño interactivo, pues esto hace referencia al diseño de objetos o prendas con nuevos materiales, incorporando tecnología. la indumentaria interactiva logra poner en crisis el concepto que se tiene sobre la relación "cuerpo y vestir", resignificando la relación de la corporalidad con el medio (Martínez, 2004); (Entwistle, 2002)



Figura 22. La tecnología aplicada al deporte (THE18, 2018).

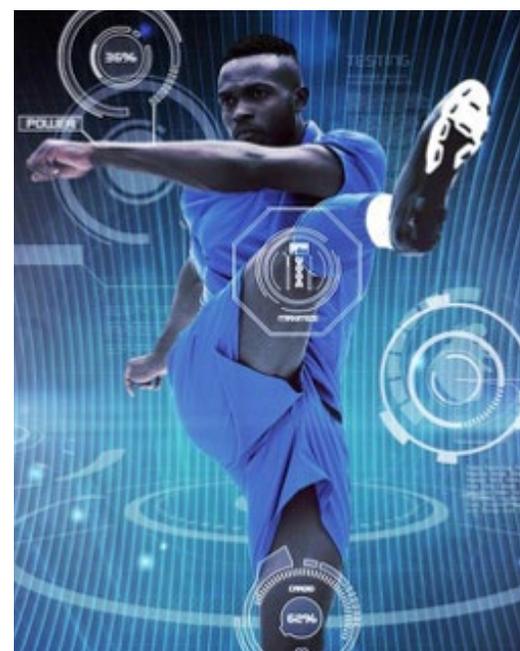


Figura 23. Ciencias del deporte (Jlmpriint, 2018).

## Tecnología wearable

La tecnología wearable, se la puede entender como los objetos y ropa diaria, entre ellos, gafas o relojes que se instalan sensores para ampliar su funcionalidad, en estos pueden incluir cámaras, micrófonos, sensores que pueden grabar y transferir datos al fabricante, por otro lado, se puede tomar como tecnología wearable a la nanotecnología, que es el estudio de la materia a muy pequeña escala, en donde interviene el diseño, la caracterización, producción y aplicación de estructuras dispositivos y sistemas mediante el control de la forma y el tamaño a pequeña escala (Naukas, 2018), aportando con distintas cualidades a los textiles u objetos que se produzcan.



Figura 25. Textiles inteligentes (Patilhar, 2018).

Figura 24. Ropa inteligente (Cinco noticias, 2018).



La tecnología wearable, se la puede entender como los objetos y ropa diaria, entre ellos, gafas o relojes que se instalan sensores para ampliar su funcionalidad, en estos pueden incluir cámaras, micrófonos, sensores que pueden grabar y transferir datos al fabricante, por otro lado, se puede tomar como tecnología wearable a la nanotecnología, que es el estudio de la materia a muy pequeña escala, en donde interviene el diseño, la caracterización, producción y aplicación de estructuras dispositivos y sistemas mediante el control de la forma y el tamaño a pequeña escala, aportando con distintas cualidades a los textiles u objetos que se produzcan.

La implementación de ciertos dispositivos en la indumentaria está arrasando con el mercado internacional, aplicando en la indumentaria deportiva, en el área de medicina, ropa para bebés, uso diario etc., pues, la idea de implementar tecnología wearable en la indumentaria es para mejorar la

calidad de vida, satisfacer las necesidades de los usuarios, conocer mejor nuestro cuerpo, así también esto permite que tengamos un control de actividades, medir los niveles de azúcar o arritmias, tener mayor comodidad, en pocas palabras tener un control de las actividades que realizamos en el día como se puede visualizar en la Figura 24.

Una de las potencialidades de esta tecnología está siendo usada en el segmento deportivo para el alto rendimiento, pues, al tener varias funciones, los deportistas pueden medir día a día en sus entrenamientos la atrofiación muscular, las calorías que está quemando, su pulso, la distancia recorrida, velocidad, etc. (Figura 25), otra ventaja de esta tecnología también es la comodidad que brinda a la prenda, por ejemplo en lugares de fríos extremos, el sistema puede mantener un calor corporal estable, permitiendo que el deportista haga las actividades y cumpla con sus entrenamientos sin ningún problema, incluso este sistema se puede aplicar para el uso diario. (Luque, 2016)

Una de las primeras marcas que sacó al mercado una línea de ropa inteligente es Athos, esta marca tiene incorporado múltiples sensores dentro de la ropa para poder monitorear con más precisión el esfuerzo que realiza cada musculo del deportista, así también su ritmo cardiaco y la frecuencia de respiración. (Athos, 2017)

## Fundamentos básicos

Los dispositivos wearables o dispositivos inteligentes, incorporan una serie de sensores que recopilan datos continuamente sin que el usuario tenga el control o esté consciente de los datos que pone a disposición el dispositivo.

"Consisten en uno o más sensores que tienen capacidad computacional, interactúan continuamente con el usuario y otros dispositivos con el fin de realizar alguna función específica. Los datos recogidos podrían ser datos simples como el número de pasos dados en un día o mediciones de ondas cerebrales. La transmisión de datos al usuario se da a través de una variedad de medios, desde el parpadeo de una luz LED a un complejo de visualización de datos" (Salah, MacIntosh, & Rajakulendran, 2014)

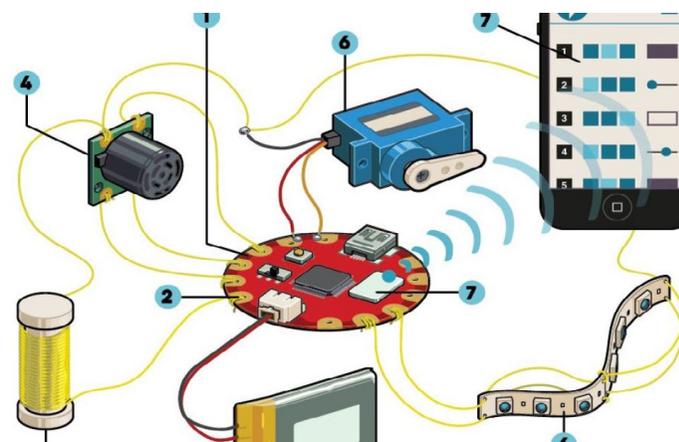


Figura 26. An Illustrated Guide to Wearable Components (Makezine, 2016)

## Componentes

Los dispositivos wearables se componen con distintos elementos dependiendo de la función que el dispositivo vaya a realizar, en algunos casos los dispositivos son más complejos o más simples, sin embargo, todos cuentan con un dispositivo de mando el cual se programa para que dirija a los otros dispositivos, cuenta con una batería o un alimentador y un dispositivo que permita transferir los datos a un computador o celular. A continuación, detallaremos los siguientes:

### MyoWare

El sensor MyoWare actúa mediante la medición de la actividad eléctrica filtrada y rectificada de un músculo. La medición de la actividad muscular mediante la detección de su potencia eléctrica hace referencia como la electromiografía (EMG) se ha utilizado tradicionalmente para la investigación médica.



Figura 29. MyoWare (Electrónica, 2018).

### Hilo conductor

El hilo conductor es un material que se encarga de conducir electricidad, es fabricado generalmente con materiales como el cobre, el níquel, el nylon o la fibra de acero inoxidable. Tiene la misma flexibilidad que un hilo de coser regular, se puede lavar, y permite un agarre firme que garantiza una buena conductividad.



Figura 27. Hilo conductor (330ohms, 2019)

### LilyPad textil

Placa de tamaño reducido que dispone de múltiples agujeros para fijar a las prendas mediante el hilo conductor.

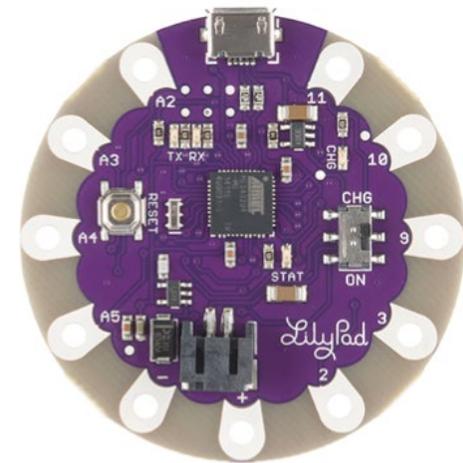


Figura 28. LilyPad arduino (SparkFun, 2019).

### Módulo de batería LilyPad

El módulo de batería LilyPad es un dispositivo que permite usar una pila y que esta quede sujeta fijamente en la prenda que se desea colocar, pues el módulo cuenta con orificios en los extremos, los cuales se pueden fijar en la prenda sin ningún inconveniente.

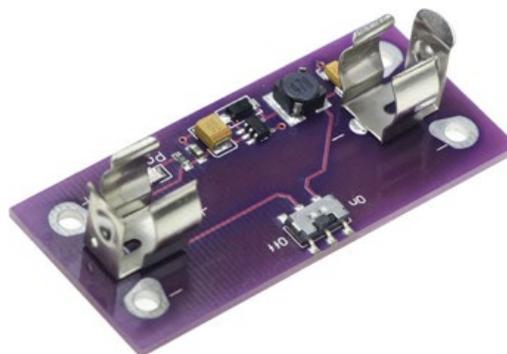


Figura 30. Módulo de Alimentación (Solectro, 2019).

### Dispositivo Wifi

El dispositivo WiFi, es una tarjeta de desarrollo que tiene incorporado un módulo ESPWROOM-32, Wi-Fi y Bluetooth BLE. Este dispositivo permite una comunicación de medio alcance y puede conectarse a una red LAN a través de un Router conexión a internet.

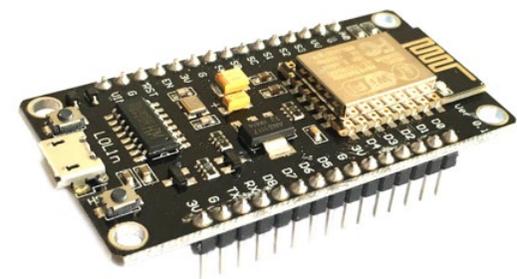


Figura 31. Dispositivo Wi-Fi (Iberobotics, 2019).

Figura 32. Wearable technology on show (Victoria, 2016)

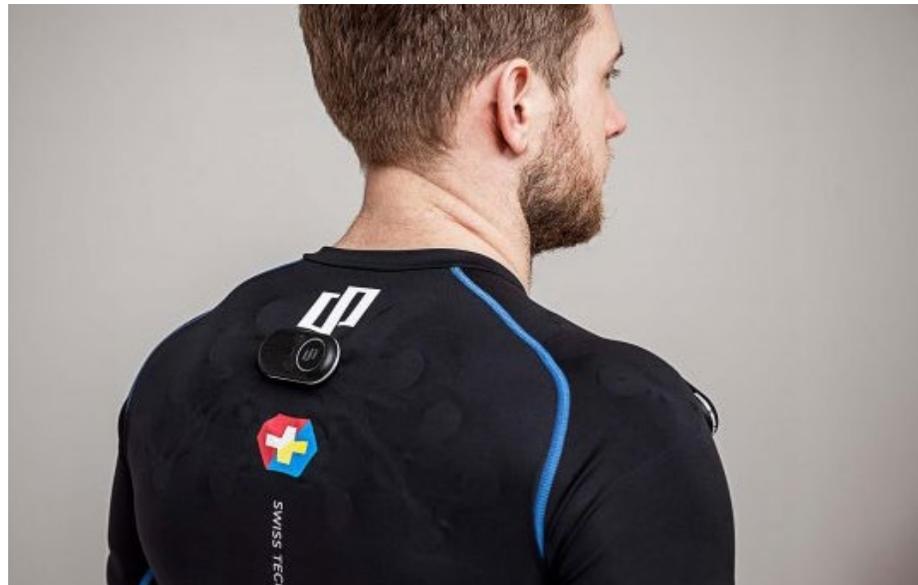


Figura 33. Wearable technology from diPulse (diPulse, 2019)

## Aplicaciones

Los dispositivos wearables tienen un gran alcance en cuanto a las aplicaciones que se pueden realizar con dichos dispositivos, pues en muchos casos, depende de la programación que se realice en cada uno de los dispositivos. Los dispositivos se usan con más frecuencia en las prendas textiles, ya sea con un fin estético o funcional.

En este caso, los sensores y dispositivos que se usarán, servirán para realizar un registro de datos de la presión que ejerce el músculo en el BMX, esto nos ayudara a realizar un análisis y determinar en qué parte se puede ejercer mayor fuerza, ya sea de piernas o brazos.



# EL BMX

## Historia del BMX.

Bicycle Motocross, más conocido por las siglas BMX, es una modalidad del ciclismo que nació en California en el año de 1969, cuando un joven llamado Scott Breithaupt tomó la iniciativa de utilizar una bicicleta en una pista de Motocross, con el fin de imitar las habilidades de sus ídolos de ese deporte. A raíz de esto, el fabricante de bicicletas Al Fritz, al ver la gran demanda de los jóvenes y la busca de bicicletas aptas para realizar este deporte, comenzó a fabricar bicicletas similares a motos. Es por esto que se toma la abreviatura de BMX. El BMX se divide en dos modalidades: el BMX Race que se caracteriza por usar bicicletas pequeñas de aro 20 (pulgadas) en la pista de tierra tipo circuito que tiene rampas grandes y pequeñas en donde se realiza la competencia, y el Freestyle o estilo libre que se caracteriza por los trucos que se pueden hacer con la bicicleta en un espacio urbano, entre ellos se destaca: el Dirt jumping, Flatland, Park Riding, Vertical y el Street Riding.

Para 1977 se creó la American Bicycle Association (ABA), la cual permitió el crecimiento de este deporte en los Estados Unidos para luego llegar a Europa en donde Inglaterra, Holanda y Francia fueron los primeros en acogerlo e iniciar su desarrollo (Adrenalina, 2013). En 1981 se crea la Federación Internacional de BMX y en 1982 se realiza el primer campeonato mundial. Para 1993 el BMX forma parte de la Unión Ciclista Internacional (UCI) y finalmente en el 2008, el BMX se incluyó en los Juegos Olímpicos. (Historia del bmx, 2010)



Figura 34. Movimientos de BMX (Autoría propia, 2019)



Figura 35. Scott Breithaupt in action the day after the Nationals (Osborn, 1975).



## Características de la indumentaria para BMX

La indumentaria para BMX cuenta con distintas características y especificaciones que se deben tomar en cuenta, pues, la comodidad y seguridad que brinda la prenda, influirá en el rendimiento del deportista.

En su mayoría, el pantalón este hecho de un textil que contiene un 90% de poliéster y un 10% de spandex.

En la zona de las rodillas que es la que más movimiento tiene, cuenta con un rediseño de tal forma que presenta un perfil más delgado sin inhibir la protección del deportista, permitiendo una mejor articulación para lograr una mejor capacidad de movimiento y pedaleo.

En la zona de squads y alrededor de la parte trasera de los shorts, se usa un tejido elástico más duradero que brinda resistencia adicional a la abrasión en caso de un choque.

En la zona de las pantorrillas, los paneles de malla mejoran el rango de movimiento al tiempo que aumenta la ventilación. Los ajustes laterales de la cintura están hechos con Velcro, pues permite un ajuste más rápido y discreto. (Designs, 2019)

## Indumentaria de BMX

La indumentaria deportiva para BMX, cuenta con un diseño y características especiales. Pues al ser un deporte extremo y de riesgo, los deportistas que lo practican tienen que estar totalmente seguros y confiados de que sus prendas les ayudara en el desempeño físico y sobre todo que las prendas que usan, les protegerá de las caídas, choques o accidentes que puedan tener a lo largo del recorrido, ya sea en un entrenamiento o competencia.

Estas prendas especializadas en su mayoría son elaboradas con textiles que contienen poliéster, pues si bien sabemos, al ser una fibra artificial procesada, es mucho más resistente que el algodón, además que estas fibras ya vienen mezcladas con spandex, que es lo que permite que el textil sea flexible, lo que ayuda a tener un mejor rendimiento, comodidad y seguridad en el deportista.

Una marca muy reconocida a nivel mundial es Troy Lee Designs (Figura 28), marca americana que comenzó diseñando cascos para la protección de motociclistas, ahora también se dedica a la producción de indumentaria e implementos para BMX con tecnologías avanzadas.



Figura 36. Uniforme Troy Lee Designs (TLD, 2019)



Figura 37. La Biomecánica y el Diseño de Puestos de Trabajo (Navarro, 2015)

## Biomecánica

La biomecánica es la ciencia que estudia la relación entre las estructuras biológicas y el medio ambiente, basándose en los principios y las leyes de la física mecánica, abarcando desde el análisis teórico hasta la aplicación práctica de los resultados obtenidos. (Anibal, 2005)

El objetivo principal de la biomecánica es evaluar la relación entre el movimiento ejecutado y el gasto de energía implicado en su realización, con la finalidad de optimizarlo para darle un máximo rendimiento posible.

Lo que pretende la biomecánica es conocer las respuestas que tiene el cuerpo ante la idea de movimiento y cómo reacciona ante este, como ser el movimiento que se realiza al intentar defenderse de alguien cuando nos ataca. (Biomecánica Martínez, 2014).

Si usamos la biomecánica para analizar los movimientos que se realizan en el BMX, se puede ver que las partes del cuerpo que más se ejercen en este deporte, son las piernas y los brazos, lo que implica que también hay un movimiento y una fuerza por parte de la zona lumbar y el abdomen.

## Análisis ergonómico de la indumentaria para BMX

La ergonomía es el conjunto de conocimientos de carácter multidisciplinario aplicados para la adecuación de los productos, sistemas y entornos artificiales a la necesidades, limitaciones y características de sus usuarios, optimizando la eficacia, seguridad y bienestar.

Para este análisis, se tomará en cuenta los movimientos y actividades que realiza el deportista al momento de los entrenamientos.

Se comenzará por detallar la parte de la cintura del pantalón, como se puede visualizar en la figura 38, el mecanismo de ajuste que se usa normalmente es un broche plástico que se regula mediante un botón, este al ser un elemento de tamaño medio, provoca molestias a los deportistas que son de contextura gruesa, pues les impide el movimiento y la libertad de agacharse sin molestias y es propenso a dañarse. De igual manera en la figura 39 se puede visualizar el sistema de ajuste con velcro, este es más cómodo que el broche plástico, sin embargo, con el uso tiene a desgastarse y comienza a despegarse con facilidad.



Figura 38. Broche plástico pantalón de BMX (Autoría propia, 2019)



Figura 39. Sistema de cierre con velcro pantalón de BMX (Autoría propia, 2019)

Figura 40. Cambio de tela en glúteos pantalón de BMX (Autoría propia, 2019)



En la zona de los glúteos se percibe un cambio de tela para mejorar la comodidad (figura 40), generalmente se usa un tipo de rib de trama gruesa que permite un mejor movimiento al momento de ejercer la actividad.

---

Por otro lado, tenemos la zona de las rodillas, la zona que está más expuesta al momento de una caída, pues no hay un refuerzo necesario de material textil que ayude a que el deportista no sufra un golpe fuerte o un raspón. Como se puede visualizar en la figura 41 y 42, el material textil se encuentra atrofiado, por lo tanto, en una próxima caída, el deportista sufrirá una lesión.

Figura 41. Desgaste del textil en la rodilla (Autoría propia, 2019)



Figura 42. Desgaste del textil en la rodilla (Autoría propia, 2019)



Figura 43. Desgaste del textil en la pantorrilla (Autoría propia, 2019)

Figura 44. Falta de protección en tobillos (Autoría propia, 2019)



Por último, en la parte inferior del pantalón, en los tobillos (figura 44), no hay un buen ajuste y protección, pues la mayoría de los competidores tiene una laceración en esa zona debido a que el uniforme no les cubre hasta abajo y les deja expuestos a que sufran una lesión en el momento de la caída.

---

En la parte interna de la pantorrilla, normalmente la prenda frecuente roturas en la tela debido a que se engancha en la cadena y se rompe (figura 43), dejando con inseguridad al deportista porque a futuro la tela rota puede engancharse nuevamente en la cadena y provocar una caída.







## CAPÍTULO 2

### INVESTIGACIÓN DE CAMPO

# Empresas deportivas de BMX en la ciudad de Cuenca.

En la ciudad de Cuenca, existen varias empresas textiles, entre grandes, medianas y pequeñas que se dedican a distintas áreas en la indumentaria, entre las cuales se pudo encontrar que dos de estas empresas medianas se dedican a realizar indumentaria deportiva para ciclismo BMX. Pues, como sabemos esta indumentaria cuenta con cortes y materiales especiales que ayudan a la protección y desempeño del ciclista tanto en competencias como en entrenamientos.

A continuación, se detallan las empresas medianas que realizan dicha indumentaria:

## HERMA

Es una fábrica que además de realizar indumentaria deportiva, también confecciona uniformes para distintas escuelas de la ciudad. En el área de indumentaria para BMX, cuenta con una experiencia de alrededor de 15 años, sus prendas las hacen exclusivamente bajo pedido y en su mayoría son para deportistas menores a quince años. El patronaje que se usa es con un pantalón básico, pues los cortes se realizan a nivel rodillas y entrepierna; en la parte del lumbar bajo, tobillos y en los costados se usa un rib, el cual permite que la prenda brinde mayor comodidad al momento de flexionar las piernas, el sistema de ajuste que tiene en la cintura es con cierre y velcro, en la parte interna de la prenda se usa una malla de agujeros medianos que cumple la función de un forro. Los diseños en su mayoría cuentan con los mismos cortes y lo que cambia es la cromática, en otros casos usan como referencia prendas de marcas internacionales como Fox o Troy Lee Designs.

## MSPORTS WEAR

Es una empresa ecuatoriana que se dedica a la manufactura de prendas deportivas que cumplen los más altos estándares de calidad, es muy reconocida a nivel local en el área deportiva, las prendas que ofertan son lycras, jersey, impermeables, rompe vientos, para deportes como ciclismo de pista, ciclismo de ruta, ciclismo de montaña, downhill, BMX, patinaje de velocidad, triatlón, levantamiento de pesas entre otros. (Jaramillo, 2018)

También se encargan de realizar los uniformes de distintos equipos para competencias nacionales e internacionales, por lo que confecciona desde indumentaria para niños hasta indumentaria para el alto rendimiento.

A pesar de que en el ciclismo de BMX hay algunas marcas que ya están posicionadas mundialmente como es Fox, Troy Lee Designs y Faith, MSport Wear logra competir con las grandes marcas, pues los materiales textiles que usan son importados desde Italia y Colombia. Sus textiles son exclusivos y tienen propiedades que ayudan al deportista a evitar lastimados en su cuerpo, trabajan con textiles con protección UV, antibacteriales, secado rápido y un sistema coolback que ayuda a mantener la temperatura del cuerpo.

David Jaramillo, Gerente general de la empresa, afirma que el buzo de BMX cuenta con tres tipos de telas; en la parte lateral se usa un textil con canales de viento lo que permite que el deportista este fresco, en la parte frontal se usa un textil rígido anti abrasivo y en las mangas se usa un textil de poliéster y elastano el cual permite que tenga un buen movimiento y comodidad de brazos y para el cuello se usa un rib antibacterial para prevenir enfermedades.

El pantalón cuenta con aproximadamente 32 piezas las cuales permiten un mejor movimiento, en la parte interior cuenta

con una tela anti abrasión y antibacterial lo que evita que se irrite la piel por el sudor y tenga un mal olor, en su totalidad el pantalón contiene un 45% de tela rígida abrasiva y un 50% tela tipo rib la cual se ubica en la zona de las rodillas, tobillos y glúteos para tener una mayor capacidad de movimiento, en la cintura se usa un elástico siliconado con broche para que no se les baje el pantalón. (Jaramillo, 2019)

El proceso de diseño que maneja esta fábrica se basa normalmente en tener un modelo de referencia y cambiar colores o semejarlo lo más posible al mismo y los departamentos con los que cuenta la empresa son: el que realiza la gráfica y el patronaje de la prenda, digitalización del diseño, sublimación y confección de la prenda.

Después del análisis realizado, se pudo visualizar que, en las dos empresas, no hay un proceso de diseño previo en donde se tome una inspiración y un concepto y se comience a diseñar, si no que usan las prendas que han salido de otras marcas y cambian la cromática y cortes, de igual manera, no han tenido un análisis de los movimientos y las zonas que necesitan más protección los deportistas. Por lo que a continuación, se hablará acerca del análisis ergonómico de la indumentaria deportiva local para BMX.

# Análisis de la ergonomía y características de la indumentaria deportiva local para BMX

Para el análisis de la ergonomía de la indumentaria deportiva para BMX, se realizaron encuestas a 16 deportistas entre hombres y mujeres de las categorías Junior y Elite de la ciudad de Cuenca, con el objetivo de recolectar información verídica que nos servirá para la elaboración de los prototipos, de igual manera, se vio importante que los deportistas comenten acerca de la indumentaria ya que son ellos los que están en constante interacción con la misma.

A continuación, se presentarán las encuestas realizadas, junto con las tabulaciones respectivas en donde presenta el porcentaje y conclusión de la pregunta.

## Encuestas a deportistas de BMX de la ciudad de Cuenca.

1. El pantalón de BMX es cómodo tanto en entrenamientos como en competencias?

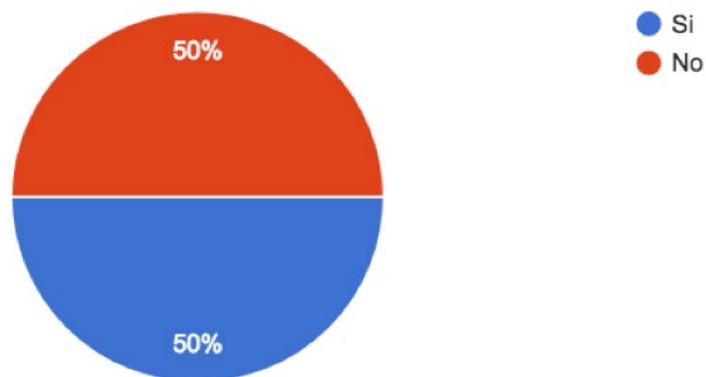


Figura 45. Resultado de comodidad.

En este caso, al tener un resultado par en las encuestas, se puede decir que la comodidad del pantalón en muchos casos depende de la marca que se usa.

2. ¿La cintura se ajusta correctamente?

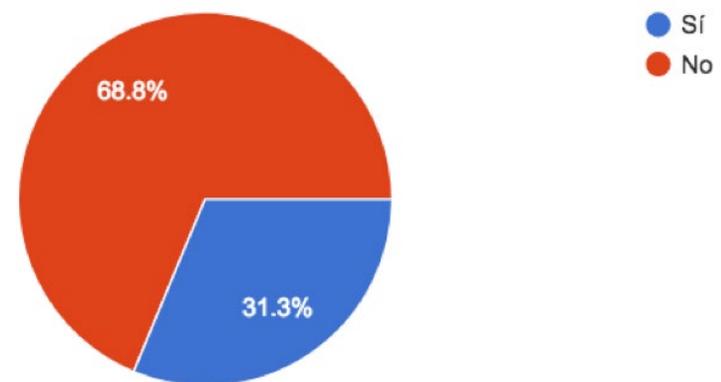


Figura 46. Resultado de ajuste.

Al tener un porcentaje mayor en negativo, se puede afirmar que el ajuste de la cintura no es cómodo, por lo tanto, se debe tener un mayor enfoque en el ajuste debido a que es una zona importante en la prenda.

3. ¿El sistema de cierre de la cintura es eficiente?

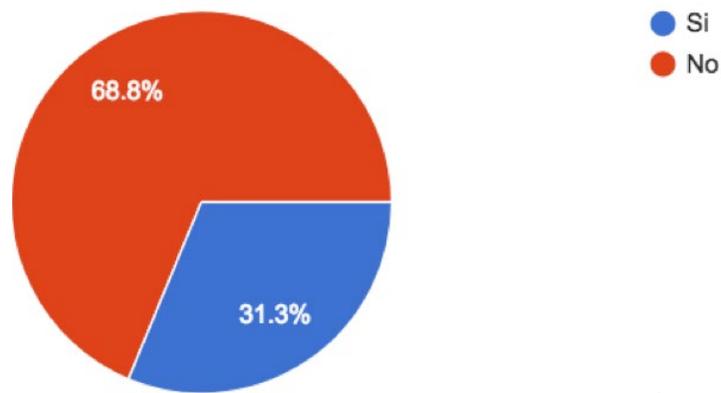


Figura 47. Resultado de eficiencia.

Esta pregunta nos permite afirmar y complementar la pregunta anterior, pues el ajuste de la cintura depende del sistema que se usa para el cierre, por lo tanto, se ve necesario replantear y mejorar el sistema, brindando más comodidad y seguridad a los deportistas.

4. ¿En las caídas, que es lo que normalmente se lastima?

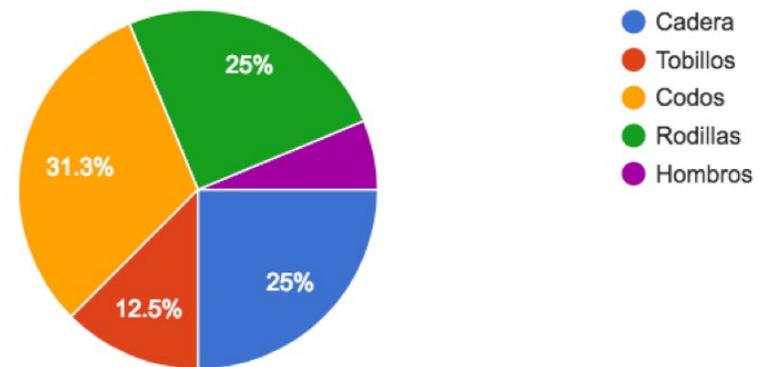


Figura 48. Resultado de Impactos.

En esta pregunta se concluyó que la zona más afectada al momento de las caídas son los codos, sin dejar desapercibido los hombros y rodillas, por lo que se ve necesario mejorar la seguridad en estas zonas.

5. ¿El largo del pantalón es adecuado?

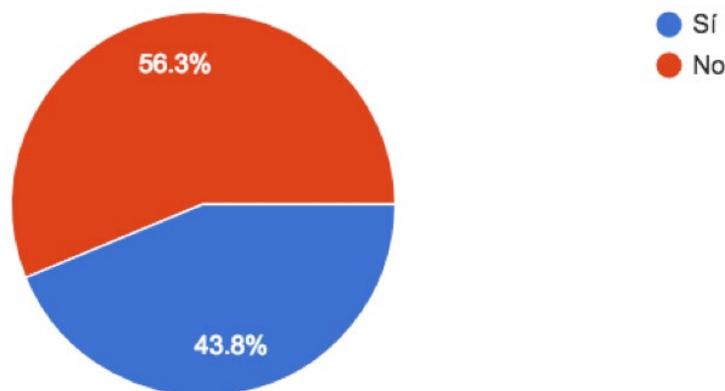


Figura 49. Resultado de largo pantalón.

Se determinó que el largo del pantalón no es el correcto, lo que produce incomodidad en el deportista y le expone a que sufra más lesiones al momento de la caída.

6. ¿Siente incomodidad en las rodillas al momento de pedalear?

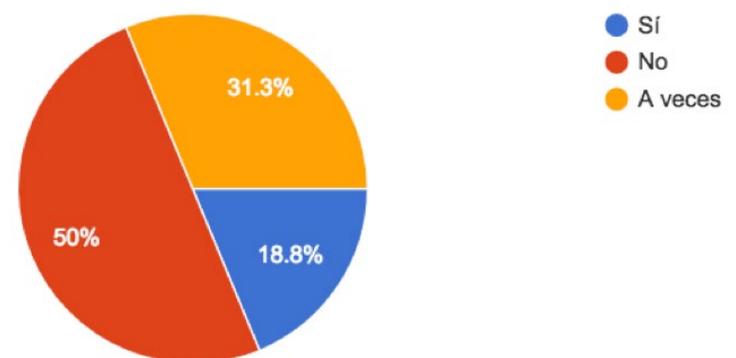


Figura 50. Resultado de comodidad en pedaleo.

Al tener un porcentaje mayor en negativo, se concluye que la incomodidad en las rodillas es un factor que afecta al deportista, provocando incomodidad e inseguridad en los entrenamientos y carreras.

7. ¿Le gustaría usar una prenda que ayude a recopilar datos para mejorar su rendimiento deportivo?

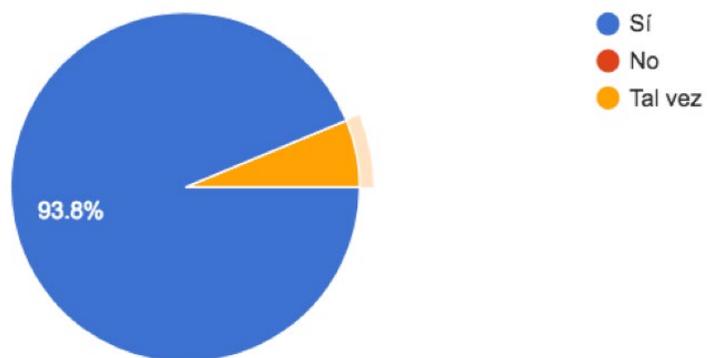


Figura 51. Resultado de función.

Esta pregunta se consideró importante al momento de la encuesta, debido a que, si los deportistas no están interesados en obtener esta información con la indumentaria, la experimentación en caso de ser positiva, no tendría mucha acogida.

Después de haber culminado con las encuestas y haberlas tabulado, se llegó a la conclusión de que es importante que esta indumentaria esté realizada a medida, de esta forma se evitan los problemas de ajuste y largo del pantalón, lo que ayudaría directamente a tener un mejor rendimiento, protección y seguridad en los entrenamientos y competencias.

# Primer registro estructurado de observación

El registro estructurado de observación se realizó en la Copa Latino de BMX realizado en la ciudad de Quito a los deportistas de las categorías Junior y Élite hombres y mujeres, con el objetivo de reconocer los problemas que los deportistas tienen con su indumentaria, de igual manera reconocer cuales son las zonas más afectadas en las caídas para posteriormente poder proponer una solución a los problemas.

A continuación, se comenzará por visualizar los problemas que existen en la zona de las rodillas.

Figura 52. Problemáticas de las rodillas en pantalón de BMX (Autoría propia, 2019).



Como se pudo observar en la figura 52, el corte que se hace en la zona de la rótula para mejorar el movimiento, no encaja con exactitud pues en algunos casos queda más arriba o por debajo de la rótula, lo que produce una incomodidad en el pedaleo y hace que las vastas del pantalón se suba y quede desprotegida esa zona.

**Como segundo registro tenemos la zona interna de las pantorrillas.**

Figura 53. Problemáticas de las pantorrillas en pantalón de BMX (Autoría propia, 2019).



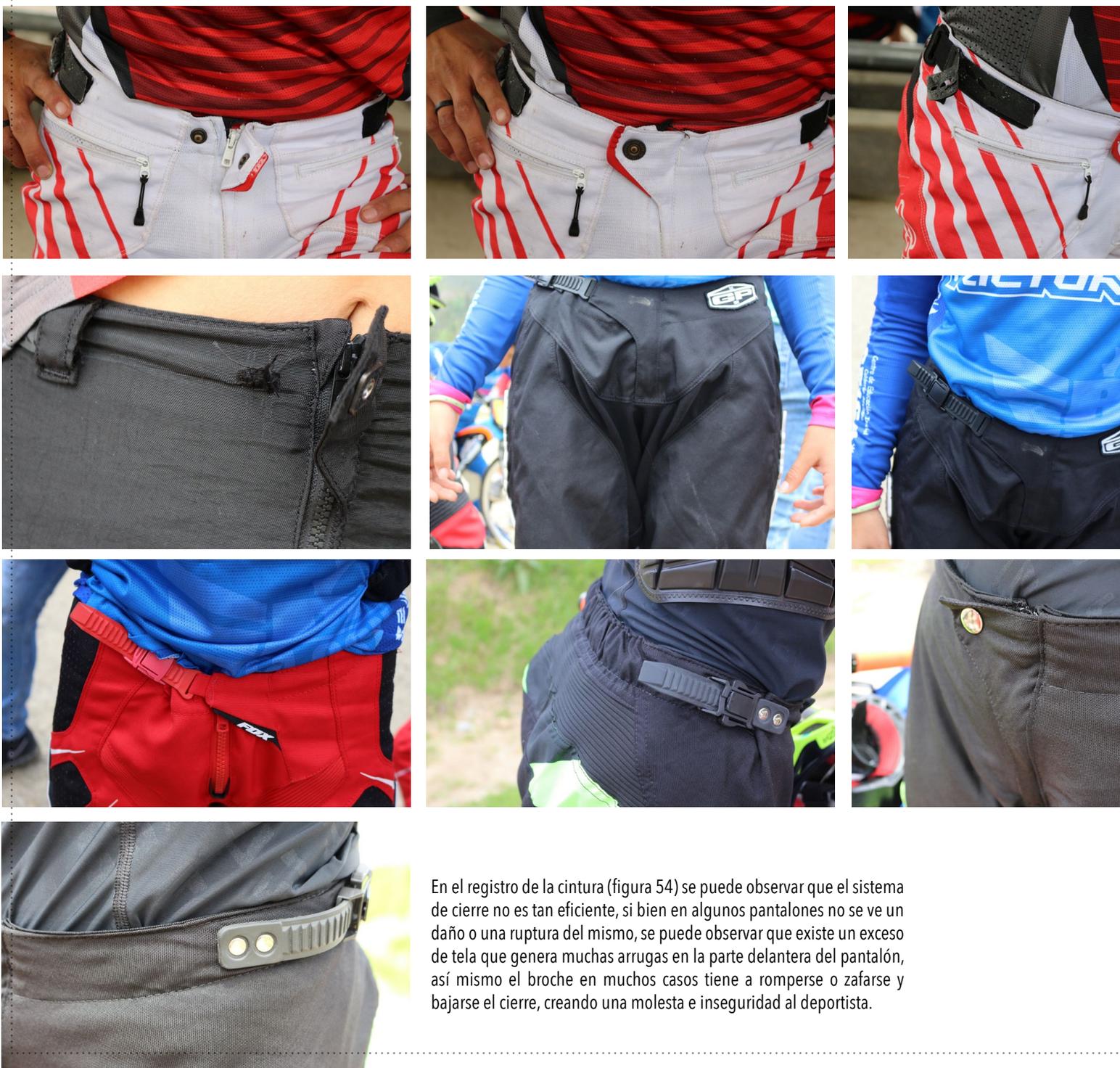
Figura 53. Problemáticas de las pantorrillas en pantalón de BMX (Autoría propia, 2019).



Como se pudo visualizar en la figura 53, en la zona de las pantorrillas existen varios problemas. Uno de los más comunes es que exista un sobrante grande de tela, lo que provoca que el pantalón se abulte en esta zona y al momento del pedaleo se corra el riesgo de que se enganche en la cadena y pueda caerse el deportista. Otro problema que se encontró es que la protección del interior de la pantorrilla en ciertos casos es muy delgada por lo que tiende a rasgarse o muy gruesa lo que causa que incomode al momento de la flexión.

El tercer registro que se visualizará es de la parte de la cintura.

Figura 54. Problemáticas de la cintura en pantalón de BMX (Autoría propia, 2019).



Por último, se visualizarán las problemáticas de la parte lumbar y glúteos.

Figura 55. Problemáticas de la cintura en pantalón de BMX (Autoría propia, 2019).



En el registro de los glúteos y parte lumbar (figura 55), se observó que los cortes que se realizan no están ubicados en la altura y distancia correcta, en consecuencia, provoca que el deportista no tenga la comodidad suficiente para agacharse y realizar ciertos movimientos en la pista. En los glúteos se visualizó un desgaste que es producido por el roce con la llanta al momento de saltar o hacer manual en la pista debido a que esta zona no cuenta con un material reforzado.

En cuanto al buzo, no tienen mucho problema más que en el cuello, lo que se debe a un mal patronaje y en ciertos casos, un mal uso de los textiles.

A continuación, se presentará el segundo registro estructurado de observación que se realizó para complementar la información. Alibusdant venis quodipist, omnihit modionsequi omnimporeium quasper natquam, aut hic to quid modicia quatem qui nonsequid ut et experfe rciae. Um la volorent facea id

# Segundo registro estructurado de observación

Se realizó un segundo registro estructurado de observación en la pista de BMX, con el fin de analizar los movimientos que se realizan en el circuito, para esto se hizo un registro fotográfico de los movimientos que realizan en las distintas rectas o tramos que tiene la pista, luego se procedió a catalogar las fotos según los movimientos más comunes, separando por variables de presión en piernas, fuerza y presión en piernas, flexión de brazos y piernas, pedaleo como se puede visualizar en la figura 56.

■ Mayor fuerza en piernas



■ Mayor Presión, flexión de piernas



■ Pedaleo



■ Presión, flexión de piernas y brazos



■ Presión piernas



■ Elevo flexionando piernas y brazos

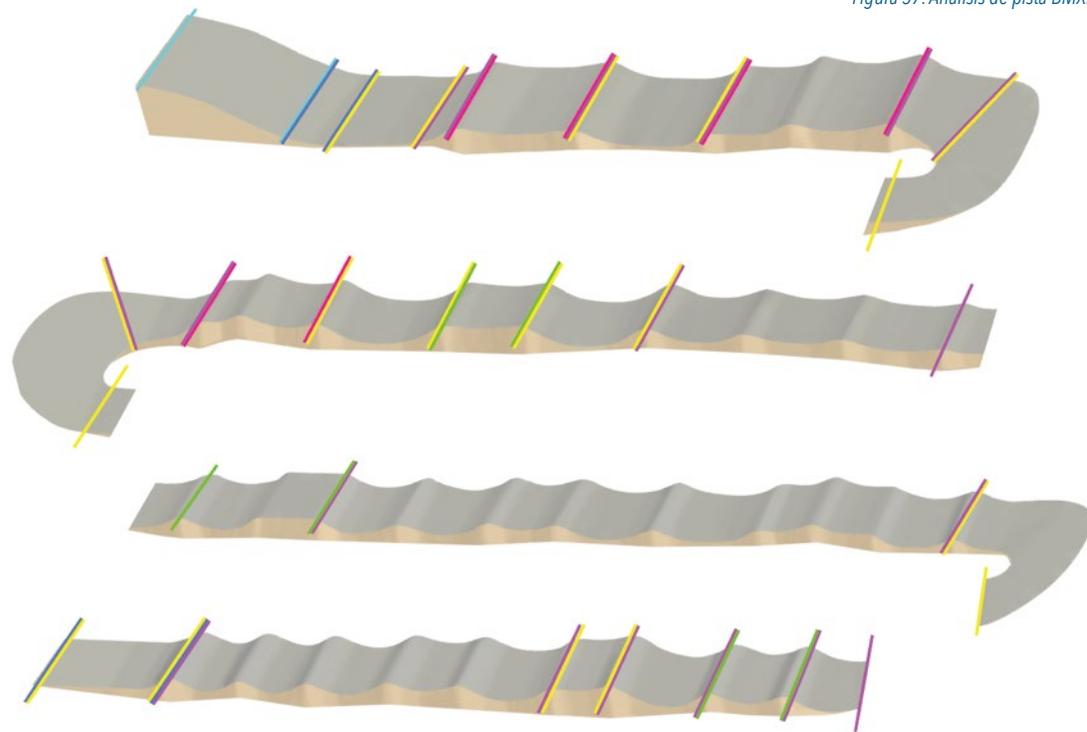


Figura 56. Movimientos de BMX.

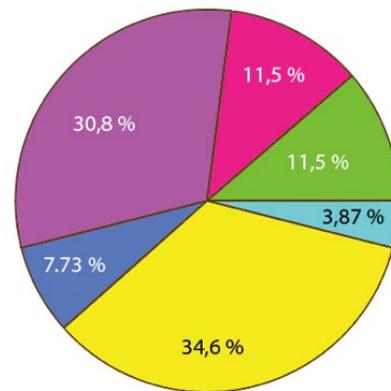
Figura 57. Análisis de pista BMX.

Con los resultados del registro fotográfico se procedió a realizar un análisis de la pista conjunto con los movimientos que se realizan con el fin de que los resultados sirvan para definir en qué zona se van a ubicar los sensores y en qué recta se debe hacer el análisis de movimientos y la recopilación de datos.

La pista de BMX en donde se realizó el análisis, cuenta con cuatro rectas que se unen con curvas, cada recta tiene distintos saltos que pueden ser: doble que es la unión de dos rampas y triple que es la unión de tres rampas, el largo de los saltos varía dependiendo el espacio de la pista y por lo general en la tercera recta o más conocida como "zona rítmica" las rampas son más unidas y permite que el deportista realice con comodidad la pasaba que desee. A continuación, en la figura 57 se puede visualizar la pista y el análisis realizado.



- Mayor fuerza en piernas
- Mayor Presión, flexión de piernas
- Pedaleo
- Presión, flexión de piernas y brazos
- Elevo flexionando piernas y brazos
- Presión piernas



Después del análisis de los movimientos que se realizan con más frecuencia en las competencias y entrenamientos, se concluyó que la zona en donde se produce más movimiento es en los tramos de pedaleo que según la gráfica de la pista, normalmente es en las curvas, otro valor importante y relevante del análisis que cabe recalcar, es de la presión, flexión de piernas y brazos que se puede evidenciar en las zonas rítmicas de la pista. Dicho movimiento ayuda a que el deportista ejerza mayor fuerza y por ende aumente su velocidad en la pista. (figura 58)

Figura 58. Resultados del análisis de la pista BMX.







# CAPÍTULO 3

## PROCESO DE DISEÑO

# Experimentación con dispositivos wearables

En el diseño textil, podemos definir a la experimentación como la acción en donde se manipula el material u objeto hasta lograr un resultado diferente que presenta una causa y efecto. La experimentación es uno de los pasos base para llegar al término de la innovación, se necesita partir de algo que ya está establecido, en este caso será experimentar en indumentaria deportiva para BMX con dispositivos wearables, con el fin de recopilar datos para mejorar el rendimiento físico del deportista.

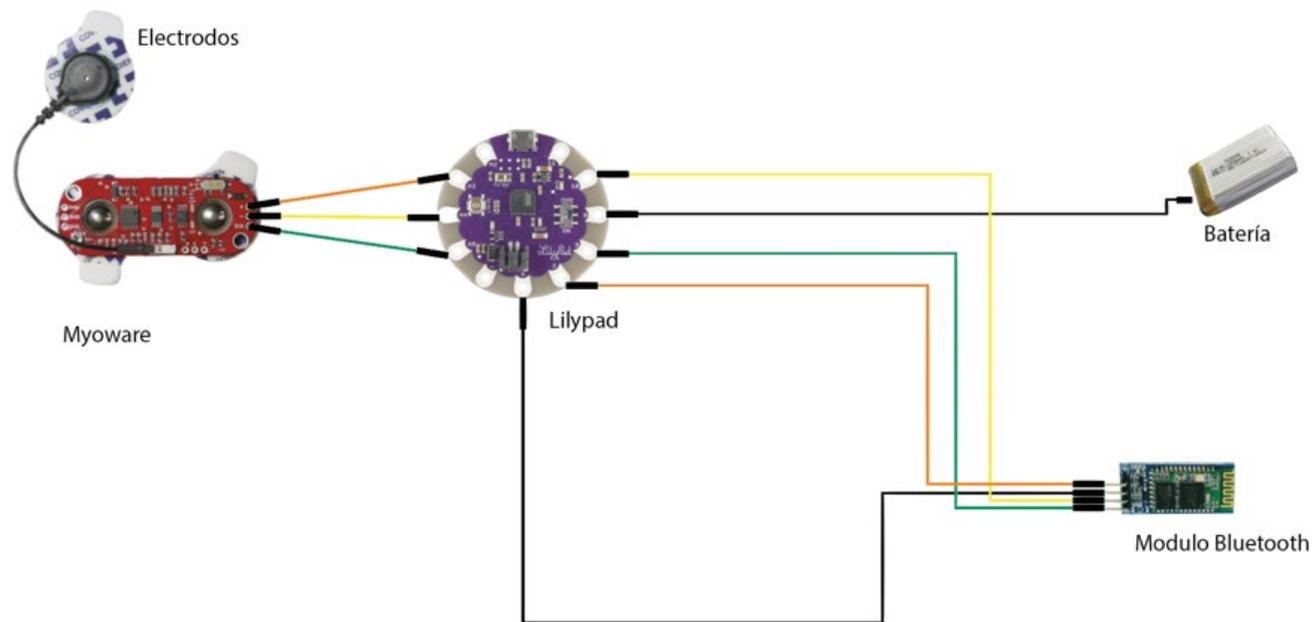


Figura 59. Explicación de la ubicación de dispositivos (Autoría propia, 2019) indumentaria deportiva BMX (Autoría propia, 2019)

## Proceso de diseño

El proceso de diseño hace referencia a los pasos que se deben seguir para la elaboración de un producto, tomando en cuenta los análisis e investigaciones realizadas previamente, en donde se identifican y satisfacen las necesidades del usuario para llegar a la concreción de la línea de indumentaria deportiva para BMX en la ciudad de Cuenca. Las variables y criterios de diseño que se usarán en el diseño se detallarán a continuación.

# Variables de la investigación de campo

Para sacar las variables de diseño, se tomó en cuenta el análisis de las empresas locales que se dedican a realizar indumentaria deportiva de BMX y se tomaron las características más importantes que servirán de ayuda en el diseño de la indumentaria, de la misma forma se tomaron los resultados del análisis de movimientos que se realizó con la observación a profundidad en la pista de BMX a los distintos corredores para poder mejorar la comodidad de la prenda y la seguridad del deportista y para concluir, otra de las variables que se tomara en cuenta es la pregunta de las encuestas que se realizaron a los deportistas. A continuación, se presentará una tabla de las variables.

VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO			
DEFICIENCIAS DE LAS PRENDAS	ZONAS DE FLEXIÓN / MOVIMIENTOS	ZONAS DE IMPACTO	NECESIDADES DEL DEPORTISTA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mal ajuste de cintura</li> <li>• Sistema de cierre deficiente</li> <li>• Largo de pantalón inadecuado</li> <li>• Cintura desprotegida</li> <li>• Falta de protecciones en codos y rodillas</li> <li>• Falta de bolsillos</li> <li>• Incomodidad en zona de glúteos</li> <li>• Incomodidad en rodillas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rodillas</li> <li>• Codos</li> <li>• Cintura</li> <li>• Abdomen</li> <li>• Lumbar bajo</li> <li>• Glúteos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Codos</li> <li>• Rodillas</li> <li>• Cadera</li> <li>• Tobillos</li> <li>• Espalda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transpiración</li> <li>• Protección UV</li> <li>• Protección antibacterial</li> </ul>

Figura 60. Variables de investigación de campo.

# Criterios de Diseño

En los criterios de Diseño se define lo que se va a usar en lo largo del proceso de Diseño, hablando de la cromática, los materiales, las tecnologías y la morfología de las prendas.

Este paso es muy importante debido a que esto define la línea, con esto se maneja para que la línea sea coherente y pueda emitir el mensaje que se quiere dar.

CRITERIOS DE DISEÑO			
CROMÁTICA	MATERIALES	TECNOLOGÍAS	MORFOLOGÍA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colores neutros:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Negro</li> <li>• Blanco</li> </ul> </li> <li>• Colores complementarios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Textil antiabrasivo</li> <li>• Textil protección uv</li> <li>• Antibacterial</li> <li>• Malla deportiva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Print textil</li> <li>• Vinil térmico</li> <li>• Bordado a mano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cortes rectos</li> <li>• Silueta insinuante</li> </ul>

Figura 61. Criterios de Diseño

# Diseño de la indumentaria de BMX

La indumentaria deportiva para BMX que se realizará, son 3 conjuntos de dos piezas: el buzo y el pantalón. Para el diseño de estos conjuntos, se tomaron en cuenta las variables que se mencionaron anteriormente, complementando el diseño con el uso de tendencias que en este caso es la tipografía que está adaptada al contexto local del BMX. A continuación, se detallarán las características de cada una de las prendas.

## Buzo de BMX

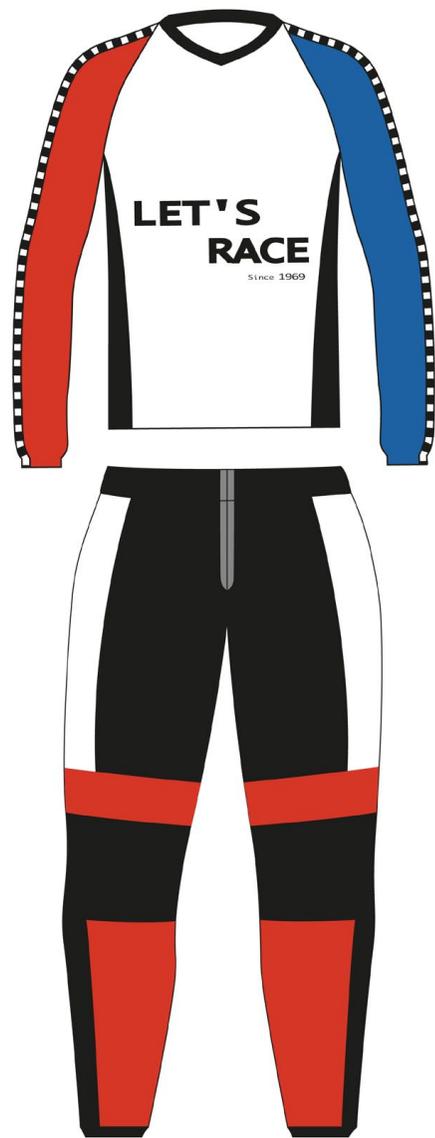
Como se había hablado anteriormente, el buzo tiene que cumplir ciertos estándares tanto de comodidad como de calidad, es por esto que se ha visto necesario que en el buzo se realice con textiles anti-bacterial, de protección UV y un sistema de transpiración que ayuda a que el deportista no se sienta sofocado en las competencias y entrenamientos.

Los cortes que se han realizado han sido en los laterales del cuerpo, en donde se colocará un textil de malla que permite la transpiración, los puños y el cuello se resolverá con un rib anti-bacterial que protege al deportista, pues como es de nuestro conocimiento, el sudor puede llegar a causar ciertas infecciones o alergias. (figura 62)

## Pantalón de BMX

En el pantalón se realizaron más cortes, pues los movimientos son mayores en la parte inferior del cuerpo que en la superior por lo que necesita más cambios de telas para mejorar la comodidad, por esta razón, se ha propuesto un corte en la rodilla para cambiar de textil por un rib resistente pero más flexible, en los costados y en la parte interna a la altura de la canilla se propone usar un textil más resistente al igual que en la parte posterior en los glúteos. (figura 62)







## Fichas técnicas

ALUMNO (A): Belén Abril Abril	MODELO: Buso BMX mujer	CÓDIGO: 001
LOTE: 001	TALLA: Pequeña	FECHA: 13-06-2019

DELANTERO

Sublimación

Vinil térmico

Sublimación

CROMÁTICA DE SUBLIMACIÓN	
5	Fucsia
	Negro

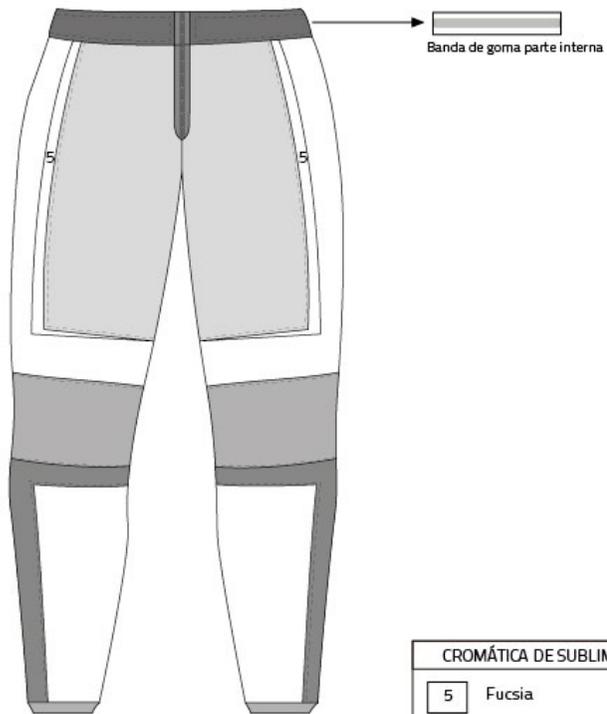
POSTERIOR

Sublimación

Sublimación

BASE TEXTIL	TECNOLOGÍAS	MAQUINARIA
1 Textil sistema Cool-Back	Sublimación	Máquina recta Máquina overlock Máquina recubridora
2 Textil con canales de viento	Vinil térmico	
3 Malla deportiva		
4 Rib Anti-bacterial		

ALUMNO (A): Belén Abril Abril	MODELO: Pantalón BMX mujer	CÓDIGO: 004
LOTE: 001	TALLA: Pequeña	FECHA: 13-06-2019



CROMÁTICA DE SUBLIMACIÓN	
5	Fucsia

BASE TEXTIL	TECNOLOGÍAS	MAQUINARIA						
<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Textil antiabrasivo</td> <td>Textil con protección anti bacterial</td> </tr> </table>	1	2	Textil antiabrasivo	Textil con protección anti bacterial	Sublimación	Máquina recta Máquina overlock Máquina recubridora		
1	2							
Textil antiabrasivo	Textil con protección anti bacterial							
<table border="1"> <tr> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Rib grueso</td> <td>Rib fino</td> <td>Textil Dri-fit</td> </tr> </table>	3	4	5	Rib grueso	Rib fino	Textil Dri-fit	Bordado a mano punto atrás	
3	4	5						
Rib grueso	Rib fino	Textil Dri-fit						

ALUMNO (A): Belén Abril Abril	MODELO: Buso BMX hombre	CÓDIGO: 002
LOTE: 001	TALLA: Mediana	FECHA: 13-06-2019

DELANTERO

Vinil térmico

50 años

**LET'S RACE**  
Since 1969

1 2 3 5 6

Sublimación

**LET'S RACE**  
Since 1969

Sublimación

CROMÁTICA DE SUBLIMACIÓN			
6	Rojo	5	Azul
			Negro

POSTERIOR

4

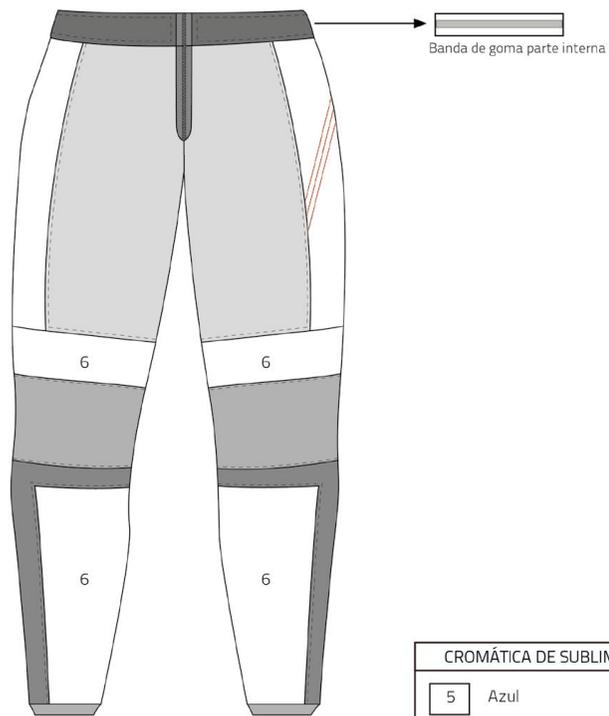
5 6 1 3 5 6 1 3

Sublimación

Sublimación

BASE TEXTIL	TECNOLOGÍAS	MAQUINARIA
1 Textil sistema Cool-Back	Sublimación	Máquina recta Máquina overlock Máquina recubridora
2 Textil con canales de viento	Vinil térmico	
3 Malla deportiva		
4 Rib Anti-bacterial		

ALUMNO (A): Belén Abril Abril	MODELO: Pantalón BMX hombre	CÓDIGO: 005
LOTE: 001	TALLA: Mediana	FECHA: 13-06-2019



CROMÁTICA DE SUBLIMACIÓN	
5	Azul
6	Rojo

Continuación interna de hilo conductor

Gierre invisible de 20cm

Banda reflectiva

BASE TEXTIL	TECNOLOGÍAS	MAQUINARIA						
<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Textil antiabrasivo</td> <td>Textil con protección anti bacterial</td> </tr> </table>	1	2	Textil antiabrasivo	Textil con protección anti bacterial	Sublimación	Máquina recta Máquina overlock Máquina recubridora		
1	2							
Textil antiabrasivo	Textil con protección anti bacterial							
<table border="1"> <tr> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Rib grueso</td> <td>Rib fino</td> <td>Textil Dri-Fit</td> </tr> </table>	3	4	5	Rib grueso	Rib fino	Textil Dri-Fit	Bordado a mano punto atrás	
3	4	5						
Rib grueso	Rib fino	Textil Dri-Fit						

ALUMNO (A): Belén Abril Abril	MODELO: Buso BMX Hombre	CÓDIGO: 003
LOTE: 001	TALLA: Mediana	FECHA: 13-06-2019

DELANTERO

Sublimación

Vinil térmico

Sublimación

Sublimación

CROMÁTICA DE SUBLIMACIÓN

5 Naranja	6 Azul cardenillo
7 Café	8 Rojo viejo

POSTERIOR

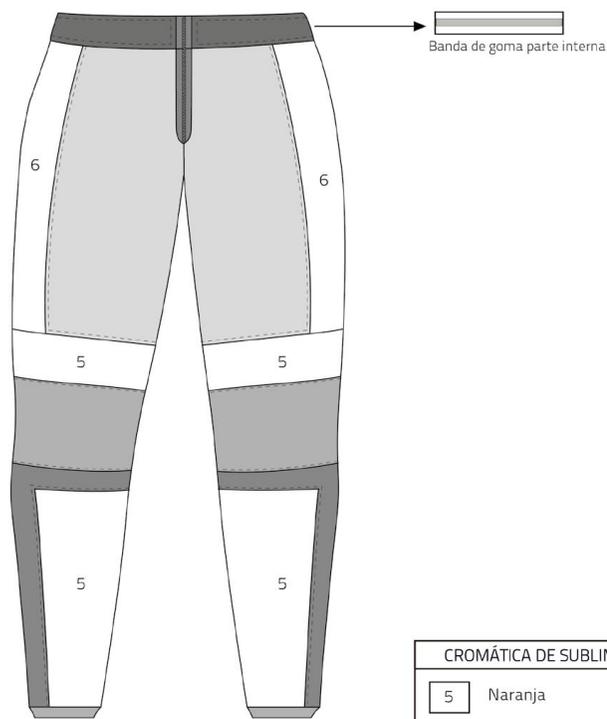
Sublimación

Sublimación

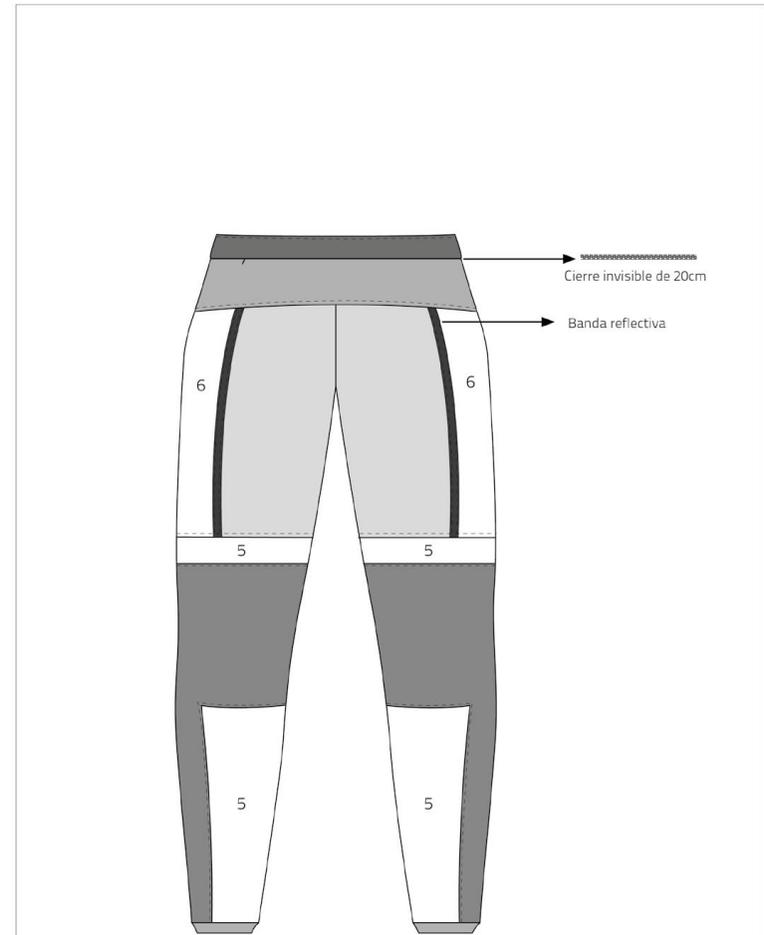
Sublimación

BASE TEXTIL	TECNOLOGÍAS	MAQUINARIA
1 Textil sistema Cool-Back	Sublimación	Máquina recta Máquina overlock Máquina recubridora
2 Textil con canales de viento	Vinil térmico	
3 Malla deportiva		
4 Rib Anti-bacterial		

ALUMNO (A): Belén Abril Abril	MODELO: Pantalón BMX hombre	CÓDIGO: 006
LOTE: 001	TALLA: Mediana	FECHA: 13-06-2019



CROMÁTICA DE SUBLIMACIÓN	
5	Naranja
6	Azul cardenillo



BASE TEXTIL	TECNOLOGÍAS	MAQUINARIA						
<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Textil antiabrasivo</td> <td>Textil con protección anti bacterial</td> </tr> </table>	1	2	Textil antiabrasivo	Textil con protección anti bacterial	Sublimación	Máquina recta Máquina overlock Máquina recubridora		
1	2							
Textil antiabrasivo	Textil con protección anti bacterial							
<table border="1"> <tr> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Rib grueso</td> <td>Rib fino</td> <td>Textil Dri-fit</td> </tr> </table>	3	4	5	Rib grueso	Rib fino	Textil Dri-fit	Bordado a mano punto atrás	
3	4	5						
Rib grueso	Rib fino	Textil Dri-fit						

# Conexiones de los dispositivos wearables

Para que las conexiones de los dispositivos no interfieran en el desempeño del deportista, se ha ubicado el sistema en la parte posterior del pantalón en los lumbares bajos puesto que es una zona en donde el movimiento no deforma de gran manera el musculo, por lo tanto, no causa incomodidad al deportista.

Para que los dispositivos estén seguros, se ha propuesto realizar un tipo de embolsado para que los dispositivos queden en la parte interna del traje y estén seguros, evitando el miedo a que uno se desconecte y se caída en los entrenamientos. El hilo conductor se coloca mediante un bordado de punto atrás el cual permite que estéticamente se vea bien y los hilos no se unan entre sí, pues es importante que estén separados paralelamente para evitar una interferencia entre ellos.

El hilo conductor se lo coloca mediante un bordado de punto atrás el cual permite que estéticamente se vea bien y los hilos no se unan entre sí, pues es importante que estén separados paralelamente para evitar una interferencia entre ellos.

La gráfica que se ha manejado, tanto en el buzo como en el pantalón están pensadas para que estéticamente se vea bien y los cables no causen una mala impresión en la prenda. Cabe recalcar que los dispositivos que se están usando son lavables a excepción de la batería, por lo que esta tiene fácil acceso para quitarla y que sea fácil de lavar la prenda.

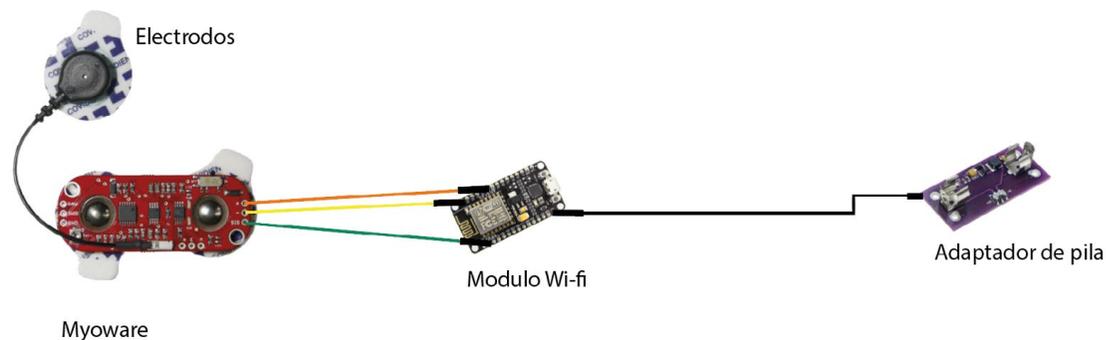


Figura 63. Conexiones

Sensor EMG MyoWare

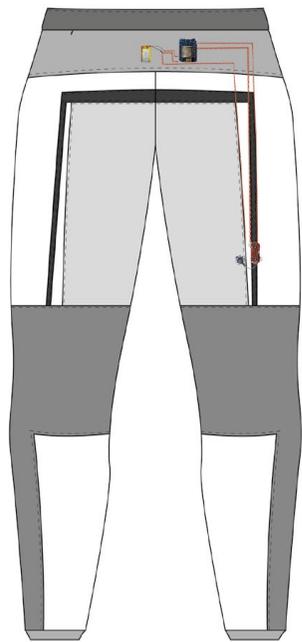


Figura 63. Conexiones

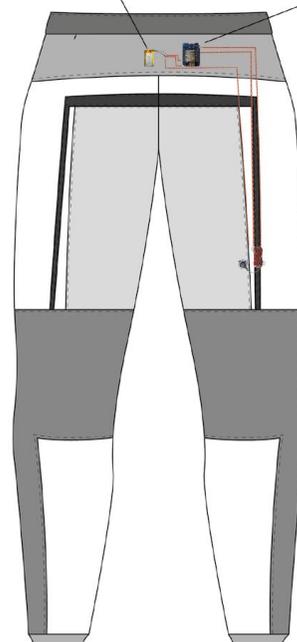


Figura 63. Conexiones

## Registro de una primera experimentación

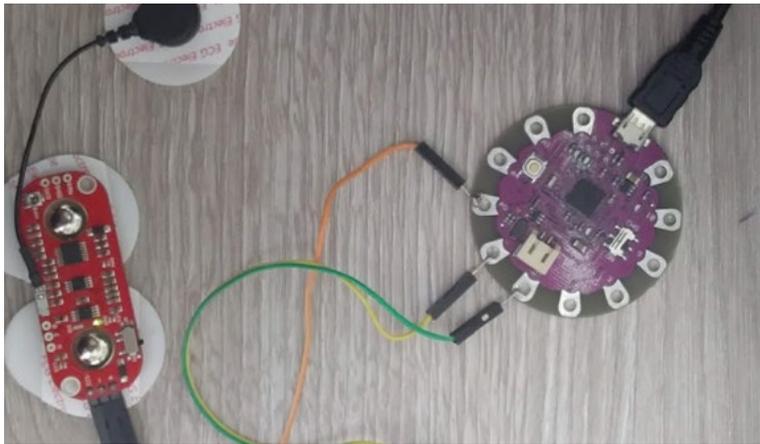


Figura 64. Conexiones de dispositivos wearables (Autoría propia, 21019)

En la figura 64, se pueden visualizar los dispositivos y las conexiones que se usarán en la experimentación.

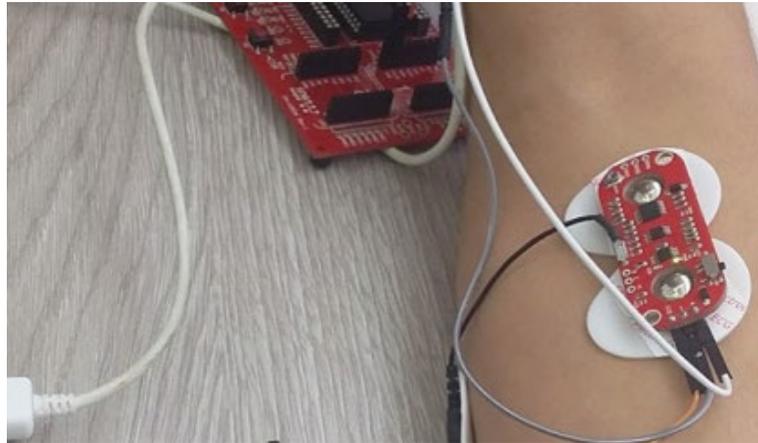


Figura 65. Prueba de dispositivos wearables (Autoría propia, 2019)

La figura 65 se realizó una primera prueba para ver qué datos proporciona el dispositivo wearable, en esta primera prueba usaron cables y el dispositivo se colocó en el antebrazo en la parte en donde hay más deformación del músculo.



Figura 66. Prueba en frío de dispositivos wearables (Autoría propia, 2019)

Después de observar que datos emite el dispositivo, se realizó una prueba en frío, en donde se ubicó al dispositivo en la pierna en la parte del cuádriceps (figura 66), en esta experimentación se pudo observar cómo al deformarse el músculo, se enciende una luz verde mientras que al estar en descanso el músculo, solo se visualiza una luz roja.

Después de observar que datos emite el dispositivo, se realizó una prueba en frío, en donde se ubicó al dispositivo en la pierna en la parte del cuádriceps (figura 66), en esta experimentación se pudo observar cómo al deformarse el músculo, se enciende una luz verde mientras que al estar en descanso el músculo solo se visualiza una luz roja.

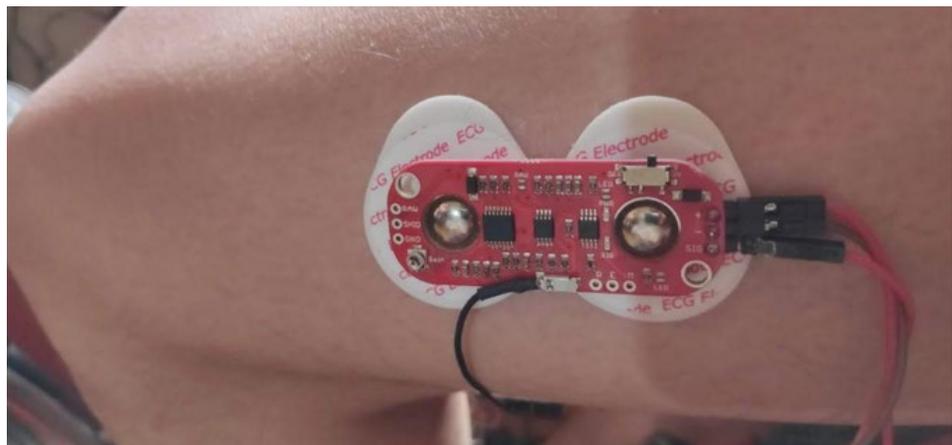


Figura 67. Prueba en pierna de dispositivos wearables (Autoría propia, 21019)

Esta experimentación sirvió para tomar en cuenta la cantidad de ruido que genera el sensor y poder calibrar el dispositivo hasta que exista la menor cantidad de ruido posible y esto nos permita obtener un registro de datos más exacto. de la misma forma, se experimentó con distintos alimentadores de energía. En una primera instancia las pruebas del dispositivo se alimentaron desde el computador, es decir, se conectó un cable al dispositivo y a la computadora para poder programar y analizar los datos que transmitían los dispositivos, estas pruebas se realizaron en varias ocasiones debido a que la programación del sensor tenía que llegar a ser lo más precisa posible. En la figura 65 se puede observar los cables que se conectaron a los dispositivos.

Otra de las experimentaciones que se realizaron en cuanto a los sensores, es con el lilypad, al inicio se lo usó como la matriz y con este se realizaron distintas pruebas. A pesar de que el dispositivo contaba con distintas características como ser lavable y ser específicamente hecho para los textiles, la deficiencia que tenía, era que se necesitaba otro dispositivo para el bluetooth y otro centro de alimentación, por lo cual, todo el circuito se conformaba de 5 dispositivos, lo que en cierta forma afectaba en la comodidad del deportista, pues la prenda se hacía más pesada y los dispositivos ocupaban más espacio, por esto se cambió el dispositivo por uno que viene incluido el wifi, gracias a este dispositivo se pudo lograr un circuito de 3 dispositivos. Por último, el módulo que también se cambió, fue el de la batería, pues se consiguió un módulo textil que facilita el uso de una pila, sin embargo, no se consiguió una pila con el voltaje necesario como para abastecer el sensor y el dispositivo de mando, por esto se cambió por una batería fina.

Con las experimentaciones realizadas, se logró ubicar de forma correcta el dispositivo, pues es muy importante que esté ubicado en el músculo correctamente para que los datos sean exactos y puedan dar la información necesaria que el deportista requiere. También se pudo concluir que los dispositivos no estorban al deportista y no les impide realizar los movimientos.





# CAPÍTULO 4

## VALIDACIÓN

# Descripción

La validación de la indumentaria deportiva para BMX con tecnología wearable se realizará en la pista de BMX de la ciudad de Cuenca, con la ayuda de ciclistas especializados. La validación consiste en la recopilación de datos que emite el sensor MyoWare el cual sirve para registrar la actividad eléctrica generada por el músculo al realizar un movimiento, que en este caso es el femoral y el cuádriceps. Una vez obtenidos los datos se realiza el análisis con el fin de reconocer en que parte de la pista se puede ejercer mayor presión, y mediante este análisis se le dará la posibilidad al deportista de mejorar su rendimiento.

## Medición de rendimiento muscular utilizando un sensor EMG

### Sensor EMG MyoWare

Este sensor permite registrar la actividad eléctrica generada por los músculos esqueléticos cuando realizan algún movimiento. La señal registrada (analógica) puede ser utilizada para controlar diversos dispositivos como prótesis, sillas de ruedas, automatismos, etc.

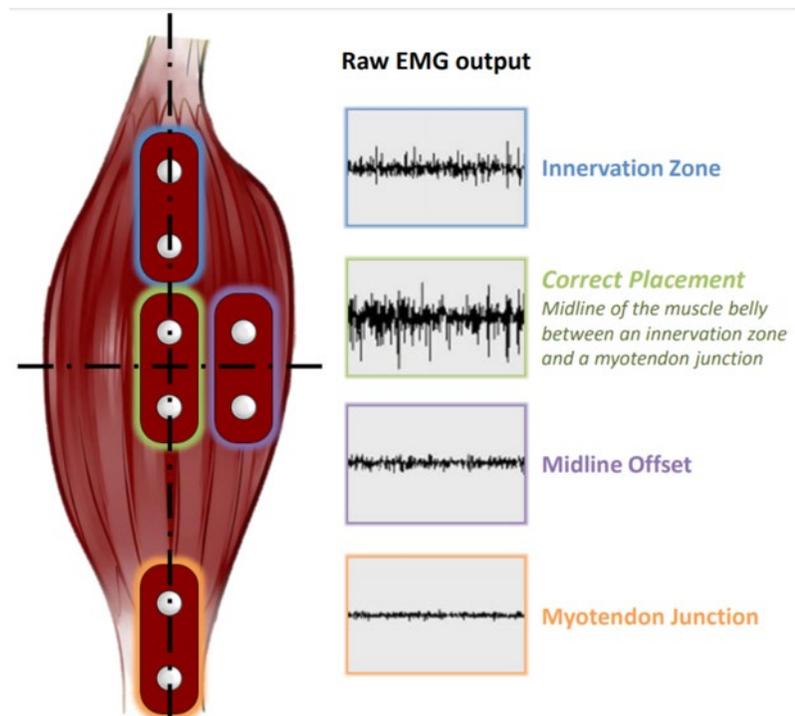
La electromiografía o EMG es una técnica médica que consiste básicamente en la adquisición, registro y análisis de la actividad eléctrica generada en nervios y músculos esqueléticos a través de la utilización de electrodos. Las mediciones extraídas por EMG proporciona información valiosa sobre la fisiología y los patrones de activación muscular. Dicha información refleja las fuerzas que son generadas por los músculos y la temporización de los comandos motores. La amplitud, y las propiedades de las señales EMG tanto en el dominio del tiempo como en la frecuencia dependen de factores tales como: El tiempo y la intensidad de la contracción muscular.

Las señales analógicas van desde 0 voltios hasta el voltaje de la fuente de alimentación. Esta señal EMG se conecta a la entrada ADC (Convertidor Analógico Digital), que se conectará a un microcontrolador que nos permitirá analizar los datos de una manera digital.

Este modulo EMG cuenta con entradas a electrodos, que se van a conectar para la aplicación se ubicará en el cuádriceps.

La posición y orientación de los electrodos del sensor muscular tiene un gran efecto sobre la fuerza de la señal. Los electrodos deben colocarse en la mitad del cuerpo muscular y deben estar alineados con la orientación de las fibras musculares. La colocación del sensor en otros lugares reduce la intensidad y la calidad de la señal del sensor.

Figura 68. Maneras de ubicación del sensor EMG



# Adquisición de datos Convertidor Analógico Digital

La conversión analógica-digital consiste en la transcripción de señales analógicas en señal digital, con el propósito de facilitar su procesamiento (codificación, compresión, etcétera) y hacer la señal resultante (digital) más inmune al ruido y otras interferencias a las que son más sensibles las señales analógicas.

La ventaja de realizar el procesamiento de datos de una manera digital es más fácil obtener precisión y preservar la forma de onda de la señal analógica original

## Cuantificación

En el proceso de cuantificación se mide el nivel de voltaje de cada una de las muestras. Consiste en asignar un margen de valor de una señal analizada a un único nivel de salida.

## Codificación

La codificación consiste en traducir los valores obtenidos durante la cuantificación al código binario. Hay que tener presente que el código binario es el más utilizado, pero también existen otros tipos de códigos que también se pueden utilizar.

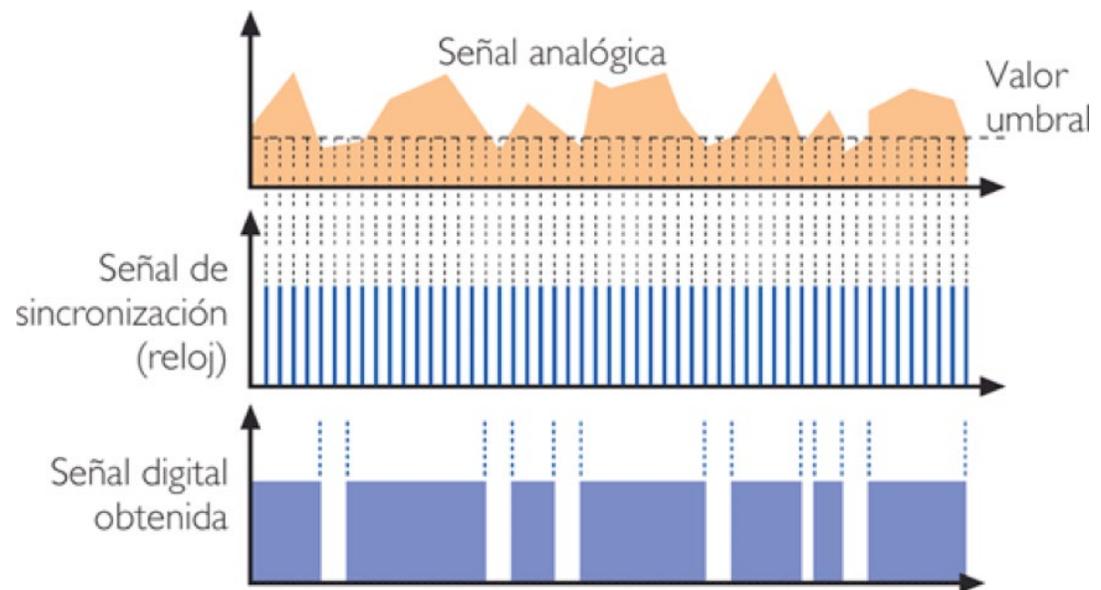


Figura 69. Digitalización de una señal analógica

Los datos que se registran de la actividad eléctrica se pueden visualizar directamente en el computador o en un teléfono celular que tenga la aplicación correspondiente, pues al contar con el sistema wi-fi el dispositivo, facilita al usuario al momento de visualizar los resultados.

Los datos que se registraron en la validación en la pista de BMX, permitió visualizar al deportista que normalmente en la tercera recta es en donde se baja el rendimiento, es decir, en esta recta los datos registrados de la actividad eléctrica que genera el músculo disminuye, dando como consecuencia un cronometraje mayor y un desempeño que no llega al 100% del deportista, estos bajones muchas de las veces dependen de la dificultad de la pista puesto que en algunos casos es más fácil ejercer mayor presión y en otros es más complejo hacerlo.

En la cuarta recta también se detectó un bajón en cuanto a la actividad eléctrica del músculo, pues en esta recta intervienen otros factores como el cansancio. Esto se pudo deducir al hacer un análisis individual en la cuarta recta de la actividad eléctrica que genera el músculo y un análisis en conjunto de todas las rectas.

Una vez obtenidos los resultados de los análisis, se realizó la conversión analógica - digital para obtener la señal resultante y poder identificar la zona del trayecto en donde la actividad eléctrica disminuye, esto ayudó al deportista a ejercer mayor fuerza en la zona identificada, dando como resultado una mejora de tiempo en la trayectoria, obteniendo un mejor desempeño y rendimiento en los entrenamientos y por ende en las competencias.

# Registro fotográfico

















# Conclusiones

Al ser el Diseño una carrera multidisciplinaria, nos brinda la oportunidad de crear distintos productos que no solo se queden en el ámbito convencional, si no que vaya más allá y se logre satisfacer las necesidades del usuario, así también, que se pueda potenciar, en este caso, el rendimiento físico de los deportistas de alto rendimiento. Al fusionar el diseño con la electrónica, se logró potenciar las cualidades de las prendas deportivas para BMX que se ofrecen en el medio local, pues al desarrollar este proyecto, se pudo afirmar que la tecnología wearable permite la innovación en la indumentaria deportiva para BMX y ayuda al deportista a mejorar su rendimiento mediante el análisis de los registros de actividad eléctrica que genera el músculo al realizar un movimiento. De igual forma se pudo evidenciar que la ergonomía es un factor importante en las prendas deportivas, pues al brindar características como versatilidad y resistencia, ayuda al deportista a tener un mejor desempeño físico en la pista, dando como resultado una mejoría de tiempo. En el caso del ciclismo de BMX es necesario que las prendas sean realizadas a medida para que la comodidad y seguridad del deportista estén garantizadas y los dispositivos o sensores a usar se puedan acoplar y ubicar de manera exacta para que la información que se obtenga sea la correcta.

# Recomendaciones

Para obtener mejores resultados del hilo conductor, es conveniente realizar un bordado punto atrás o un bordado punto cadena para que en la parte estética no afecte al producto y en cuanto a la conducción de electricidad se obtenga un mejor alcance. Los dispositivos se deben colocar en partes del cuerpo que no tengan mucha deformación al momento de realizar los movimientos para evitar que estos incomoden al usuario.

En caso de usar varios canales de conducto, el hilo conductor se lo debe colocar de manera paralela entre ellos para evitar que el hilo haga contacto uno con el otro y este interfiera al momento de transmitir la información del sensor.



# Bibliografía.

---

- López, J. (25 de 01 de 2014). *La ergonomía en el deporte*. (B. Abril, Editor) Recuperado el 10 de 04 de 2019, de Sportadictos: <https://sportadictos.com/2014/01/ergonomia-del-deporte>
- Gomez, L. (- de - de 2019). *Academia. Obtenido de Ergonomía tenis* : [https://www.academia.edu/16836724/Ergonom%C3%ADa\\_tenis](https://www.academia.edu/16836724/Ergonom%C3%ADa_tenis)
- Sánchez, J. (- de 03 de 2007). *Los tejidos inteligentes y el desarrollo tecnológico en la industria textil*. Obtenido de researchgate: [file:///Users/belenabril77/Downloads/Los\\_tejidos\\_inteligentes\\_y\\_el\\_desarrollo\\_tecnologi.pdf](file:///Users/belenabril77/Downloads/Los_tejidos_inteligentes_y_el_desarrollo_tecnologi.pdf)
- Martínez, A. (2004). *La construcción social del cuerpo en las sociedades contemporáneas*. Madrid: Papers 73.
- Entwistle, J. (2002). *El cuerpo y la moda. Una visión sociológica*. Barcelona: Paidós.
- Luque, J. (- de - de 2016). *Dispositivos y tecnologías wearables*. Obtenido de Acta: [https://www.acta.es/medios/articulos/ciencias\\_y\\_tecnologia/041001.pdf](https://www.acta.es/medios/articulos/ciencias_y_tecnologia/041001.pdf)
- Athos. (- de - de 2017). *Live Athos. Obtenido de Athos*: <https://www.liveathos.com/>
- Designs, T. L. (- de - de 2019). Troy Lee Designs. *Obtenido de shop.troyleedesigns*: <https://shop.troyleedesigns.com/sprint-pants?quantity=1&color=49>
- Anibal, R. (2005). Bases biomecánicas para el análisis del movimiento humano. Buenos Aires: .
- Benjamin, Yamila. (2014). "El sport chic" indumentaria deportiva Judea - Religiosa. Argentina: Universidad de Palermo.
- Capcha, E. (.). Gestión tecnológica empresarial. octubre, 2018, de scrib Sitio web: <https://es.scribd.com/doc/75282614/ropa-deportiva>
- Castro. (2018). Avances, límites y problemas de la Nanotecnología. Febrero, 2019, de Naukas Sitio web: <https://naukas.com/2018/08/03/avances-limites-y-problemas-de-la-nanotecnologia/>
- Chemicalsafetyfacts. (2005 - 2019). Nanotecnología. Enero, 2019, de chemicalsafetyfacts Sitio web: <https://www.chemicalsafetyfacts.org/es/nanotecnologia/> 2005
- España, M. (2010). La indumentaria deportiva en la modernidad y en la posmodernidad. octubre, 2018, de efdeportes Sitio web: <http://www.efdeportes.com/efd145/la-indumentaria-deportiva-en-la-posmodernidad.htm>
- García Montoro, L. (2015). Wearables: Qué son, cómo funcionan y que peligros entrañan para nuestra privacidad. enero 2015, Centro de Estudios de Consumo, Universidad de Castilla-La Mancha.
- López Villar Iván. (2014). Dispositivos inteligentes en el deporte ¿éxito o fracaso?. La Rioja - Argentina: Universidad de La Rioja.
- Mathys, R. "Legal challenges of wearable computing"
- Ministerio de Educación y Ciencia. (2009). Tecnologías aplicadas al deporte de alto rendimiento Madrid: Consejo superior de deportes.
- Neffa, J. Las innovaciones científicas y tecnológicas. Lumen: Buenos Aires, 2000
- Neffa, J. (2000). El proceso de innovación científica y tecnológica. Febrero, 2019, de Fondo de Cultura Económica Sitio web: [https://www.researchgate.net/publication/321137751\\_El\\_proceso\\_de\\_innovacion\\_cientifica\\_y\\_tecnologica](https://www.researchgate.net/publication/321137751_El_proceso_de_innovacion_cientifica_y_tecnologica)
- Stem, B. (2018). Flora sensors. New York: Adafruit Industries. Telas deportivas. octubre, 2018, de real textil Sitio web: <http://www.realtextil117.com/deportiva>

# Bibliografía de figuras

Figura 1. Atuendos. Fuente: Traje en la historia. [Imagen]

Recuperado de: <https://eltrajeenlahistoria.tumblr.com/post/138103814953/prehistoria>

Figura 2. El tenis a principios del siglo XX. Fuente: BBC. [Imagen] Recuperado de: <https://www.bbc.com/mundo/deportes-36935058>

Figura 3. De 1920 a 1950. Fuente: Caneda. [Imagen] Recuperado de: [www.deportescaneda.com/blog/17-evolucion-de-la-ropa-deportiva-desde-comienzos-del-siglo-xx-infografia](http://www.deportescaneda.com/blog/17-evolucion-de-la-ropa-deportiva-desde-comienzos-del-siglo-xx-infografia)

Figura 4. El nacimiento de la ropa deportiva. Fuente: Kinsta. [Imagen] Recuperado de: <https://www.fashoop.com/ropa-deportiva-historia-y-evolucion/>

Figura 5. Vida al aire libre (I) Jean Patou y la moda deportiva. Fuente: Marcos. [Imagen] Recuperado de: <https://www.tuttipazziperlabore.com/jean-patou-y-moda-deportiva/>

Figura 6. Nace la camisa Lacoste. Fuente: Le Point. [Imagen] Recuperado de: [https://www.lepoint.fr/art-de-vivre/sur-les-pas-de-rene-lacoste-7-a-la-conquete-de-l-ouest-26-08-2018-2245867\\_4.php](https://www.lepoint.fr/art-de-vivre/sur-les-pas-de-rene-lacoste-7-a-la-conquete-de-l-ouest-26-08-2018-2245867_4.php)

Figura 7. Ciclistas en Londres 1908. Fuente: BBC. [Imagen] Recuperado de: <https://www.bbc.com/mundo/deportes-36935058>

Figura 8. El auge tecnológico. Fuente: Kinsta. [Imagen] Recuperado de: <https://www.fashoop.com/ropa-deportiva-historia-y-evolucion/>

Figura 9. La ergonomía en el deporte. Fuente: López. [Imagen] Recuperado de: <https://news.nike.com/news/nike-pro-hyperstrong-taking-impact-protection-to-the-next-level>

Figura 10. Nike Pro Hyperstrong. Fuente: Nike news. [Imagen] Recuperado de: <https://news.nike.com/news/nike-pro-hyperstrong-taking-impact-protection-to-the-next-level>

Figura 11. Microfibras y microesferas textiles. Fuente: Friki. [Imagen] Recuperado de: <http://www.friki.net/fotos/78235-asi-se-ve-con-un-microscopio-electronico.html>

Figura 12. Leggings fitness sin costuras. Fuente: AliExpress. [Imagen] Recuperado de: [https://es.aliexpress.com/item/COPOZZ-deporte-Yoga-pantalones-mujeres-correr-ropa-deportiva-estiramiento-Fitness-Leggings-sin-costuras-Control-de-barriga/32935110730.html?aff\\_platform=aaf&cpt=1560817656014&onelink\\_item\\_from=32935110730&onelink\\_thrd=0.0&onelink\\_page\\_from=ITEM\\_DETAIL&onelink\\_item\\_to=32935110730&pvid=d0996d03-d649-4eac-8f05-846b600291f3&onelink\\_duration=1.025824&sk=AYNZbMb&aff\\_trace\\_key=d3e3b7c11bf3499888c31f8941d15de3-1560817656014-09716-AYNZbMb&onelink\\_status=noneresult&scm=1007.22893.125779.0&terminal\\_id=a4bde31868a8457a896eb07e50be84bd&onelink\\_page\\_to=ITEM\\_DETAIL](https://es.aliexpress.com/item/COPOZZ-deporte-Yoga-pantalones-mujeres-correr-ropa-deportiva-estiramiento-Fitness-Leggings-sin-costuras-Control-de-barriga/32935110730.html?aff_platform=aaf&cpt=1560817656014&onelink_item_from=32935110730&onelink_thrd=0.0&onelink_page_from=ITEM_DETAIL&onelink_item_to=32935110730&pvid=d0996d03-d649-4eac-8f05-846b600291f3&onelink_duration=1.025824&sk=AYNZbMb&aff_trace_key=d3e3b7c11bf3499888c31f8941d15de3-1560817656014-09716-AYNZbMb&onelink_status=noneresult&scm=1007.22893.125779.0&terminal_id=a4bde31868a8457a896eb07e50be84bd&onelink_page_to=ITEM_DETAIL)

Figura 13. Ropa interior sin costuras. Fuente: Mercado libre. [Imagen] Recuperado de: <https://vestuario.mercadolibre.cl/ropa-interior/mujer/calzon-invisible-sin-costuras#!messageGeolocation>

Figura 14. Entendiendo el Gore Tex. Fuente: La Cumbre. [Imagen] Recuperado de: <https://www.lacumbreonline.cl/blog/equipo/entendiendo-el-gore-tex/>

Figura 15. Material de cambio de fase PCM. Fuente: Ángel Sánchez. [Imagen] Recuperado de: <https://asolengin.wordpress.com/2015/12/30/microencapsulados-en-la-industria-textil/>

Figura 16. Quiosels. Fuente: Lipotec. [Imagen] Recuperado de: [http://www.e-seqc.org/sites/default/files/revista\\_ncp\\_324.pdf](http://www.e-seqc.org/sites/default/files/revista_ncp_324.pdf)

Figura 17. Explicación de condiciones, estímulos. Fuente: Autoría propia

Figura 18. Textiles inteligentes. Fuente: Aitex. [Imagen] Recuperado de: <https://www.aitex.es/circuitos-electronicos-impresos-sobre-tejidos/>

Figura 19. Aleaciones con memoria de forma. Fuente: Universidad Anáhuac Mexico. [Imagen] Recuperado de: <https://ingenieriadematerialesanahuac.wordpress.com/2014/09/04/aleaciones-con-memoria-de-forma-un-nuevo-campo-de-aplicaciones-innovadoras/>

Figura 20. E-Textiles. Fuente: Stutz. [Imagen] Recuperado de: <https://girlsfortechology.org/fashionista-with-e-textiles/>

Figura 21. Nanotecnología. Fuente: Nanova. [Imagen] Recuperado de: <https://tecnovedosos.com/funciona-la-nanotecnologia/>

Figura 22. La tecnología aplicada al deporte. Fuente: THE18. [Imagen] Recuperado de: <https://steemit.com/ciencia/@Jlmpint/que-son-las-ciencias-del-deporte>

Figura 23. Ciencias del deporte. Fuente: JImprint. [Imagen] Recuperado de: <https://www.redbull.com/es-es/tecnologia-avances-deporte>

Figura 24. Ropa inteligente. Fuente: Cinco noticias. [Imagen] Recuperado de: <https://www.cinconoticias.com/la-ropa-inteligente-mas-cerca-de-lo-que-podriamos-imaginar/>

Figura 25. Textiles inteligentes. Fuente: Patilhar. [Imagen] Recuperado de: <http://www.portugaltextil.com/texteis-inteligentes-preparam-revolucao/>

Figura 26. An Illustrated Guide to Wearable Components. Fuente: Makezine. [Imagen] Recuperado de: <https://makezine.com/2015/01/14/under-the-hoodie-a-quick-guide-to-wearables-components/>

Figura 27. Hilo conductor. Fuente: 330ohms. [Imagen] Recuperado de: <https://330ohms.com/products/bobina-de-hilo-conductor-30ft>

Figura 28. LilyPad arduino. Fuente: SparkFun. [Imagen] Recuperado de: <https://www.sparkfun.com/products/12049>

Figura 29. MyoWare. Fuente: Electrónica. [Imagen] Recuperado de: <https://www.electronicaembajadores.com/es/Productos/Detalle/SSBIMU4/sensores/sensores->

Figura 30. Módulo de Alimentación. Fuente: Solectro. [Imagen] Recuperado de: <https://solectroshop.com/product-spa-1472-Modulo-de-Alimentacion-5V-Paso-Arriba-para-LilyPad-AAA.html>

Figura 31. Dispositivo Wi-Fi. Fuente: Iberobotics. [Imagen] Recuperado de: <https://electronica.mercadolibre.com.ar/sensor-wifi#!messageGeolocation>

Figura 32. Wearable technology on show. Fuente: Victoria. [Imagen] Recuperado de: <https://www.victoria.ac.nz/fad/about/news/news-archives/2016-news/wearable-technology-on-show>

Figura 33. Wearable technology from diPulse. Fuente: diPulse. [Imagen] Recuperado de: <https://www.ispo.com/en/trends/wearable-technology-swiss-technology-and-swedish-performance-unite-major-smart-textile>

Figura 34. Movimientos de BMX. Fuente: Autoría propia.

Figura 35. Scott Breithaupt in action the day after the Nationals. Fuente: Osborn. [Imagen] Recuperado de: <http://historiadelbmx.blogspot.com/>

Figura 36. Uniforme Troy Lee Designs. Fuente: TLD. [Imagen] Recuperado de: <https://shop.troyleedesigns.com/sprint-pants?quantity=1&color=49>

Figura 37. La Biomecánica y el Diseño de Puestos de Trabajo. Fuente: Navarro. [Imagen] Recuperado de: <http://functionalintegratedtraining360.blogspot.com/2014/04/biomecanica-pa-para-dummies-movimiento.html>

Figura 38. Broche plástico pantalón de BMX. Fuente: Autoría propia.

Figura 39. Sistema de cierre con velcro pantalón de BMX. Fuente: Autoría propia.

Figura 40. Cambio de tela en glúteos pantalón de BMX. Fuente: Autoría propia.

Figura 41. Desgaste del textil en la rodilla. Fuente: Autoría propia.

Figura 42. Desgaste del textil en la rodilla. Fuente: Autoría propia.

Figura 43. Desgaste del textil en la pantorrilla. Fuente: Autoría propia.

Figura 44. Falta de protección en tobillos. Fuente: Autoría propia.

Figura 45. Resultado de comodidad. Fuente: Autoría propia

Figura 46. Resultado de ajuste. Fuente: Autoría propia

Figura 47. Resultado de eficiencia. Fuente: Autoría propia

Figura 48. Resultado de Impactos. Fuente: Autoría propia

Figura 49. Resultado de largo pantalón. Fuente: Autoría propia

Figura 50. Resultado de comodidad en pedaleo. Fuente: Autoría propia

Figura 51. Resultado de función. Fuente: Autoría propia

Figura 52. Problemáticas de las rodillas en pantalón de BMX. Fuente: Autoría propia.

Figura 53. Problemáticas de las pantorrillas en pantalón de BMX Fuente: Autoría propia.

Figura 54. Problemáticas de la cintura en pantalón de BMX Fuente: Autoría propia.

Figura 55. Problemáticas de la cintura en pantalón de BMX Fuente: Autoría propia.

Figura 56. Movimientos de BMX. Fuente: Autoría propia.

Figura 57. Análisis de pista BMX. Fuente: Autoría propia.

Figura 58. Resultados del análisis de la pista BMX. Fuente: Autoría propia.

Figura 59. Explicación de la ubicación de dispositivos Fuente: Autoría propia.

Figura 60. Variables de investigación de campo Fuente: Autoría propia.

Figura 61. Criterios de Diseño Fuente: Autoría propia.

Figura 62. Indumentaria de BMX Fuente: Autoría propia.

Figura 63. Diseño de indumentaria deportiva BMX. Fuente: Autoría propia.

Figura 64. Conexiones de dispositivos wearables Fuente: Autoría propia.

Figura 65. Prueba de dispositivos wearables Fuente: Autoría propia.

Figura 66. Prueba en frío de dispositivos wearables Fuente: Autoría propia.

Figura 67. Prueba en pierna de dispositivos wearables Fuente: Autoría propia.

Figura 68. Maneras de ubicación del sensor EMG. Fuente: Medium. . [Imagen] Recuperado de: <https://medium.com/@leex5202/an-unofficial-introductory-tutorial-to-myoware-muscle-sensor-development-kit-e2169948e63>

Figura 69. Digitalización de una señal analógica. Fuente: Serbal. . [Imagen] Recuperado de: <http://serbal.pntic.mec.es/srug0007/archivos/radiocomunicaciones/3%20SE%D1ALES%20DIGI-TALES/Muestreo%20digital.pdf>

# Anexos

## Encuestas realizadas a deportistas de BMX de la ciudad de Cuenca.

---

Encuesta para deportistas de BMX de la ciudad de Cuenca

La información recolectada servirá de ayuda para la realización del proyecto de graduación de la carrera de Diseño Textil e Indumentaria

¿El pantalón de BMX es cómodo tanto en entrenamientos como en competencias?

- Si
- No

¿La cintura se ajusta correctamente?

- Si
- No

¿El sistema de cierre de la cintura es eficiente?

- Si
- No

¿En las caídas, que es lo que normalmente se lastima?

- Cadera
- Tobillos
- Codos
- Rodillas
- Hombros

¿El largo del pantalón es adecuado?

- Si
- No

¿Siente incomodidad en las rodillas al momento de pedalear?

- Si
- No
- A veces

¿Le gustaría usar una prenda que ayude a recopilar datos para mejorar su rendimiento deportivo?

- Si
- No
- Tal vez

¿Qué le gustaría implementar en la indumentaria?

**Wearable Technology in Sportswear: The Case of BMX Cycling**

**ABSTRACT**

At local level, the lack of innovation of BMX sportswear in the city of Cuenca was identified. For this reason, this research focused on experimenting with *wearable* technology for the manufacture of sportswear, with the purpose of incorporating innovative systems which may help improve the performance of athletes by providing them with wearable devices for data collection and analysis. The result was a line of three 2-piece sets of sportswear designed from field research.

**Key words: wearable devices, experimentation, BMX sportswear, design and technology, cycling and fashion, E-textiles**



Student's signature



Thesis Supervisor's signature

Student's name: Ximena Belén Abril Abril  
Code: 78105

Sebastián Quezada

Translated by,

Rafael Argudo

