

Universidad Internacional del Ecuador



Escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz

Trabajo de Integración Curricular

Artículo Investigación para la obtención del Título de Ingeniera en Mecánica Automotriz

**ESTUDIO Y ANALISIS DE LAS VARIANTES HACIA CICLISTAS EN
RELACION AL DISTANCIAMIENTO VEHICULAR EN CICLOVIAS**

Ricardo Martin Cevallos Varela

Juan Gerardo Díaz Ramos

Director: MSc. Gorky G. Reyes C.

Quito, Enero 2022

CERTIFICACIÓN

Nosotros, Ricardo Martin Cevallos Varela, Juan Gerardo Díaz Ramos, declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

Ricardo Martin Cevallos Varela

Juan Gerardo Díaz Ramos

Yo, Guillermo Gorky Reyes Campaña, certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Guillermo Gorky Reyes Campaña', with a large, sweeping flourish underneath.

Guillermo Gorky Reyes Campaña

ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD

La Biblioteca de la Universidad Internacional del Ecuador se compromete a:

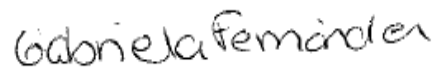
1. No divulgar, utilizar ni revelar a otros la **información confidencial** obtenida en el presente trabajo, ya sea intencionalmente o por falta de cuidado en su manejo, en forma personal o bien a través de sus empleados.
2. Manejar la **información confidencial** de la misma manera en que se maneja la información propia de carácter confidencial, la cual en ninguna circunstancia podrá estar por debajo de los estándares aceptables de debida diligencia y prudencia.



Guillermo Gorky Reyes Campaña

Director de Tesis

Escuela de Ingeniería Automotriz



Gabriela Fernández

Gestora Cultural

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a mi familia en especial a mi mamá y a mi papá quienes con su apoyo y esfuerzo me ayudaron a culminar mi carrera universitaria y siempre han sido mi soporte, a mis hermanos que han sido un ejemplo a lo largo de mi vida, se la dedico con mucho amor a mi novia y a mi hijo que gracias a ellos no he parado de luchar por mis objetivos con la finalidad de hacerlos sentir orgullosos de mí, a mi abuelita, primos, y amigos, quienes han aportado consejos, anécdotas y alegría siempre, a todos ellos se los dedico.

- Ricardo Martin Cevallos Varela.

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser la parte inspiradora y darme la fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado y he llegado hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser su hijo, son los mejores padres.

A mie hermana y especial mente mi sobrino por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

- **Juan Gerardo Díaz Ramos**

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, doy gracias a mi mamá Wilma, a mi papá Byron y a mi hermano Alfredo y hermana Karina, que han confiado en mis capacidades a lo largo de mi vida universitaria, y han sido mis principales promotores de mis sueños, a mi compañera de vida Thalía Aguirre y a mi hijo que ha alimentado mis deseos de sobresalir y alcanzar mis metas.

De manera especial quiero agradecer a mi director Ing. Gorky, quien creyó en mí para realizar este proyecto, y a la Universidad Internacional del Ecuador, por haberme enriquecido en conocimientos.

-Ricardo Martin Cevallos Varela

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme la vida, por guiarme a lo largo de mi carrera universitaria, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a nuestros padres: Juan Ramón y Magdalena, por ser los principales promotores de uno de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

Agradezco a nuestros docentes de la Escuela de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional Del Ecuador, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, al Magister Gorky Reyes tutor de nuestro proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente.

-Juan Gerardo Díaz Ramos

INDICE	
CERTIFICACIÓN	2
ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD	3
DEDICATORIA	4
DEDICATORIA	5
AGRADECIMIENTO	6
AGRADECIMIENTO	7
RESUMEN	10
ABSTRACT	¡Error! Marcador no definido.
1.- INTRODUCCIÓN	13
2. MARCO TEÓRICO	14
2.1. Antecedentes	14
2.2. Ciclo vías en el sector urbano	14
2.2.1 Ciclo vías en carreteras	14
2.3 Normativas de construcción para ciclo vías	15
2.4 Causa de accidentes a los ciclistas	16
2.4.1 Efectos Físicos	16
2.5 Efecto de las magnitudes del aire en los ciclistas	16
2.6 Efecto Venturi	16
3.- MATERIALES Y METODOS	17
3.1 METODO	17
3.1.2 Método investigativo deductivo	17
3.2 MATERIALES	17
3.2.1 Bicicleta	17
3.2.2 Vehículos	17
3.3 Equipo de Comprobación	17
Anemómetro	17
3.4 Lugar de pruebas	18
3.4.1 Ciclo vía en carreteras	18
3.4.2 Ciclo vía en el distrito metropolitano de Quito	18
3.4.3 Ciclo vía segregada	18
3.5 Normativa de Movilidad	19
3.6.- Software de simulación de fuerzas Solid Works	19
3.8.- Restricciones para ciclistas en la vía	19
4.- RESULTADOS	19
4.1.- Procedimiento	19

4.1.2.- Datos de Entrada distanciamiento de 1,5 metros a velocidades de 90 km	20
4.1.3.- Datos de Entrada de 1,5 metros a velocidades de 130 km.	20
4.2.1.- Resultados.....	20
4.2.2.- Prueba con distanciamiento de 1,5 m y velocidad máxima a 90 km/h	20
4.2.3.- Cuadro de resultados según normativa internacional.....	21
4.3.- Prueba con distanciamiento de 0,5 y 1,5 m y velocidad máxima a 130 km/h	21
4.3.1.- Simulación 1.	21
4.3.2.- Simulación 2.-	22
4.3.3.- Simulación Vehiculos pesados.-	23
4.4.- Grafico comparativo de Fuerza/Distancia cono velocidad 130km/h	24
5.- DISCUSION	24
6.- BIBLIOGRAFIA.	¡Error! Marcador no definido.

INDICE TABLA

Tabla 1. Tipos de ciclo vías	14
Tabla 2. Características de la bicicleta	15
Tabla 3. Volumen de bicicletas	16
Tabla 4. Tipos de Cruces	16
Tabla 5. Vehículos	17
Tabla 6. Tipos de viento	18
Tabla 7. Magnitudes	20
Tabla 8. Magnitudes Velocidad 130km/h	20
Tabla 9. Resultados	21
Tabla 10. Resultados	21
Tabla 11. Resultados	22
Tabla 12. Resultados Camioneta	22
Tabla 13. Resultados 0.5 metros camioneta	22
Tabla 14. Resultados Vehículo Pesado	23
Tabla 15. Resultados Vehículos Pesados	23

INDICE FORMULAS

Ecuación 1	13
Ecuación 2	13

INDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Evolución de las bicicletas.....	14
Figura 2. Tamaño promedio de bicicletas	15
Ilustración 3. Dimensiones de usuarios	15
Mapa 4: Ciclo vía Av. Simón Bolívar	18
Mapa 5: Ciclo vía Av. Ilalo	18
Mapa 6: Ciclo vía Av. Amazonas.....	19
Ilustración 7: Datos de Simulación	20
Ilustración 8: Velocidad de Viento y el ciclista.....	20
Ilustración 9: Presiones.....	20
Ilustración 10: Datos de Ingreso	21
Ilustración 11: Distanciamiento y altura de fuerzas 0,5	21
Ilustración 12: Velocidad del viento 1,5	21
Ilustración 13: Presiones en ciclistas	21
Ilustración 14: Datos de Simulación.....	22
Ilustración 15: Velocidad de vientos.....	22
Ilustración 16: Presiones.....	22
Ilustración 17: Datos de ingreso.....	23
Ilustración 18: Simulación.....	23
Ilustración 19: Viento vs. Ciclista	23
Ilustración 20: Muestra de Presion.....	23

RESUMEN

El artículo está basado en el estudio de comportamiento de los usuarios frente a las fuerzas ejercidas por el paso de un vehículo que comparten la ciclo vías de alta velocidad, para ello se realizó la investigación sobre las normativas internacionales, construcción y distanciamiento entre los usuarios de estas ciclo vías, con el objetivo de demostrar si las normativas son acertadas para las personas que circulan en bicicletas.

En el presente estudio se propone primero evaluar el distanciamiento entre los vehículos y el ciclistas en las carreteras, también se aborda las fuerzas que actúan sobre el ciclistas para confirmar si el distanciamiento propuesto por la normativa es la ideal, impulsando así el buen uso de las ciclo vías y respetando las leyes de tránsito en vías compartidas; utilizando una metodología de estudio con un enfoque cuantitativo deductivo en el cual se aplica un diseño de investigación de campo se midió la distancia y la velocidad del viento para medir las magnitudes que afectan al ciclista, con la ayuda del software "SW" se realizó una simulación utilizando los datos que se obtuvieron en la prueba de campo, como resultados las diferentes fuerzas que afectarían a los ciclistas son evidentes, el cual concluye la reacción de los ciclistas cuando los vehículos de diferentes dimensiones, velocidad y distanciamiento que irrespeten a ley como por ejemplo en un distanciamiento de 1,5 metros contra un distanciamiento de 0,5 metros en una velocidad excesiva de 130km/h, la velocidad del viento aumenta de 4,12 m/s a 5,12 m/s así como la fuerza total se duplicaría de 7,73 a Newton a 14,61 Newton es decir existe un incremento de fuerza de 52% cuando se habla de distanciamiento y velocidad.

ABSTRACT

The article is based on the study of user behavior in the face of the forces exerted by the passage of a vehicle that share the high-speed cycle lanes, for which the investigation was carried out on international regulations, construction and distancing between users of these cycle paths, with the aim of demonstrating if the regulations are correct for the people who circulate safely, mainly the cyclist.

In the present study, it is proposed to first evaluate the distance between vehicles and cyclists on the roads, it also addresses the forces that act on cyclists to confirm if the distance proposed by the regulations is ideal as well as the speed limits, promoting thus the proper use of cycle paths and respecting traffic laws when traveling on shared roads with cyclists; Using a study methodology with a deductive quantitative approach in which a field research design is applied where the distance and wind speed were measured to measure the magnitudes that affect the cyclist, with the help of Solid Works software, it was carried out A simulation using the data obtained in the field test focusing on 3 different scenarios, yields as results the different forces that will affect the cyclists, which concludes the reaction of the cyclists when vehicles of different dimensions, speed and distance do not they are correct, For example, in a distance of 1.5 meters against a distance of 0.5 meters in an excessive speed of 130km / h, the wind speed increases from 4.12 m / s to 5.12 m / s as well as the force The total would double from 7.73 Newton to 14.61 Newton, that is, there is an increase in force of 52% when talking about distance and speed.

1.- INTRODUCCIÓN.

En Ecuador existen 2'272.521 personas que usan bicicletas casi un 14% de su población, de este porcentaje unos 793.497 usan la bicicleta todos los días [1], entre estos usuarios se ha reportado 10 ciclistas atropellados y otros 739 con lesiones debido a el irrespeto de las leyes de tránsito desde el 2019, la ley más quebrantada por usuarios y conductores es la del literal d) del artículo 204 de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, que da a los ciclistas el “derecho preferente de vía o circulación en los desvíos de avenidas y carreteras, cruce de caminos, intersecciones no señalizadas y ciclo vías” [2]. Como consecuencia en el año 2020 el ciclista carchense Rubén Ario Tantes fue la víctima más reciente al ser atropellado en uno de sus entrenamientos, sucedió en su natal provincia, donde la mayoría de habitantes se trasladan en bicicletas [3]. Desde el año 2015 el Ministerio de obras Publicas del Ecuador junto con el AMT han implementado en el Distrito Metropolitano de Quito el uso de ciclo vías debido al incremento del parque automotor y el creciente tráfico [4], usuarios de la ciclo vía y conductores están desinformados del uso de las mismas, como resultado, desde el 2017 42 ciclistas han perdido la vida según la ANT [3].

La presente investigación analizó la distancia adecuada que se tomara en cuenta por los usuarios en relación a los vehículos que circulan en vías compartidas, una comparativa de estas fuerzas con la diferencia de vehículos particulares y pesados. Se revisó la dinámica de la vialidad mediante una prueba de campo en vías compartidas con ciclistas y analizar la incidencia del distanciamiento en relaciona a la dinámica del ciclista.

Metrópolis como Paris y Londres han incrementado el uso de bicicletas lo que ha permitido el desarrollo de un sistema de apoyo back office con planes y fomento de alquiler de las mismas, es de vital importancia fortalecer la infraestructura y así lograr la utilización y aceptación de estas como medio de transporte frente a los automotores. [2]

Ciclistas que utilizan vías compartidas se les considera como uno de los usuarios más vulnerables de la vía, ya que en caso de accidente es más probable que sufran lesiones de gravedad a diferencia de los ocupantes de otros vehículos. Para profundizar en este fenómeno, un equipo de investigadores de la Universidad de Granada, dirigido por el profesor Eladio Jiménez Mejías, ha realizado un estudio titulado "Efecto de los factores dependientes del individuo, el vehículo y el medio ambiente sobre la morbimortalidad por lesiones de tráfico en ciclistas en España[5] nos explica que el factor predominante que causa más accidentes en el ciclismo es la impericia de los ciclistas al circular en zonas urbanas, intersecciones o rotondas y en terrenos alterados. Los automotores implicados en estos siniestros según el estudio tienen que tener extra precaución debido a que a mayor masa mayor letalidad. En el 2016 se realizó la investigación sobre mejorar la movilidad urbana en Loja “implementando el uso de las ciclo vías como parte de una política de movilidad sustentable” [6].

La investigación propuso que no existe espacio físico adecuado y seguro para ciclistas que deseen realizar este deporte en la vía pública, ya que la estructura vial de la misma era antigua y no adecuada para ser una vía compartida por falta de un carril de ciclo vía con el distanciamiento adecuado.

El presente artículo requirió una investigación de campo en la cual se empleó un instrumento de medición que calculó la velocidad del viento al momento del vacío que deja el paso de un vehículo, mismo que genera un fenómeno en los ciclistas, estos datos se plasmaron en un software el cual ayudo a comparar las variables existentes en las ciclo vías inter conectado paso de vehículos pesados y livianos, con la obtención de datos se comparara con datos existentes los cuales son regidos por la ley actual orgánica de tránsito.

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. Antecedentes.

En las civilizaciones de Egipto, China e India aparecen los modelos más antiguos de este tipo de vehículo: la bicicleta. Sin embargo, en las antiguas civilizaciones se lo conoce como celerífero, que era un aparato de dos ruedas de madera unidas por una barra o palo de un metro de largo, este se desplazaba por impulso de los pies en el suelo.

Al paso del tiempo la popularidad de la bicicleta fue creciendo en un punto en que fue el medio de transporte más usado inclusive daba paso ya a competencias de ciclismo. La primera carrera en carretera fue en 1870 en Italia, fue una ruta trazada desde Florencia a Pistoia, con un recorrido de 33 km, donde ganó el estadounidense Rynner van Neste. Al paso del tiempo surgieron diferentes disciplinas en la cual se usa este vehículo, como por ejemplo el primer Campeonato del Mundo en pista cubierta tuvo lugar en Aylestone Roads (Leicester, Gran Bretaña) en 1883, el ganador fue el francés Frédéric de Civry. [6].



Figura 1. Evolución de las bicicletas.

Fuente [7]

2.2. Ciclo vías en el sector urbano.

Las ciclo vías en el sector urbano están clasificadas en dos tipos, por su ubicación y por su utilidad [8]. La primera es la ciclo vía segregada, estas son aquellas que se encuentran apartadas del tránsito de vehículos motorizados. Generalmente su diseño no está asociado a la distribución del flujo vehicular, esto quiere decir, que pueden ser bidireccionales lo cual permite al usuario ir en cualquier dirección de la vía, en caso de que si cambie la señalización su dirección concebida será dentro del lado derecho de la vía, por ejemplo la ciclo vía del parque Bicentenario. La segunda es el carril

bicicleta, este suele ser parte de la calzada, tiene circulación preferencial o exclusiva para el uso de bicicletas. Se encuentra separada del tráfico vehicular mediante señaléticas o por líneas de canalización tiene una línea amarilla junto a la acera que delimita el carril exclusivo de bicis e indica la prohibición de estacionamiento en este espacio para vehículos o motorizados [9], una de estas es el carril bicicleta ubicado en la avenida Ilalo.

También están las vías compartidas, estas se identifican por no estar separadas de los vehículos, es decir, bicicletas, motos, autos circulan por el mismo espacio. Estas vías integradas suelen tener señalizaciones específicas de tránsito para que la convivencia entre vehículos, que comparten este espacio, tenga un plan establecido y regulado. La idea es no exceder los 30 km/h para evitar accidentes. [10]

2.2.1 Ciclo vías en carreteras.

Las ciclo vías en carreteras están divididas en vías llamada carril bicicleta que poseen resguardos, es un espacio exclusivo para bicicletas, tiene elementos laterales que la separan del resto de la calzada, estos elementos por lo general son barras de confinamiento, tachas luminosas, conos o trapecoides. Ciclo vía en espaldón es un espacio exclusivo de bicicletas adaptado a las carreteras y vías que cuentan con espaldón, acompañado de laterales para brindar una mejor seguridad al ciclista. La excepción de esta ciclo vía se da en autopistas. [10]

Tabla 1. Tipos de ciclo vías

Tipos de ciclo vía en Sector Urbano		Descripción
ciclo vía segregada	vía	Son aquellas que se encuentran separadas del tránsito general.

carril bicicleta	Este tipo de ciclo vía en ocasiones se encuentra dentro calzada, el ciclista tiene una circulación preferencial.
vías compartidas	Son las vías en la cual circulan vehículos automotores y bicicletas.

Tipos de ciclo vía Carretera

Carril bicicleta con resguardos	Es un espacio exclusivo para usuarios con bicicletas, tiene elementos laterales que la separan del resto de vehículos que estén en la calzada
Ciclo vía en espaldón	Es una ciclo vía adaptada a las carreteras y vías que cuentan con espaldón, para mayor seguridad del usuario

Fuente: [8]

2.3 Normativas de construcción para ciclo vías.

De acuerdo al Manual de Diseño para Infraestructura de Ciclo vías existen requisitos que se toman en cuenta al momento de su diseño. En primer lugar, se evalúa las dimensiones promedio de una bicicleta tomando en cuenta los diferentes modelos y tamaños, así como el espacio que ejerce el pedaleo. En la siguiente tabla se aprecia los distintos modelos y sus dimensiones de bicicletas más usados. [11]

Tabla 2. Características de la bicicleta

Tipos de bicicletas	Longitud (cm)	Altura (cm)	Ancho de manubrio (cm)	Tamaño de la rueda incluido el neumático (cm)	Grosor del neumático (cm)
Bicicletas de turismo para adultos	180-195	100-120	50-60	66-72	3.7-4

Bicicletas de carreras para adultos	170-190	100-120	45-60	66-72	2.5-3
Bicicletas de montaña	170-190	95-110	60-65	66-72	4.0-5.0
Bicicleta de niños	150-170	80-100	50-55	51-62	3.6-3.8
Bicicleta reclinada	170-220	40-60	60-70	-	-

Fuente: [7] MDTB

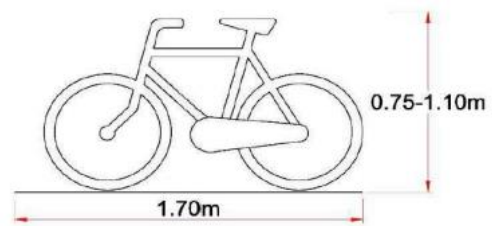


Figura 2. Tamaño promedio de bicicletas
Fuente: [7]

También se considera las dimensiones de su usuario, su movimiento, así como su rango de operación y espacio para maniobras.

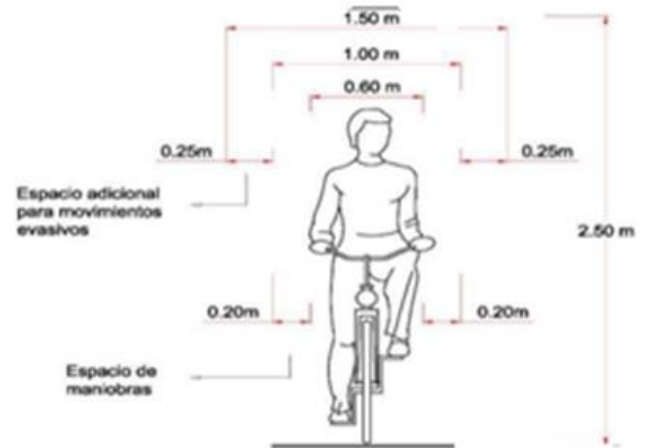


Ilustración 3. Dimensiones de usuarios
Fuente: [12]

De acuerdo al manual de diseño se toma primero estas dimensiones. [12] El siguiente parámetro para el diseño de las ciclo vías es el ancho de la vía. Para las calles urbanas el ancho mínimo de la calzada deberá ser de 8,5 metros y las aceras de 3 metros para la construcción carril bicicleta con lo cual este carril posee un mínimo de 1.50 metros de ancho, el ancho de la vía

tendrá la medida de acuerdo al volumen diario y flujo de bicicletas que van a circular por la vía.

Tabla 3. Volumen de bicicletas

Fuente: [7] MDTB

Volumen (bicicletas por día)	Dirección del flujo	Tipo de separador	No efectivo
Hasta 1500	Unidireccional	Poste	1.50
Mayor a 1500	Bidireccional	Pintura	2.50
	Unidireccional	Poste	2.25
	Bidireccional	Pintura	3.00

2.4 Causa de accidentes a los ciclistas

Una de las principales causas de accidentes en las ciclo vías es el exceso de velocidad al transitar en las intersecciones. Según la CROW el rango que está permitido para circular en las intersecciones son representados por VM (Vertical Meters) es el siguiente:

Tabla 4. Tipos de Cruces

Cruce Razonable	Cruce Moderado	Cruce muy malo
800	1600	2100
1500	2000	Mayor de 2100

Fuente: [10]

2.4.1 Efectos Físicos.

En las ciclo vías existen varios efectos físicos que se experimentan como la velocidad, visibilidad de los ciclistas con los vehículos y la distancia entre un vehículo y las bicicletas. [13]

La velocidad de un ciclista se la expresa de acuerdo a la variación de pendientes según su ruta en el grafico se ve que una pendiente de 5%-6% de inclinación se logra una velocidad de 35 km dependiendo a la longitud de la pendiente [14].

2.5 Efecto de las magnitudes del aire en los ciclistas.

Una de las mayores magnitudes que da un efecto de oposición a los ciclistas es la aerodinámica, la cual genera hasta un 80% de fuerzas de resistencia hacia un ciclista y esta aumentaría de acuerdo a su velocidad. En general la fuerza total ejercida sería la suma vectorial de la fuerza de arrastre y fuerza de sustentación.

Fuerza de arrastre.- es la que se produce en la misma dirección de desplazamiento del ciclista y al mismo tiempo a su sentido contrario.

En esta situación, parte del flujo del aire se frena al momento de chocar con la sección transversal del ciclista perpendicular al flujo de aire y otra parte es incapaz de seguir el contorno del ciclista, produciéndose de esta manera dos vórtices de aire iguales detrás del ciclista que, según el teorema del momento cinético, se produce una fuerza de arrastre opuesta al desplazamiento.

En la ecuación 1 se demuestra aritméticamente las variables que intervienen para generar la fuerza de arrastre, un efecto físico que intervienen en los ciclistas. [13]

$$F = \frac{1}{2} C_d A_p V^2 \quad [\text{Ec } 1]$$

Donde:

F es la fuerza de arrastre

C_d El coeficiente de rozamiento

A_p La densidad del Aire

V la velocidad del viento

Fuerza de sustentación.- es la fuerza que actúa perpendicular a la dirección de desplazamiento como el caso de existencia de vientos laterales.

En la ecuación dos la fuerza de sustentación está representada por las magnitudes de la velocidad del ciclista, la densidad del aire, la superficie y el coeficiente aerodinámico. [12]

$$L = \frac{\rho V^2 S C_f \cos \alpha}{2} \quad [\text{Ec } 2]$$

Donde:

L: Sustentación

p: Densidad del Aire

V: velocidad

S: Superficie alar

C_f : Coeficiente aerodinámico

$\cos \alpha$: Coseno del ángulo de ataque

2.6 Efecto Venturi

El efecto Venturi ocurre cuando un fluido disminuye su presión al aumento de su velocidad, este efecto se puede calcular gracias a la ecuación de la continuidad y el principio de Bernoulli. La relación existente entre la diferencia de presión entre dos

puntos en los que se hallan medido la diferencia de las alturas de los dos tubos ubicados verticalmente, y además la relación existente entre las áreas nos ayuda a hallar la velocidad del fluido en la posición inferior del primer tubo vertical.[15]

3.- MATERIALES Y METODOS

3.1 METODO

3.1.2 Método investigativo deductivo

En el presente artículo se utilizó el método investigativo deductivo, debido a que con la tabulación de datos obtenidos y el uso de fórmulas matemáticas se obtiene el distanciamiento y velocidad adecuado que nos dicta la normativa internacional para el uso seguro de las ciclo vías, y las fuerzas ejercidas sobre los ciclistas.

Se inició con la medición del viento en una ciclo vía urbana, donde circulan vehículos a velocidades mínimas y un flujo de tránsito pequeño, con la compilación de los resultados se comparó con la normativa internacional, consecutivo se realizó la misma medición pero, en vías de alta velocidad y con un mayor flujo de tránsito así como autos livianos y pesados.

Al terminar la recopilación de datos se expuso mediante tablas y cálculos las fuerzas ejercidas en los ciclistas al momento de transitar por su espacio vial y así concluyo la investigación sobre el distanciamiento y velocidad correcta del automotor en vías compartidas.

3.2 MATERIALES

3.2.1 Bicicleta

Se utilizó una bicicleta híbrida, la razón para esta bicicleta es que es la más utilizada por los usuarios ya que son la mezcla entre una bicicleta de ruta y una montañera, sus marcos son resistentes y se pueden tener varias posturas ya sean para relajar los músculos de los brazos, o tener una posición más aerodinámica.

A nivel general el cuadro (la estructura) de una bicicleta integra dos ruedas, que suelen tener el mismo tamaño y están ubicadas en línea; un asiento o sillín; un manubrio o

manillar para guiar la dirección; y un sistema de transmisión con pedales. [16]

3.2.2 Vehículos

Se definió dos tipos de vehículos, livianos y pesados.

Los vehículos para la prueba de campo fueron seleccionados debido a la fluencia que tienen en las vías compartidas, mismos que tienen diferentes peso y dimensiones lo que genera diferentes escenarios y resultados en la simulación y apreciar la fuerza que afecta al ciclista al momento de circular en estas vías.

Con estos resultados se obtuvieron mejores resultados de la simulación.

Tabla 5. Vehiculos

Tipos de vehículos	Definición	Marca de vehículos a utilizar
Liviano	Se consideran a los tipos de automóviles, compacto y SUV de tres o cuatro puertas	Citroën Ax 1994: Vehículo compacto Chevrolet Optra: Automóvil
Pesado	Camionetas: Son todos los tipos camionetas Vehículos generalmente empleados para el transporte pesado	Ford F-150: Camioneta de mayor peso

3.3 Equipo de Comprobación

Anemómetro

Instrumento utilizado para medir la velocidad del viento (fuerza del viento). Calibrado bajo la norma termométrica el cual mide la temperatura y el aire para obtener una medida más exacta y completa que sirve para determinar la fuerza y velocidad del viento, su función: el número de vueltas puede ser leído directamente en un contador electrónico digital y su resultado es mostrado en un visor.

Su medición se da entre parámetros de las condiciones del aire o de la atmósfera

El anemómetro utilizado explicó la diferencia de vientos a medir de acuerdo a su velocidad se les dará una calificación estimada a los datos medidos [17].

El anemómetro dio mediciones de la velocidad en metros sobre segundos y en nudos, con la tabla comparativa nos explica la clasificación del viento de acuerdo su velocidad.

Tabla 6. Tipos de viento
Velocidad de viento a 10m de altura

m/s	Nudos	Clasificación del viento
0,0-0,9	0,0-0,9	Calma
0,4-1,8	0,9-3,5	
1,8-3,6	3,5-7,0	Ligero
3,6-5,8	7-11	
5,8-8,5	11-17	Moderado
8,5-11	17-22	Fresco
11-14	22-28	Fuerte
14-17	28-34	

Fuente:[20]

3.4 Lugar de pruebas

El lugar en el que se realizó las pruebas es el área urbana del distrito metropolitano de Quito, además en la vía perimetral o autopista Simón Bolívar, lugares donde circulan vehículos pesados a alta velocidad.

3.4.1 Ciclo vía en carreteras

El lugar en el que se realizó la prueba en carreteras fue la autopista Simón Bolívar, misma que recolectó las características necesarias para la obtención de datos, la autopista posee una vía compartida de bicicletas y es concurrida por diferentes vehículos ya sean pesados y livianos que circulan a alta velocidad.

Según la Normativa internacional que rige para la construcción de ciclo vías en vías de alta velocidad se debe tener un espacio máximo de 1,5 metros de distancia entre vehículos y bicicletas con una pendiente no mayor de 4%, comparando esta normativa en relación a la ciclo vía estudiada para comprobar si posee estos parámetros y medir las fuerza de viento que afecta al usuario



Mapa 4: Ciclo vía Av. Simón Bolívar

3.4.2 Ciclo vía en el distrito metropolitano de Quito.

La locación elegida fue la nueva ciclo vía de la avenida Ilaló, esta tiene dos carriles compartidos, la avenida es una vía transitada por varios vehículos con una velocidad limitada.

Según la normativa internacional, esta vía bidireccional debe tener un espacio de 2 metros 50 de ancho para la ciclo vía, además debe contar una división que separe a los vehículos que transitan, comparando estos parámetros internacionales con la ciclo vía que se construyó bajo los parámetros de la ANT.



Mapa 5: Ciclo vía Av. Ilalo

3.4.3. Ciclo vía segregada

Vía de Av. Amazonas apartada del tránsito general.

En esta vía pueden existir ya pendientes mayores al 4% ya que esta es segregada de acuerdo al Manual internacional.



Mapa 6: Ciclo vía Av. Amazonas

3.5 Normativa de Movilidad.

Esta investigación se estableció en la normativa de la ciudad de Madrid debido a que constituye la mayoría de normas de construcción y leyes de ciclo vías a nivel mundial, basándose en esta normativa se comparó con la normativa usada en la ciudad de Quito la cual posee la mayoría de similitudes, con esta normativa se pudo obtener datos sobre el distanciamiento y las fuerzas que afecta al usuario en las diferentes ciclo vías ya mencionadas.

El distanciamiento lateral que se debe dejar un conductor con respecto al ciclista, o los ciclistas, que comparte la vía, debe ser de un mínimo 1,5 metros.

Perfil longitudinal de la vía no excederá una pendiente de 4% de ser así la vía tendrá que ser segregada

Velocidad de diseño nos indica que las bicicletas no deben pasar los 30 km/h en ciclo rutas de carretera y 20 km/h en rutas rurales.

3.6.- Software de simulación de fuerzas Solid Works.

El software para la simulación de fluidos que se utilizó para esta investigación fue Solid Works 2018 mediante el cual al diseñar la bicicleta y al ciclista en este software se introdujo la simulación de fluidos, en este caso el fluido de aire, al momento de ingresar los datos de la prueba de campo el software nos arroja el resultado de fuerzas totales, presión en diferentes partes del cuerpo y la velocidad del viento que influyen al ciclista.

3.7.- Cargas de velocidad del viento en los ciclistas.

Para la simulación se enfocó en la fuerza de arrastre, la cual interviene los factores de

velocidad del viento, rozamiento y está en la misma dirección del desplazamiento al ciclista.

3.8.- Restricciones para ciclistas en la vía.

En la normativa internacional existe la restricción del uso de ciclo vías en vías que ya no poseen el espacio permitido para ser una vía compartida, la cual sería la mínima de 1,5 metros de espacio al ancho de la vía.

4.- RESULTADOS

4.1.- Procedimiento.

Ya realizado el análisis en el campo, se obtuvo la medición de velocidad del aire el cual interviene en el ciclista que se encuentra en la ciclo vía compartida, para esta prueba de campo se tomó la velocidad del aire de diferentes vehículos, un vehículo liviano, una camioneta, un bus y una volqueta los cuales poseen diferente peso y dimensiones.

Los datos del ciclista y de su dimensiones que se usó para esta prueba son datos constantes y las variables que se tomara son los vehículos, su velocidad y el distanciamiento entre el usuario de la ciclo vía y el conductor, como se observa en la tabla 8.

Se realizó la toma de datos en dos escenarios utilizando los diferentes vehículos, con el objetivo de realizar diferentes simulaciones las cuales nos dará más información acerca la importancia del distanciamiento.

Se obtendrá las diferentes fuerzas que actúan en el ciclista dependiente de las dimensiones del vehículo y su velocidad, en estos dos escenarios se le da un enfoque especial al distanciamiento menor y velocidades altas.

Prueba 1: La siguiente prueba fue en una velocidad de 90 y 130 km/h con un distanciamiento según la normativa en la autopista Simón Bolívar.

Prueba 2: Última prueba a una velocidad de 130 km/h a un distanciamiento de 50 cm en la autopista Simón Bolívar.

Continúa con el ingreso de las variables cuantitativas al programa para realizar una simulación de fluidos en donde se observa las presiones y lugares donde golpea la velocidad del viento al ciclista.

El programa de Solid Works facilito a calcular la fuerza que interviene en el ciclista de acuerdo al tipo de vehículo, distanciamiento y su velocidad.

4.1.2.- Datos de Entrada distanciamiento de 1,5 metros a velocidades de 90 km

Tabla 7. Magnitudes

	Automóvil	Camioneta	Bus	Volqueta
Peso	1660 kg	2276 kg	12000 kg	16500kg
Altura	1,45 m	1,9 m	3,8 m	3,4m
Velocidad vehículo	90 km/h	90 km/h	90 km/h	90 km/h
Peso Ciclistas	75 kg	75 kg	75 kg	75 kg
Coefficiente de rozamiento	0.6 μ	0.6 μ	0.6 μ	0.6 μ
Densidad de Aire a temperatura de 20.5 °C	1,20 kg/m^3	1,20 kg/m^3	1,20 kg/m^3	1,20 kg/m^3
Velocidad del viento	4,2 m/s	4,5 m/s	4,8 m/s	4,5 m/s
Distanciamiento	1,5 m	1,5 m	1,5 m	1,5 m

4.1.3.- Datos de Entrada de 1,5 metros a velocidades de 130 km.

Como se aprecia en la tabla 9 las magnitudes utilizadas para la simulación en las cuales la variación será la velocidad del viento, ya que es calculado a una velocidad mayor de lo que nos indica la normativa.

Tabla 8. Magnitudes Velocidad 130km/h

	Automóvil	Camioneta	Bus	Volqueta
Peso	1660 kg	2276 kg	12000 kg	16500kg
Altura	1,45 m	1,9 m	3,8 m	3,4m
Velocidad vehículo	130 km/h	130 km/h	130 km/h	130 km/h
Peso Ciclistas	75 kg	75 kg	75 kg	75 kg
Densidad de Aire a temperatura de 20.5 °C	1,20 kg/m^3	1,20 kg/m^3	1,20 kg/m^3	1,20 kg/m^3
Velocidad del viento	6,4 m/s	5 m/s	8,4 m/s	8 m/s
Distanciamiento	1,5 m	1,5 m	1,5 m	1,5 m

4.2.1.- Resultados.

Al realizar las diferentes simulaciones en el programa se observa la velocidad del viento, la presión y la fuerza que interactúa en las diferentes partes del ciclista en relación a la velocidad y distanciamiento de acuerdo a nuestra prueba de campo.

4.2.2.- Prueba con distanciamiento de 1,5 m y velocidad máxima a 90 km/h

De acuerdo a la prueba de campo la velocidad del viento máximo que se obtiene es de 4,5 m/s, ingresando este dato en la simulación como se ve en la imagen 7.

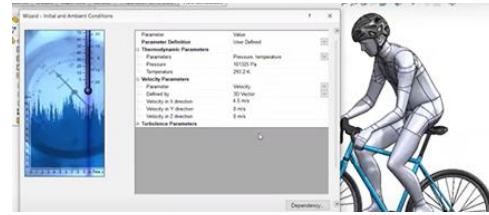


Ilustración 7: Datos de Simulación

Fuente: [20]

Con la ayuda del software se da cuenta en que parte de la anatomía del ciclista golpea el viento y con qué velocidad según la imagen 8 se observa que el lugar donde la velocidad golpearía con una velocidad de 4,22 al ciclista sería en la pelvis y la cabeza.



Ilustración 8: Velocidad de Viento y el ciclista

Fuente: [20]

A continuación el programa nos ayuda también a calcular presión que ejerce en estas áreas afectadas por la velocidad del viento generado por el vehículo, imagen.

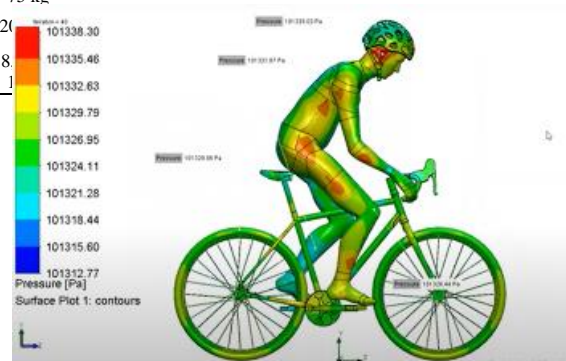


Ilustración 9: Presiones

Fuente: [20]

Para terminar se ve que la fuerza total que afectan al ciclista en una vía compartida de acuerdo a la normativa internacional.

4.2.3.- Cuadro de resultados según normativa internacional.

Tabla 9. Resultados

Fuente: [20]

	Fuerza	Presión	Velocidad de viento	Fuerza total
Cabeza	0,2879 N	10101325,46 Pas	4,12 m/s	7,73 N
Pelvis	0,4043 N	10101221,96 Pas	2,44 m/s	
Pecho	0,4930 N	10101321,96 Pas	2,004	

En la tabla 9 se constata que al tener un distanciamiento adecuado y un límite de velocidad de máximo 90 km/h el usuario de la ciclo vía correría un riesgo mínimo de un accidente grave o de tener una caída por las presiones y fuerzas expuestas al ciclista, dando así como resultado que la normativa es la correcta.

4.3.- Prueba con distanciamiento de 0,5 y 1,5 m y velocidad máxima a 130 km/h

De acuerdo a esta prueba de campo el anemómetro nos registra diferentes velocidades de viento dependiendo a la masa del vehículo, esta prueba se la realizo con varias simulaciones con variables en las características del vehículo y distanciamiento.

4.3.1.- Simulación 1.- Automóvil

La velocidad del viento que vamos a usar en la simulación es de 6,4 m/s obtenidos en la prueba de campo.

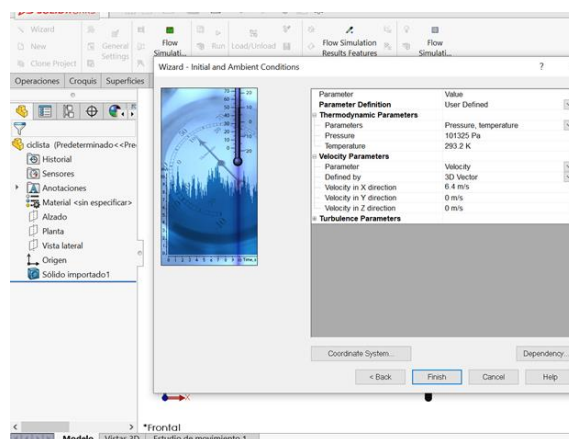


Ilustración 10: Datos de Ingreso

Fuente: [20]

En la simulación se aprecia donde golpea el viento al ciclista con las distancias de 0,5 y 1,5 metros.

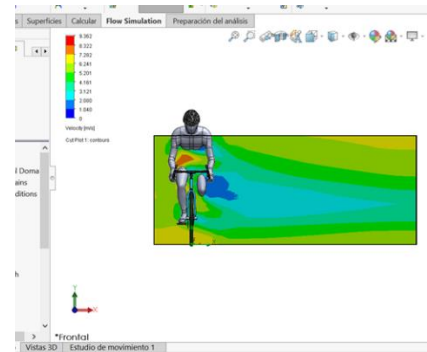


Ilustración 11: Distanciamiento y altura de fuerzas 0,5

Fuente: [20]

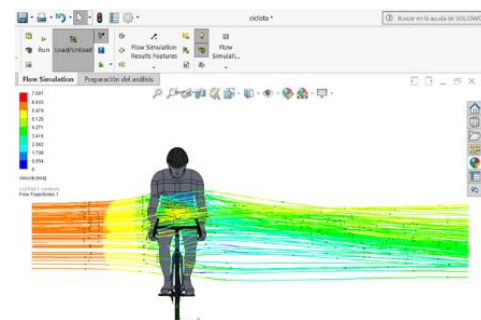


Ilustración 12: Velocidad del viento 1,5

Fuente: [20]

Se obtuvo al igual que la otra simulación la presión que se ejerce al ciclista entre la distancia de 0,5 y 1,5 metros

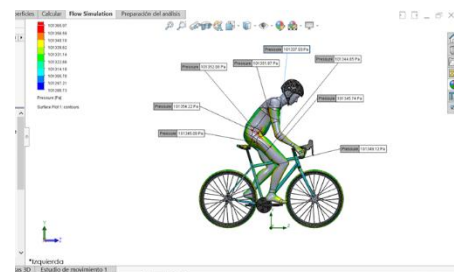


Ilustración 13: Presiones en ciclistas

Fuente: [20]

Fuerza que influye al ciclista con distanciamiento de 0,5 metros.

Tabla 10. Resultados

Fuente: [20]

	Fuerza	Presión	Velocidad de viento	Fuerza total
Cabeza	0,2879 N	101325,46 Pas	4,12 m/s	7,73 N
Pelvis	0,4043 N	101221,96 Pas	2,44 m/s	
Pecho	0,4930 N	101321,96 Pas	2,004 m/s	

De acuerdo a la tabla 10 los resultados de la simulación nos indica que al circular en una velocidad excesiva en una ciclo vía con un distanciamiento de 1,5 metros las fuerzas son un poco mayores pero sin una resultante

que podría influenciar al ciclista para perder su equilibrio, se constata que en las partes que existirá mayor presión es en la pelvis, cabeza y pecho.

Tabla 11. Resultados

	Fuerza	Presión	Velocidad de viento	Fuerza total
Brazos	1,9800 N	101355,93 Pas	5,12 m/s	14,61 N
Pelvis	0,7681 N	101339,10 Pas	4,27 m/s	
Pecho	0,5166 N	101332,52 Pas	3,41 m/s	

Fuente: [20]

Para la simulación con menor distancia de acuerdo a la tabla 11 se ve un cambio significativo ya que la velocidad del viento y fuerzas son más cercanas al ciclistas y doblan la fuerza y presión en la anatomía del ciclista, la magnitud de estas fuerzas que experimentar el ciclistas serán de un malestar pero no sería una magnitud muy fuerte como para perder el equilibrio.

4.3.2.- Simulación 2.- Camioneta

Velocidad obtenida en la prueba de campo es de 5 m/s.

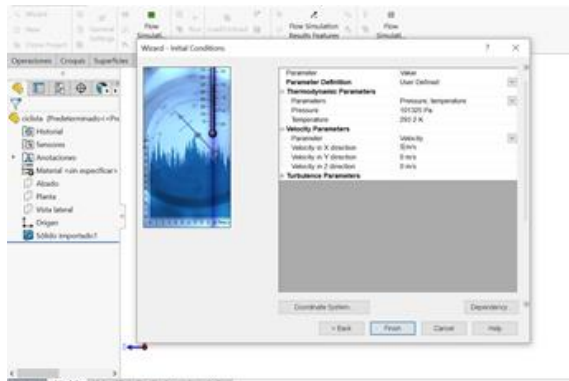


Ilustración 14: Datos de Simulación

Fuente: [20]

Velocidad del viento en las distancias de 0,5 metros y 1,5 metros.



Ilustración 15: Velocidad de vientos

Fuente: [20]

Presiones que ejercen en el ciclista

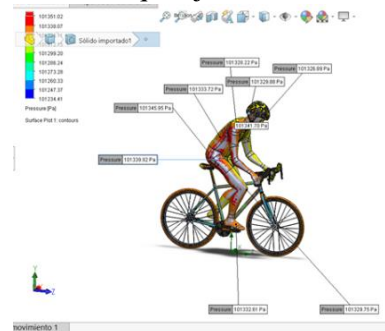


Ilustración 16: Presiones

Fuente:[20]

Cuadro de análisis de fuerzas que afectan al ciclista a distancia de 1,5 metros

Tabla 12. Resultados Camioneta

	Fuerza	Presión	Velocidad de viento	Fuerza total
Cabeza	0,4538 N	101334,83Pas	4,83 m/s	9,45 N
Pelvis	0,4336 N	101332,83Pas	4,14 m/s	
Pecho	1,0412 N	101331,43Pas	3,45 m/s	

Para esta simulación con un vehículo de mayor altura y peso como es una camioneta, se nota una fuerza mayor pero en velocidades y presiones similares a lo que se realizo con un vehículo sedan, se obtuvo un mayor efecto en la cabeza del ciclista, ya que la altura del vehículo es mayor.

Cuadro de análisis a distancia de 0,5 metros.

Tabla 13. Resultados 0.5 metros camioneta

	Fuerza	Presión	Velocidad de viento	Fuerza total
Cabeza	0,6033 N	101329,88 Pas	6,030 m/s	14,68 N
Pelvis	1,7734 N	101345,93 Pas	6,030 m/s	
Pecho	1,3733 N	101333,72 Pas	5,1 m/s	

Las fuerzas finales de la simulación de la camioneta con exceso de velocidad y menor distanciamiento nos deja un resultado un contundente mayor velocidad del viento al ciclista el cual recibió mayor malestar en la cabeza y pecho de su anatomía, lo que significa que sería una magnitud mayor a la del sedán ocasionando un malestar mayor al ciclista.

4.3.3.- Simulación Vehículos pesados.- Autobús y volqueta.

Velocidad para la simulación utilizada es de 8,4 m/s

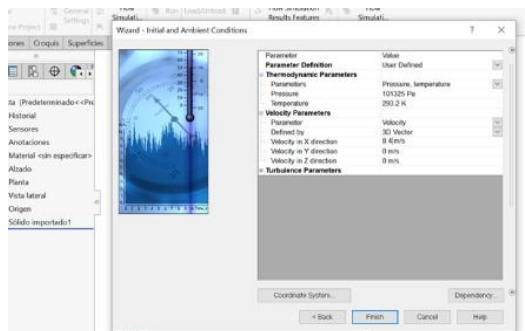


Ilustración 17: Datos de ingreso
Fuente: [20]

Velocidad del viento en los escenarios de 0,5 metros y 1,5 metros de distanciamiento

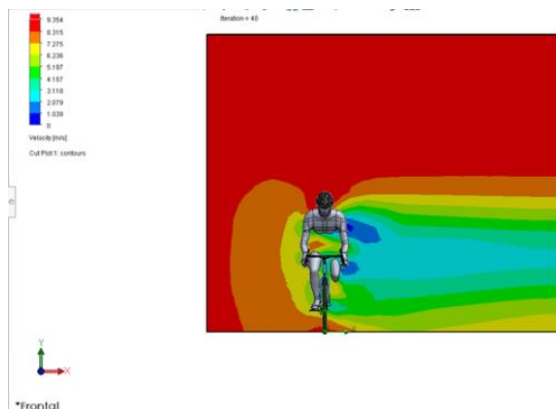


Ilustración 18: Simulación
Fuente: [20]

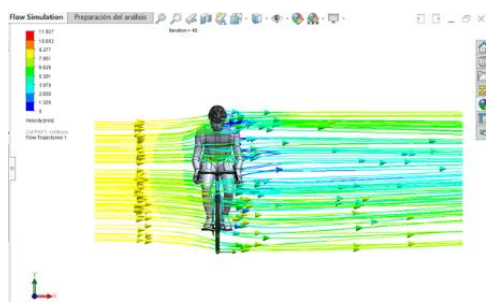


Ilustración 19: Viento vs. Ciclista
Fuente:[20]

Presiones ejercidas en el cuerpo del ciclista

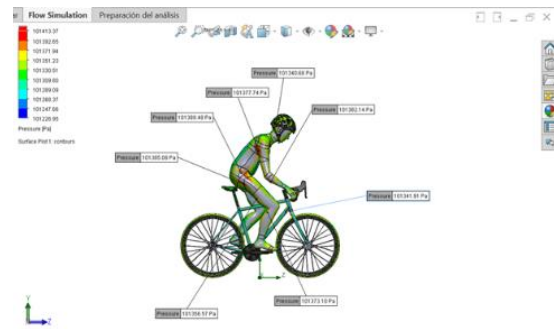


Ilustración 20: Muestra de Presion
Fuente: [20]

Cuadro de análisis 1,5 metros de distancia.

Tabla 14. Resultados Vehículo Pesado

	Fuerza	Presión	Velocidad de viento	Fuerza total
Cabeza	1,1433 N	101341,66 Pas	8,3 m/s	26,35 N
Pelvis	2,6381N	101319,19 Pas	7,27 m/s	
Pecho	1,6639N	101355,55 Pas	6,23 m/s	

En este resultado se concluye una fuerza mayor la cual afecta al ciclista y genera una molestia superior en las áreas de la cabeza y pecho, con lo cual se verifica que en alta velocidad un vehículo pesado generaría una caída pese al distanciamiento adecuado si este se encuentra en exceso de velocidad, las magnitudes expuestas pueden asustar a un ciclista con poca experiencia ya que la velocidad del viento molestará por su presión ejercida.

Cuadro de análisis 0,5 metros de distancia

Tabla 15. Resultados Vehículos Pesados

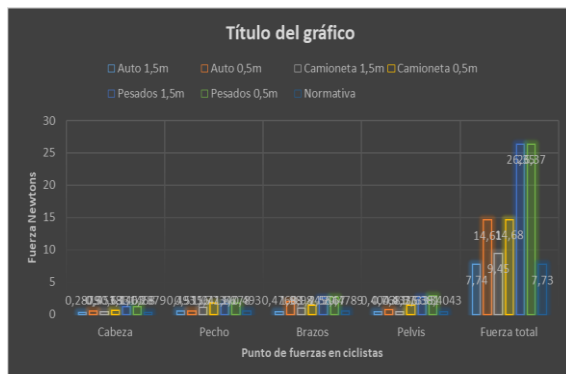
	Fuerza	Presión	Velocidad de viento	Fuerza total
Cabeza	2,14 N	101340,68 Pas	9,54 m/s	43,09 N
Pelvis	1,91 N	101389,40 Pas	8,18 m/s	
Pecho	4,25 N	101377,74 Pas	9,54 m/s	

Para la última simulación, se manipuló el distanciamiento permitido y se lo mantuvo en 0,5 metros de distancia con un exceso de velocidad en vehículos pesados como lo son buses y volquetas los cuales también circulan en esta vía compartida a diferencia

del anterior simulación en la cual existía el distanciamiento ideal pero igual exceso de velocidad se observa en la tabla que la fuerza total se multiplica así como la velocidad del viento en diferentes partes del cuerpo, las cuales son mayores o inclusive iguales a la de la estela de velocidad que deja el paso del vehículo.

En esta simulación se demuestra la importancia del distanciamiento más que del exceso de velocidad, en caso de un ciclista inexperto las presiones y la velocidad ocasionaría una caída por una pérdida de control por la afectación a la cabeza que es donde la velocidad es la mayor.

4.4.- Grafico comparativo de Fuerza/Distancia cono velocidad 130km/h



5.- DISCUSION

Después de revisar los diferentes resultados dados por la simulación se concluye que las diferentes fuerzas que interactúan en el ciclista la velocidad del viento y el distanciamiento juega un rol importante para poder calcular estas fuerzas.

Para la primera simulación se optó realizar solo la velocidad de 90 km/h ya que las representación de las fuerza en velocidades menores son muy pequeñas, así se confirma que el distanciamiento y velocidad para vías compartidas de acuerdo a la normativa internacional es correcta ya que no es una magnitud alta como para observar algún cambio brusco en el usuario.

Dicho eso se le dio un enfoque más especial a las simulaciones en las cuales se priorizó la variación del exceso de velocidad y el distanciamiento menor de acuerdo al manual de construcción, en las diferentes tablas

expuestas se realiza las partes del físico de los ciclistas donde golpeará la velocidad del viento dejada por el paso del vehículo y calcular la fuerza de la presión que afecta al usuario de la ciclo vías, la fuerza y la velocidad del viento que gracias a la simulación notamos en que velocidad final alteraría al ciclista.

Como se sabe una atm de presión es equivalente a 101325 pascales, comparando con los datos generados con la simulación no existe una mayor diferencia como para poder influir una fuerza negativa en el ciclista inclusive a un distanciamiento mínimo de 0,50 metros, por el lado de la fuerza que total que genera el paso del vehículo pesado genera una fuerza que desestabilizará al ciclista, pero no lo suficientemente para realizar una caída grave.

Para concluir se pudo notar que la velocidad y el distanciamiento son factores importantes para la construcción de una ciclo vía, pero no es un factor determinante para ocasionar graves accidentes en este escenario, siendo un ciclista de dimensiones promedio, gracias a la simulación se puede también concluir que el equipo de protección del ciclista protege al usuario de las ciclo vías en los lugares que más golpea la velocidad del viento, la presión y fuerza que genera el paso de un vehículo.

5.1.- Conclusiones

- El distanciamiento que proponen las normativas internacionales son las correctas, ya que si se lleva esta normativa las magnitudes y fuerzas ejercidas al ciclista sin mínimas, siempre que se respete la velocidad permitida.
- Las leyes actuales y normas de seguridad son las correctas en vías que son compartidas, por otro lado si ciclistas circulan en vías que no tiene su carril o separación son riesgos para los ciclistas.
- Gracias a las simulaciones el distanciamiento mínimo y exceso de velocidad son sumamente importantes, ya que las magnitudes

y diferentes presiones que ejercen al ciclista son considerables y más aun con el tamaño y volumen del vehículo más grande.

6.- BIBLIOGRAFIA.

[1]

<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/>

[2] <https://rno-its.piarc.org/es/control-de-la-red-seguridad-vial/seguridad-de-los-usuarios-viales-vulnerables>

[3]

<https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/Decreto-Ejecutivo-No.-1196-de-11-06-2012-REGLAMENTO-A-LA-LEY-DE-TRANSPORTE-TERRESTRE-TRANSITO-Y-SEGURIDAD-VIA.pdf>

[4] [obraspublicas.gob.ec/ministerio-detransporte-y-obras-publicas/](https://www.obraspublicas.gob.ec/ministerio-detransporte-y-obras-publicas/).

[5] "Efecto de los factores dependientes del individuo, el vehículo y el medio ambiente sobre la morbimortalidad por lesiones de tráfico en ciclistas en España, 1993-2013".

[6] <https://www.zurichseguros.com.ec/-/media/project/zwp/ecuador/docs/risk-engineering/flotas/risk-insight---compartiendo-la-carretera-con-los-ciclistas.pdf>

(7) Manual de Diseño para el Tráfico de Bicicletas

(CROW, 2011) CROW es una plataforma holandesa de información y tecnología para la infraestructura, tráfico, transporte y el espacio público todo en base a las bicicletas.

[8] <https://labicikleta.com/8-accesorios-basicos-ciclismo-montana/>

[9]

<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/reglamentos/RTE-004-6.pdf> (3)

[10]

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4918/T_ICI_2102.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Artículo científico Diseño de ciclo vías para ciudades intermedias, una propuesta para Loja

[11]

<http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26554/2/TESIS%20SANTIAGO%20CARRASCO.pdf>

[12] Faria, I.E. &Cavanagh, P.R.(1978). The Physiology andBiomechanics of Cycling. New York: John Wiley and Sons.

[13] Gross, A.C.; Kyle, C.R. & Malewicki, D.J. (1984). Aerodinámica de los vehículos terrestres de propulsión humana. Investigación y ciencia, 89, 82-91

[14] Dill, D. Seed, J. & Marzulli, F. (1954). Energy expenditure in bicycle riding. Journal Applied Physiology. 7:320.

[15] Fauroux, L. E., Eterovic, J. E. y Degaetani, O. J. (2018). El efecto Venturi y su incidencia en el rendimiento de turbinas micro-hidráulicas. Revista Digital del Departamento deIngeniería e Investigaciones Tecnológicas, 3(1). <https://bit.ly/3nvxiWH>

<https://www.gestiopolis.com/metodos-y-tecnicas-de-investigacion/> (16)

<https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/clasificacion-mti-y-tablas.pdf> (17)

<https://www.revistaautocrash.com/conozca-la-clasificacion-los-vehiculos-pesados-pasajeros/> (18)

https://www.infoagro.com/instrumentos_medida/doc_anemometro_velocidad_viento.asp?k=80 (19)

<https://www.fotonecuador.com/wp-content/uploads/2018/12/AF-FICHA-AUMAN-VOLQUETA-14-m3-2018-1.pdf>

Repositorio.utc.edu.ec (20)

7.- ANEXOS

SEGURIDAD DE LOS USUARIOS VIALES VULNERABLES

La movilidad es parte de la vida diaria. Cualquier usuario de las carreteras, está en riesgo de lesión o muerte en caso de un accidente de tránsito. Algunas personas corren mayores riesgos que otras. A ellas se las conocen comúnmente como usuarios vulnerables de la carretera (VRU Vulnerable Road Users). El término ha sido definido de diferentes maneras:

- La Organización Mundial de la Salud en 2013 consideró que los VRU pueden ser "peatones, ciclistas y motociclistas"
- La Estrategia Nacional para la Seguridad en las Carreteras del Departamento de Transporte de Estados Unidos, tiene una definición más compleja: "usuarios de la carretera que están en mayor riesgo de sufrir lesiones graves o la muerte cuando están involucrados en una colisión, relacionados con vehículos de motor. Estos incluyen los peatones de todas las edades, tipos y capacidades, en particular peatones mayores y personas con discapacidad. Los VRU también incluyen los ciclistas y motociclistas. También se los considera dentro de este grupo a los conductores mayores"
- Las Directiva de [ITS](#) de la Unión Europea, se refiere a los mismos como "usuarios de la carretera no motorizados, como los peatones y los ciclistas, así como los moto ciclistas y las personas con discapacidad o movilidad y orientación reducida"

Los responsables de las políticas de transporte y las autoridades de tránsito, las cuales son responsables de las estrategias de seguridad vial, de las políticas a nivel nacional y local, deben ser los que provean una infraestructura vial segura, la cual integre la protección de los usuarios

vulnerables de la vía. La Tecnologías [ITS](#) pueden ayudar a través de:

- diseñar la ingeniería de la infraestructura vial, con el fin de reducir el riesgo de accidentes, como así también gestionar las exigentes contradicciones de los diferentes usuarios de la carretera, en lugares críticos y reducir el impacto de las incidencias
- desarrollar aplicaciones para crear conciencia de la existencia y necesidades de los usuarios vulnerables de la vía. Fomentar el comportamiento vial seguro, de todos los usuarios de la carretera y promover el uso de las instalaciones de seguridad vial específicas que se disponga

Los fabricantes de vehículos también están desarrollando sistemas de protección de vehículos, para los usuarios vulnerables (VRU). Estos están basados, básicamente de cámaras mirando hacia adelante montada en el vehículo. La función de éstas, se utiliza en conjunto a otras aplicaciones de seguridad de a bordo, tales como los radares y señales de advertencia de colisión.

RISK INSIGHT

Compartiendo la carretera con los ciclistas

En 2013, el 4% de los fallecidos en accidentes de tráfico y el 6,36% de los heridos graves en las carreteras españolas fueron ciclistas. Los accidentes de tráfico de los ciclistas son más frecuentes en los meses de verano, probablemente porque en nuestro país sigue asociándose la bicicleta, en buena medida, al ocio, y más gente la usa durante sus vacaciones. Los grupos de edad con mayor índice de ciclistas accidentados son hombres de 15 a 17 años y de 55 a 64 años. Este Risk Insight tiene como objetivo proporcionar ideas sobre lo que se puede hacer para ayudar a prevenir este tipo de accidentes. ¿Cuáles son los riesgos? El principal riesgo está asociado con vehículos de grandes dimensiones girando a la

izquierda, porque el conductor no suele ver al ciclista antes de hacer la maniobra, ya sea porque no lo ha detectado o porque el ciclista está en un ángulo muerto cercano al vehículo. Esta situación probablemente se produce porque el conductor ha adelantado al ciclista justo antes de girar a la izquierda, está reduciendo la velocidad y el ciclista está tratando de pasar por el lado del vehículo, o bien porque el conductor se ha detenido (especialmente en un semáforo) y el ciclista se ha situado junto al vehículo. Girar a la izquierda, pues, es una de las situaciones principales de riesgo, pero compartir la carretera con esos usuarios vulnerables que son los ciclistas lleva asociados otros riesgos que hay que conocer y prevenir:

Vehículos de grandes dimensiones que adelantan a ciclistas y, o bien no les dejan suficiente espacio o bien finalizan el adelantamiento demasiado pronto.

Los ciclistas suelen tener que evitar obstáculos como desagües o pavimento en mal estado, por lo que repentinamente abandonan el arcén, o circulan más cerca del centro de la calzada para evitar maniobras bruscas para evitar obstrucciones del arcén - esto es especialmente frecuente por la noche, cuando es más difícil para el ciclista detectar un obstáculo.

En bicicleta y cuesta arriba, los ciclistas tienen más probabilidades de “balanceo”, ya que su velocidad disminuye, por lo que se les debería dejar más espacio libre.

En condiciones de viento, los ciclistas pueden ser succionados por el paso de vehículos más grandes, o por ráfagas de viento al pasar entre edificios, árboles y setos.

Al pasar cerca de vehículos estacionados, los ciclistas suelen apartarse de ellos para evitar el riesgo de colisión al abrirse una puerta, por lo que se desplazan hacia el centro de la calzada más de lo previsto.

Cuando hay tráfico lento, los ciclistas pueden circular entre los vehículos.

En los redondeles, los ciclistas pueden circular por un carril diferente a otros vehículos, por lo que su posición puede no ser un buen indicador de la salida que tienen la intención de tomar. Además, necesitan más tiempo para acelerar hasta la rotonda, y por tanto requieren más espacio.

Aunque la mayoría de los ciclistas tienen buena iluminación delantera y trasera (cada vez es más común ver a ciclistas llevando reflectantes en el cuerpo o en el casco), algunos no llevan los dispositivos adecuados, por lo que puede ser difícil detectarlos cuando la luz disminuye.

En las zonas urbanas algunos ciclistas optan por cruzar cuando los semáforos están en rojo.

Muchos ciclistas señalizan sus intenciones, pero algunos no lo hacen (o lo hacen muy tarde).

Cuando las condiciones de la vía son resbaladizas (por ejemplo, en el clima frío o cuando hay hojas mojadas en la carretera), las posibilidades de que un ciclista se caiga de la bicicleta aumentan, por lo que debemos aumentar la distancia de seguridad. ¿Qué pueden hacer las empresas para reducir los riesgos? Desde gerencia, los principales aspectos que se deben tener en cuenta (asumiendo que el viaje es necesario) son: ¿Hemos evaluado los riesgos de nuestros viajes/rutas atendiendo al riesgo de colisión con ciclistas y según las horas de alto riesgo de día (especialmente durante la hora punta)? ¿Sería posible reprogramar cualquiera de estos viajes? ¿Hemos minimizado la presión de tiempos de entrega sobre el conductor, de modo que sean capaces de conducir de manera segura para lograr sus objetivos? Un ejemplo de este problema son los plazos de entrega poco realistas, lo que significa que el conductor tenga que asumir riesgos inaceptables para lograr sus objetivos.

El bienestar general de los empleados es un importante elemento de riesgo en cualquier programa efectivo de gestión de seguridad vial. Un conductor cansado tiene menos

capacidad de reacción frente a imprevistos, por lo que se debe implantar una sólida política de gestión de la fatiga y realizar auditorías para comprobar que está siendo seguida, así como garantizar que los conductores no conducen en estado de fatiga. Deben tomar un descanso de 15 minutos cada dos horas, o antes si es que comienzan a sentirse cansados (independientemente de todos los requisitos legales), y la duración total de la jornada de trabajo más cualquier desplazamiento no debe inducir a fatiga. Del mismo modo, se debe instaurar una política de prevención de consumo de drogas y alcohol (incluyendo medicamentos), y realizar las auditorías que garanticen su cumplimiento.

¿Las necesidades operativas del negocio van en contra de los requisitos de conducción segura? La mejor política de conducción segura del mundo no será eficaz si por requisitos operacionales el conductor no puede cumplirla. A menudo es más eficaz hacer un pequeño cambio en las prácticas operacionales que permitan a los empleados conducir con seguridad. Si esas prácticas las dictan los clientes, explíqueles los riesgos que se derivan de sus peticiones.

¿Nos hemos preguntado por la vulnerabilidad de otros usuarios de la carretera, como ciclistas, peatones (especialmente niños) y jinetes? Solo si los conductores son conscientes de riesgos específicos asociados con otros Conductores ¿Está el conductor plenamente concentrado durante todo el trayecto, sin ningún tipo de distracciones? ¿Se usan dispositivos de manos libres, sistemas de navegación por satélite etc.? Se debería implantar una política de control de distracciones (especialmente el uso de teléfonos móviles), con auditorías que aseguren su cumplimiento. Es importante que los conductores mantengan la concentración en condiciones de tráfico lento, especialmente cuando van a efectuar giros, ya que en ese momento es cuando existe un mayor riesgo de colisión con ciclistas. ¿Está el conductor sometido a fatiga? Es importante que los conductores descansen adecuadamente antes

de ponerse a conducir, y que se les permita detenerse cuando lo consideren oportuno. ¿Ha realizado el conductor algún examen de visión en los últimos dos años? En caso de que necesite gafas o lentes de contacto, ¿las lleva puestas durante la conducción? ¿Los conductores son conscientes de los riesgos? Si un conductor busca algo específico, como un ciclista situado junto al vehículo, es más probable que lo detecte, por lo que elevar la conciencia sobre el tema ayudará a asegurar que los conductores siempre estén pendientes de los ciclistas.

¿Los conductores señalizan de forma clara y con tiempo suficiente las maniobras? Es importante ofrecer al resto de usuarios de la carretera, y en este caso especialmente a ciclistas, las máximas advertencias de los cambios inminentes de dirección. Esto es necesario incluso en condiciones de tráfico lento o estacionamiento. También se debe recordar a los conductores que el mero hecho de señalar una maniobra no da, automáticamente, el derecho de llevarla a cabo. Deben cerciorarse de que la maniobra es segura (y legal) antes de realizarla. Vehículos ¿Está el vehículo en buen estado de mantenimiento, especialmente en lo que respecta a luces e indicadores? Si un indicador no funciona, un ciclista no sabrá hacia dónde girará el vehículo. Asegúrese de que las ventanillas de los vehículos y los retrovisores estén limpios, ya que esto facilitará que el conductor evite potenciales peligros. ¿Ha instalado espejos adicionales en su vehículo para reducir (no eliminar) los ángulos muertos? Considere la instalación de sensores de proximidad, que permiten al conductor detectar la presencia de ciclistas (o peatones). Considere la instalación de sistemas de aviso de giro, que incorporan una alerta verbal: “Advertencia, giro del vehículo a la izquierda”, con señales acústicas, similar a las alertas de marcha atrás instaladas en algunos vehículos. Cualquier característica de vehículos mejorados, como se indica arriba, debe ir acompañada de la formación adecuada para los conductores, que tanto tienen que saber cómo usarlas con eficacia, como conocer sus

limitaciones (por ejemplo, un ciclista con auriculares no oír una señal acústica), para no confiar en estos sistemas como una forma de mitigar el riesgo. Muchos de los temas abordados permitirán que los empleados sean conductores más seguros en todas las situaciones de conducción por carretera. Conducir es una actividad de alto riesgo que a menudo se pasa por alto, y para la mayoría empleados, sus posibilidades de sufrir lesiones o causar lesiones a un tercero es mayor mientras se conduce que durante cualquier otra actividad laboral. Un conductor seguro tratará de evitar colisiones, independientemente de quién tenga la culpa. Muchos ciclistas conducen de forma muy segura, pero como también hay quienes no lo hacen, si se siguen los consejos citados se podrá minimizar la posibilidad de que uno de sus conductores se vea involucrado en una colisión con un ciclista.

Propuesta de diseño geométrico de ciclo vía para la Av. Ramón Múgica y Av. Country.

1.3. Tipos de infraestructura ciclista

Se procederá a nombrar y describir los principales tipos de ciclo vía, cuya elección depende de los siguientes factores: la velocidad, el nivel de servicio de la vía, el tipo de zona a ubicar la ciclo vía, ya sea urbana, comercial o residencial.

1.4. Parámetros de diseño de la ciclo vía Dado que el diseño vial de una ciclo vía influye de manera directa en los usuarios, se deben considerar ciertos parámetros para garantizar un diseño inclusivo, adecuado y seguro. Estos parámetros deben definirse según la vulnerabilidad y la versatilidad del ciclista urbano y de la bicicleta, así como también el motivo del uso de esta última. Estos usuarios, es decir, los ciclistas urbanos, no deben considerarse como deportistas, puesto que el propósito del viaje y la velocidad con la que se viaja son completamente diferentes. Quienes utilizan este tipo de sistema buscan viajes seguros y de corta duración. El uso de la bicicleta con frecuencia propicia encuentros sociales y, por ende, viajes en grupo; por lo que es necesario establecer las normas de tránsito

adecuadas para este sistema de transporte. Como mínimo, la ciclo vía debe permitir la circulación de dos ciclistas en paralelo en el mismo sentido, garantizando sobrepasos seguros y una mejor respuesta ante el incremento del uso de la ciclo vía (Municipalidad de Lima, 2017). La bicicleta, al ser un vehículo liviano, versátil y que no demanda mucho espacio para la circulación, posee dimensiones y características variables. Las dimensiones de las bicicletas urbanas convencionales tienen en promedio medidas de 1.80 m de alto, 1.70 m de largo y 0.55 m de ancho (v. Figura 5); medidas utilizadas considerando las dimensiones del usuario y el espaciamiento entre ellos (Municipalidad de Lima, 2017).

1.4.1. Ancho mínimo El ancho mínimo libre para un carril de una ciclo vía es de 1.40 m; esta dimensión permite los movimientos necesarios para maniobrar y evitar obstáculos en la ciclo vía; sin embargo, el diseño de la ciclo vía debe facilitar la interacción entre los usuarios para maniobras de sobrepaso, por lo que se debe procurar un ancho mínimo de 1.60m para el carril unidireccional y un ancho mínimo de 2.60 m para un carril bidireccional (Murillo, 2019).

1.4.2. Velocidad y pendientes La velocidad de diseño en la ciclo vía se debe proyectar una vez determinado el ancho, la pendiente y las distancias de señalización. Esta velocidad de diseño posee un valor típico de 30 km/h para entornos urbanos y 40 km/h en entornos interurbanos, y no debe ser menor a 12 km/h en ningún caso (Murillo, 2019), sino la estabilidad de los usuarios se pierde (v. Tabla 1). Por otro lado, se pueden dar casos con pendiente de descenso, para los cuales se debe modificar la velocidad de diseño con el fin de brindar mayor seguridad.

Las pendientes mayores que 5% son muy poco deseables debido a que el ascenso es difícil para muchos ciclistas y los descensos causan exceso de velocidad. En algunas vías de uso común, donde el terreno lo necesite, el diseñador puede que tenga que superar el

grado de 5% recomendado (Murillo, 2019). Como guía general, AASHTO (1999) recomienda las siguientes restricciones de pendiente (v. Figura 7), así como las longitudes en las que se deben presentar dichas pendientes:

- 5-6% para un máximo de 240 m
- 7% para un máximo de 120 m. 22
- 8% para un máximo de 90 m.
- 9% para un máximo de 60 m.
- 10% hasta 30 m.

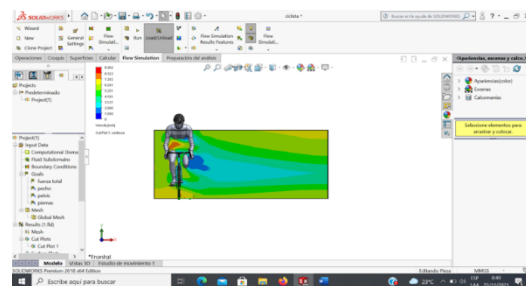
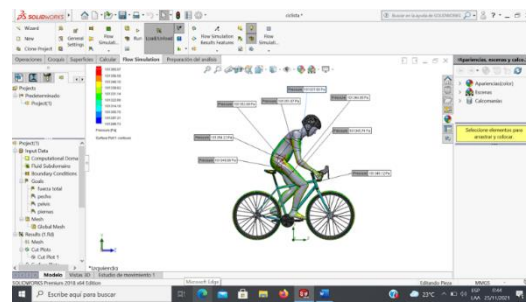
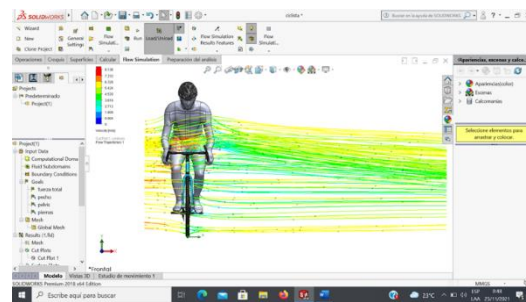
demás de que contribuye a la mejora de la seguridad en las carreteras y vías urbanas del Perú. 1.5.2. Manual de diseño para infraestructura de ciclovías Este documento fue desarrollado en el Marco del Plan Maestro de Ciclovías de Lima y Callao, impulsado por el Fondo Nacional del Ambiente – FONAM. Establece los aspectos técnicos que se deben considerar en el diseño geométrico de las ciclovías, tanto en planta, en perfil y en secciones, además de la señalización y semaforización. Se presentan también aspectos como los estacionamientos, iluminación, pavimentos, entre otros. 1.5.3. Manual de criterios de diseño de infraestructura ciclo-inclusiva y guía de circulación Es una recopilación de lineamientos y criterios de guías internacionales para ciclovías adaptados al contexto local, que tienen la finalidad de fortificar los conceptos técnicos que se manejan en el entorno vial. Además, cuenta con una guía de circulación para los usuarios de la bicicleta y demás actores de

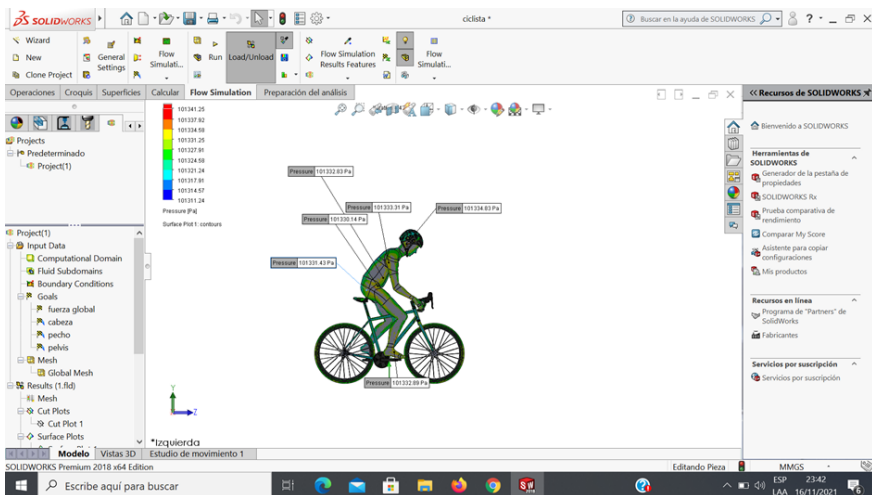
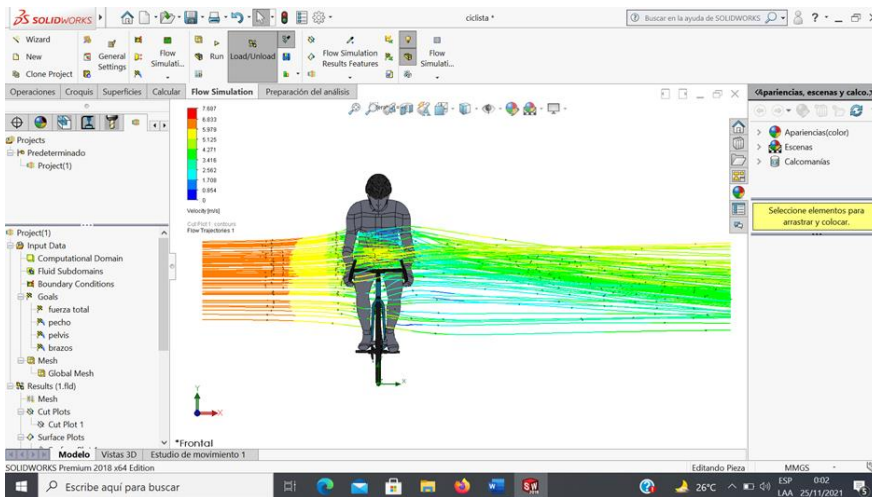
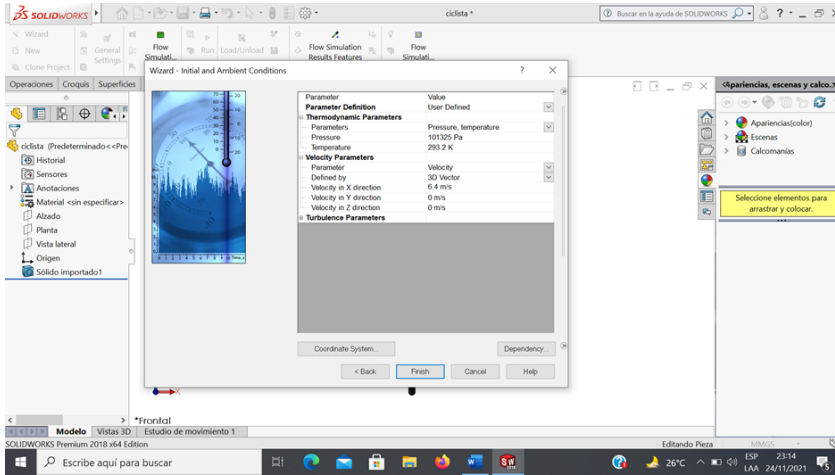
- 11% + de hasta 15 m

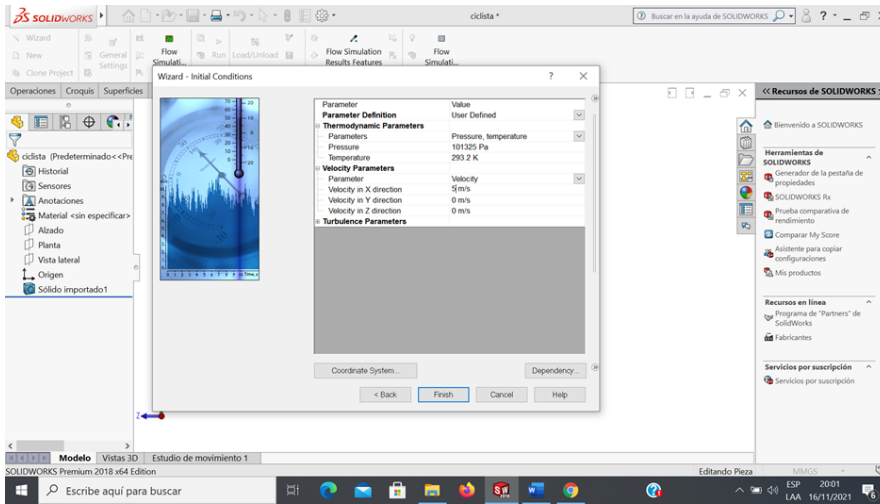
1.5. Manuales de diseño de vías urbanas

1.5.1. Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras

Este documento del Ministerio de Transportes, es una guía para las diferentes fases del proyecto, y es que establece la uniformidad en el diseño y uso de distintos dispositivos para el control del tránsito automotor, tales como: señales verticales y horizontales o marcas en el pavimento, semáforos y demás dispositivos auxiliares;



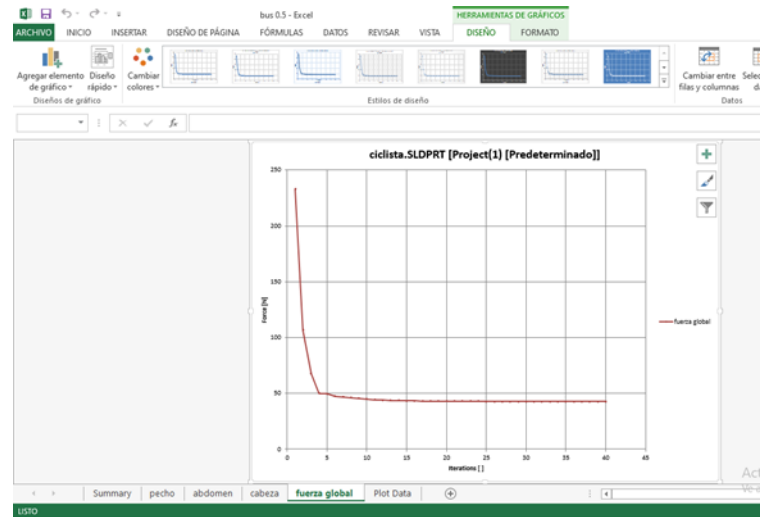




Excel spreadsheet showing simulation results for 'ciclista.SLDPRT [Project(1) [Predeterminado]]'. The spreadsheet includes a table of goal values and iteration details.

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress
fuerza global	[N]	42,82286311	42,84008528	42,75607542	43,0395575	
cabeza	[N]	2,053645236	2,08100026	2,043836211	2,143409028	
abdomen	[N]	1,912336325	1,899040564	1,879749759	1,915281557	
pecho	[N]	4,221052872	4,231044695	4,182493922	4,251220337	

Iterations []: 40
Analysis interval: 20



Excel spreadsheet showing simulation results for 'ciclista.SLDPRT [Project(1) [Predeterminado]]'. The spreadsheet includes a table of goal values and iteration details.

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
fuerza global	[N]	14,57342261	14,5911337	14,54276315	14,68600161	100	Yes	0,143238457	1,333033862
cabeza	[N]	0,592916851	0,593122112	0,588180653	0,603385103	100	Yes	0,01520445	0,044418771
pecho	[N]	1,366455717	1,36662771	1,361719454	1,373303947	100	Yes	0,011584494	0,099349011
pelviz	[N]	1,770935389	1,76932653	1,759740133	1,7734407	100	Yes	0,013700568	0,158202201

Iterations []: 40
Analysis interval: 20





“ANÁLISIS BIOMECÁNICO EN LOS CICLISTAS DE RUTA CATEGORÍA MASTER”

2.1 ESTADO DEL ARTE En el proceso de la investigación se encontró los siguientes trabajos: Para (2), quien indico, en su trabajo, con el tema “ESTUDIO DE LAS VARIABLES BIOMECÁNICAS IMPLICADAS EN EL PEDALEO EN CICLISMO Y SUS INTERRELACIONES. INFLUENCIA DE LA EXPERIENCIA Y EL NIVEL DE RENDIMIENTO . Valencia: Universidad de Valencia las siguientes conclusiones:

Se confirma la existencia de unos rangos de velocidad y cadencia para los que cada marcha disponible es especialmente adecuada. Este estudio no ha podido determinar un “instante preciso” para realizar el cambio de marcha, pero sí ha podido establecer unos desarrollos óptimos para unos valores de cadencia y velocidad determinados.

No se ha podido identificar ninguna alteración en la cinética del pedaleo como consecuencia de los cambios de marchas en este estudio. Las pequeñas variaciones en las mismas no han resultado significativas y, por tanto, no puede afirmarse que tengan una influencia negativa sobre el pedaleo.

Tampoco ha podido demostrarse en este estudio que el hecho de la realización de un cambio de marchas repercuta de forma significativa sobre la biomecánica del pedaleo.

Función de la biomecánica Los entrenadores son continuamente confrontados con problemas relacionados con la técnica usada en varias actividades en las cuales ellos están inmersos. (6). La función radica en la amplia tendencia en entrenadores y atletas a adoptar incondicionalmente los métodos del campeón, otros copiaron sólo su carrera de aproximación o el movimiento circular con ambos brazos antes del despegue. Años después, Emil Zatopek revolucionó las carreras de distancia. Al igual que lo ocurrido con Brummel, se copiaron sus

métodos de entrenamiento, su zancada, etc. La historia y la literatura están llenas de estos ejemplos. (6). **Importancia del conocimiento biomecánico** El conocimiento está sustentado en aspectos para el entrenador, y el atleta de la siguiente manera: Para el entrenador: La eficiencia en la técnica está determinada por la biomecánica pues son las leyes de la mecánica las que determinan a qué velocidad debe realizarse un movimiento para ser eficiente o máximo. Debido a que los entrenadores trabajan en el máximo rendimiento y dado que éste depende de la precisión en los detalles, entonces el entrenador debe conocer con mayor precisión la biomecánica, en orden a establecer estos detalles. (6). Para el atleta: El aprendizaje de la técnica se lleva a cabo de una manera más eficiente cuando el alumno puede establecer la relación entre la causa y el efecto de un movimiento. Desde este punto de vista, la biomecánica es un instrumento muy valioso para los atletas en el sentido de que este conjunto de conocimiento le provee de respuestas a muchos de los interrogantes en lo referente al porqué de la técnica. (6).

Dimensiones escalares y vectoriales Las cantidades escalares aquellas que sólo poseen un número que indica la cantidad y una unidad de medida. Así por ejemplo, 40 libras, 50 naranjas, 10 hombres, etc., son magnitudes escalares porque cumplen con las dos condiciones enumeradas. (6). Los vectores a las cantidades que poseen cuatro condiciones: un número que indica cantidad, una unidad de medida, una dirección y un sentido. Así, la fuerza es una variable vectorial porque debe indicar las unidades de medida, la dirección y sentido en el cual se ejerce. (6).

Impulsos de resistencia opuestas al desplazamiento La mayor fuerza opuesta al desplazamiento del ciclista es la aerodinámica, ésta supone más del 80% de todas las fuerzas de resistencia cuando solo se desplaza a 30 Km/h y muy superiores cuando se incrementa la velocidad (Gross; Kyle & Malewicky, 1984). En general se puede decir que la fuerza total producida por

las resistencias del aire es la suma vectorial de dos fuerzas: a) Fuerza de arrastre, producida en la misma dirección del desplazamiento y en sentido contrario y b) Fuerza de sustentación, perpendicular a la dirección del desplazamiento, aunque esta fuerza solo adquiere cierta importancia en determinadas situaciones, como es el caso de la existencia de vientos relativos laterales. (7). 31 En esta situación, parte del aire se frena cuando choca con la sección transversal del cuerpo perpendicular al flujo y otra parte es incapaz de seguir el contorno de la superficie, produciéndose dos vórtices iguales o corrientes en torbellino detrás del ciclista que, según el teorema del momento cinético, producen una fuerza de arrastre opuesta al desplazamiento. Además, este hecho hace que la velocidad del flujo sea mayor detrás del ciclista que en la parte frontal y, según el teorema de Bernoulli, se produce una fuerza de succión posterior que reduce la velocidad del ciclista. (7).

Por último, otra de las fuerzas importantes que se oponen al desplazamiento de una bicicleta es el rozamiento en giro, especialmente cuando nos desplazamos a velocidades pequeñas, ya que a estas velocidades las resistencias aerodinámicas no son tan relevantes. La intensidad de la fuerza de resistencia producida por el rozamiento en giro depende de los siguientes factores: 32 a) Peso del ciclista y la bicicleta. Al incrementar el peso, el rozamiento en giro también se incrementa. Por esta razón, para subir un puerto se utilizan bicicletas más ligeras y tienen más facilidad los ciclistas con menor peso. b) La presión de la rueda. Cuanto más presión tenga el tubular, el rozamiento en giro disminuye, incrementándose en un 30% cuando la presión de la rueda se reduce a la mitad. c) La resistencia producida por el rozamiento en giro es inversamente proporcional al diámetro de la rueda (Whit & Wilson, 1974). La utilización, cada vez más habitual, de ruedas con un diámetro menor responde al propósito de reducir el rozamiento producido por el aire y no el de giro, lo que se desprende de la expresión E-2. d) Sección

transversal del tubular. Cuanto mayor es la sección transversal mayor será la resistencia producida por el rozamiento en giro. Dill, Seed & Marzulli (1954) comprobaron que una cubierta de 71 x 5.4 cm. requería un consumo máximo equivalente a 0.19 litros por minuto más que utilizando otra cubierta de 68 x 3.2 cm. e) El coeficiente de rozamiento. Cuanto menor sea éste, menor será la resistencia en giro, aunque es necesario considerar que una reducción máxima de su magnitud podría suponer un cierto peligro de caída. En este sentido se debe diferenciar entre el coeficiente de rozamiento estático y el dinámico. (7) Fuerzas propulsivas Según el sistema de análisis propuesto, las fuerzas propulsivas deben de considerarse como interactivas dentro del sistema ciclista-bicicleta, aunque para comprender mejor las fuerzas que el ciclista ejerce sobre la bicicleta es necesario tratar de interpretar solo al ciclista como objeto de estudio, el cual ejerce fuerzas contra la bicicleta para desplazarse. (7). 33 La fuerza de empuje sobre el manillar supone un 29% y las de tracción un 71%, cuando se realiza una salida máxima y un 43% de fuerza de empuje cuando se realiza una escalada, mientras que en llano las fuerzas de empuje superan a las de tracción en un 61% del total y que la fuerza total desarrollada sobre el manillar, durante un ascenso importante, es el doble que la desarrollada durante el llano. (7).

TIPOS DE VEHÍCULOS Los diferentes volúmenes de tráfico que se obtienen de las estaciones programadas durante el año y que clasifican los contadores de tráfico por automotores en ambos Sentidos de circulación se caracterizaran en tres grupos: Vehículos de Pasajeros Incluye todos aquellos vehículos diseñados para el transporte de pasajeros y algunos acondicionados para la realización de tal actividad. 1. MOTOS: Incluye todos los tipos de motocicletas tales, como mini motos, cuadra ciclos y taxi motos, etc. 2. AUTOS: Se consideran todos los tipos de automóviles de cuatro y dos puertas entre los que podemos mencionar, vehículos cope y

station wagon. 3. JEEPS: Se consideran todos los vehículos, conocidos como 44. En diferentes tipos de marcas, tales como Toyota, Land Rover, Jeep, etc. 4. CAMIONETAS: Son todos los tipos De camionetas que tienen tinas, incluyendo las que transportan pasajeros y aquellas que por su diseño están destinadas a trabajos de cargas. 5. MICROBUS: Se consideran todos aquellos microbuses, que su capacidad es menor o igual a 4 pasajeros sentados. 6. MINIBUS: Son todos aquellos con una capacidad de 15 a 30 pasajeros sentados. 7. BUS: Se consideran todos los tipos De buses para el transporte de pasajeros con una capacidad mayor de 30 pasajeros sentados. Vehículos de Carga 1. LIVIANO DE CARGA: Incluye todos aquellos vehículos diseñados para el transporte de mercadería liviana y pesada. 1. CAMION DE CARGA: Son todos aquellos camiones tipo C2 (2 ejes) y C3 (3 ejes), con un peso mayor de 5 ton. También se incluyen las furgonetas de carga liviana. Se consideran todos aquellos vehículos, cuyo peso máximo es de 4 toneladas o menores a ellas. 2. CAMION CARGA PESADA: Son aquellos vehículos diseñados para el transporte de mercancía liviana y pesada y son del tipo Tx-Sx5: Se consideran las combinaciones tractor camión y semi remolque, que sea igual o mayor de 5 ejes. 4. CAMION COMBINADO: Son combinaciones camión-remolque, que sea menor o igual a 4 ejes y están clasificados como Cx-Rx5: Son combinaciones iguales que las anteriores, pero iguales o mayores cantidades a 5 ejes. Equipo Pesado: Se compone de los vehículos que no son utilizados para el transporte de personas o carga, sino para fines más específicos, como la agricultura y la construcción. 1. VEHICULO AGRICOLA: Se incluyen remolques o trailers pequeños halados por cualquier clase de vehículos automotor, también se incluyen los tirados o halados por tracción animal o humana. Son vehículos provistos de llantas de hule, siendo las traseras de gran tamaño. Muchas de ellas tienen un arado, con el cual efectúan faenas del campo agrícola. (Tractores, arados, cosechadoras, etc.) 2.

VEHICULOS DE CONSTRUCCION. Generalmente se utilizan en la construcción de carreteras, puentes y demás obras civiles, pueden ser de diferentes tipos, tales como: moto niveladoras, palas mecánicas, compactadoras, mezcladoras.

ANEMÓMETRO

Instrumento utilizado para medir la **velocidad del viento** (fuerza del viento).

Los anemómetros miden la velocidad instantánea del viento, pero las ráfagas de viento desvirtúan la medida, de manera que la medida más acertada es el valor medio de medidas que se tomen a intervalos de 10 minutos.

Por otro lado, el anemómetro nos permite medir inmediatamente la velocidad pico de una ráfaga de viento. Por lo que en actividades deportivas a vela es muy indicado.

Existe gran diversidad de anemómetros:

Los de empuje están formados por una esfera hueca y ligera (Daloz) o una pala (Wild), cuya posición respecto a un punto de suspensión varía con la fuerza del viento, lo cual se mide en un cuadrante.

El **anemómetro de rotación** está dotado de cazoletas (Robinson) o hélices unidas a un eje central cuyo giro, proporcional a la velocidad del viento, es registrado convenientemente; en los anemómetros magnéticos, dicho giro activa un diminuto generador eléctrico que facilita una medida precisa.

El **anemómetro de compresión** se basa en el tubo de Pitot y está formado por dos pequeños tubos, uno de ellos con orificio frontal (que mide la presión dinámica) y lateral (que mide la presión estática), y el otro sólo con un orificio lateral. La diferencia entre las presiones medidas permite determinar la velocidad del viento.

Se pueden comprar anemómetros sorprendentemente baratos de algunos de los

principales vendedores del mercado que, cuando realmente no se necesita una gran precisión, pueden ser adecuados para aplicaciones meteorológicas, y lo son también para ser montados sobre aerogeneradores. (normalmente solo utilizados para determinar si sopla viento suficiente como para ponerlo en marcha)

Sin embargo, los anemómetros económicos no resultan de utilidad en las mediciones de la velocidad de viento que se llevan a cabo en la industria eólica, dado que pueden ser muy imprecisos y estar pobremente calibrados, con errores en la medición de quizás el 5 por ciento, e incluso del 10 por ciento.

Se puede comprar un anemómetro profesional y bien calibrado, con un error de medición alrededor del 1%, a un precio razonablemente bajo.

APLICACIONES

Agricultura: verificación de las condiciones para regar por aspersión los cultivos o quemar rastrojos.

Aviación: vuelo en globo, planeador, ala delta, ultraligero, paracaídas, parapente.

Ingeniería civil: seguridad de la obra, condiciones de trabajo, operación segura de grúas, medición del esfuerzo del viento.

Formación: Mediciones y experimentos con el flujo de aire, evaluación de condiciones exteriores para la práctica de deportes escolares, estudios medioambientales.

Extinción de incendios: indicación sobre el peligro de propagación del fuego.

Calefacción y ventilación: mediciones del flujo de aire, verificación del estado de los filtros.

Aficiones: aeromodelismo, modelismo de barcos, vuelo de cometas.

Industria: mediciones del flujo de aire,

control de la contaminación.

Actividades al exterior: tiro con arco, ciclismo, tiro, pesca, golf, vela, atletismo, camping, senderismo, montañismo.

Trabajos al exterior: evaluación de condiciones.

Ciencia: aerodinámica, ciencia medioambiental, meteorología.

EL EFECTO VENTURI Y SU INCIDENCIA EN EL RENDIMIENTO DE TURBINAS MICRO-HIDRAULICAS

- **Luis Enrique FAUROUX**
- **Jorge Esteban ETEROVIC**
- **Omar Jorge DEGAETANI**

Resumen

La degradación del medioambiente ha motivado la búsqueda de fuentes alternativas de energía. Sin embargo el costo para su obtención es por el momento uno de los puntos que obstaculiza las inversiones, más aún si se trata de baja escala. Esto nos motivó a presentar un proyecto para optimizar turbinas hidráulicas de río, de baja potencia, mediante la aplicación del efecto Venturi. Todo objeto que se interponga a un flujo genera turbulencia. El efecto Venturi provoca una depresión aguas abajo, a la salida de la turbina, que se traduce en una succión en la turbina. Un número importante de fenómenos en mecánica de fluidos se describen mediante las ecuaciones de Navier-Stokes, que establecen los efectos dinámicos de fuerzas externas aplicadas y fuerzas internas de un fluido que se asume Newtoniano. El resultado esperado es lograr un aumento en la velocidad dentro de la turbina, y por ende una optimización respecto de la configuración inicial.

2.1.3. Movilidad ciclista En la provincia de Piura, la movilidad ciclista tiene una participación casi nula, de 0.75% del total de los viajes y en las vías una presencia menor a 1% de los vehículos aforados (CAF, 2019).

Actualmente la bicicleta no se encuentra considerada para realizar viajes, por eso la infraestructura para este modo no se encuentra desarrollada, inhibiendo más su uso.

2.1.4. Movilidad en transporte público

El transporte público presenta la mayor participación en la movilidad de la Provincia. Se emplean unidades de baja capacidad para brindar el servicio, ocasionando una mayor presencia en las vías, y por ende una mayor congestión.

2.2. Situación actual de la Av. Ramón Mugica y Av. Country

2.2.1. Reconocimiento de la zona de estudio

Debido a las limitaciones que se presentan a causa de la pandemia por el virus COVID19, se tuvo que realizar el reconocimiento del área del proyecto mediante la herramienta Google Earth (v. Figura 15), la cual proporcionó la ubicación exacta y una galería de fotos que permitió tener una mejor visualización de la zona en cuestión. Figura 15. Ubicación de la Av. Mugica y Av. Country Fuente: Google Earth Pro, 2020. Se verificó, que tal como se indica en el Plan de Desarrollo Urbano de Piura, Castilla, 26 de Octubre y Catacaos al 2032, las avenidas forman parte de una zona comercial con alta densidad residencial (Rodríguez, 2014). En el trayecto de las avenidas se encuentra la Universidad de Piura, grifos, supermercados, farmacias, hoteles, restaurantes y el mercado modelo de Piura. Todo ello genera gran concurrencia de personas y vehículos. Al pertenecer a la ciudad de Piura, el clima de la zona es semicálido, con una temperatura media anual máximo y mínimo de 34.1 °C y 17.1 °C respectivamente (Herramientas, 2020). Se observa la presencia de algarrobos a lo largo del separador de las avenidas, los cuales no solo dan cobertura, sino también brindan sombra y generan humedad (Wust, 2015).

36 Las avenidas en su conjunto tienen una longitud de 830 m, cuenta con tres intersecciones importantes, las cuales son la Av. Andrés Avelino Cáceres, la Av. Luis A. Eguiguren y la Av. Sullana Norte. En estas avenidas transitan mayormente vehículos de servicio de taxi, mototaxis y buses, los cuales hacen que sea una vía de alto flujo vehicular, situación que se torna crítica en

las horas punta. Y es concretamente la calidad de movilización de los peatones y ciclistas la que se ve perjudicada por las dificultades causadas por la congestión vehicular. De acuerdo a lo anteriormente mencionado, los ciclistas son los usuarios más perjudicados, pues en dichas avenidas no existe infraestructura que los beneficie o una zona delimitada para su uso exclusivo como lo es una ciclovía. Por este motivo, se propone el diseño de una vía con el objetivo de mejorar la calidad de sus desplazamientos, disminuir el flujo vehicular motorizado, y a su vez reducir los niveles de contaminación.

2.2.2. Estudio topográfico

El estudio topográfico de la Av. Ramón Múgica y la Av. Country, se realizó con la finalidad de definir la planimetría y altimetría de los puntos del terreno, necesarios para obtener una representación fidedigna del área y poder contar con la información necesaria para realizar un diseño adecuado basándose en los manuales urbanos y normas técnicas. Debido a la coyuntura nacional e internacional, el trabajo se desarrolló en su mayor parte en gabinete, haciendo uso de herramientas tales como el Google Earth, Google Maps, TCX Converter, AutoCAD. El trabajo de campo consistió fundamentalmente en determinar las dimensiones de las veredas, bermas, calzadas, separador central e intersecciones.

2.2.2.1. Trabajo de campo.

Se realizó la medición de los principales componentes de las avenidas, con la finalidad de corroborar la información recopilada mediante fotos satelitales brindadas por la herramienta Google Earth Pro (v. Anexo 1). Se tomaron las medidas de la intersección de la Av. Ramón Múgica con la Av. Andrés Avelino Cáceres, por ser la de mayor importancia debido a la gran concurrencia de vehículos. El ancho de la primera es de 16 m y la segunda 38 m, aproximadamente. Asimismo, se midieron las veredas, calzadas y separador central, cuyas dimensiones en promedio son de 3.3 m, 16 m y 5.5 m, respectivamente. Todo esto se puede visualizar a mayor detalle en el Anexo 2.

2.2.2.2. Trabajo de gabinete.

El trabajo de gabinete del proyecto consistió en la

elaboración del plano de planta de toda la avenida y de su perfil longitudinal; geolocalización, con la ayuda de programas como Google Earth Pro y Google Maps, de puntos estratégicos para establecer una red de referencia y con los softwares AutoCAD y TCX Converter se realizó el diseño del plano, la organización y conversión de los datos recopilados.

- Elaboración del plano de planta 37 Se elaboró un plano de planta a escala 1:1 del área de estudios, para su elaboración se utilizaron diversos programas entre los cuales están Google Maps, Google Earth y AutoCAD (v. Anexo 3). El plano fue elaborado desde cero, tomando como referencias el sistema de coordenadas utilizado es Universal Transverse Mercator (UTM) junto con World Geographic System 1984 (WGS84), estableciéndose como zona de referencia UTM: 17M, por pertenecer a esta región del Perú. En el Gobierno Regional de Piura, aledaño a la zona del proyecto, se encuentra la Estación de Rastreo Permanente PI01, que, junto con los puntos de control geodésicos, proporcionará información para los levantamientos topográficos.
- Elaboración del perfil longitudinal Para la elaboración del perfil longitudinal se utilizaron los programas de AutoCAD (v. Anexo 4), TCX Converter y Google Earth Pro. El perfil mostró una clara pendiente siendo el punto más alto la intersección de la Av. Ramón Múgica con la Av. Fortunato Chirichigno con una cota de 40 m.s.n.m. y la Av. Sullana Norte con una cota de 33 m.s.n.m.

2.2.3. Estudio de impacto ambiental

El impacto ambiental, ya sea positivo o negativo, que se puede dar en la construcción y ejecución del proyecto será identificado con la evaluación de las actividades a realizar y sus relaciones y componentes hacia el ambiente y la sociedad.

2.2.3.1. Componentes físico-químicos

- Cambios en la topografía del terreno La construcción de la ciclovía será realizada conforme al alineamiento actual de la Av. Ramón Múgica, cuyas actividades involucradas ocasionarán cambios en la topografía del terreno, ya sea a lo largo del tramo de la avenida, en los bancos de materiales o los lugares seleccionados como

depósitos. Estos cambios se observarán a través de la reducción de altura del terreno, y/o en la formación de depresiones, esto es dependiendo de la manera en que el material se extraído, en el caso del movimiento de tierras o para el material de la infraestructura de la ciclovía, concreto o asfalto. Para esto, se realizarán los respectivos trabajos de nivelación y compactación del terreno del proyecto con el fin de que al término de la obra no se presente ninguna variación significativa en la topografía del terreno y no se generen inconvenientes.- Generación de erosión y sedimentación Las operaciones y actividades durante la construcción como lo son el desmonte y limpieza, los movimientos de tierra, instalación de carpas, remoción de vegetación y los depósitos de materiales; podrán activar los procesos erosivos y por consecuente la sedimentación. Estas actividades implican que el suelo quedará desnudo de manera temporal mientras se realiza la construcción de la ciclovía. Los estudios de suelos o los pasados estudios de suelos realizados en la zona del proyecto nos indicarán si existe el riesgo de sedimentación y/o erosión que se podría generar por la realización del proyecto, en caso se llegue a producir alguna de estas se tendrá como principal solución un relleno con material de préstamo a la zona del terreno afectado.
- Cambios en el uso del suelo No se generaría un cambio de suelo ya que la ciclovía mantendría la zona comercial e impulsaría la economía de la zona, generando un impacto positivo en el comercio y la economía de la zona, los negocios aledaños serán más notorios y visibles a los usuarios ciclistas y, por ende, serán beneficiados.
- Afectación temporal de la calidad del aire La calidad del aire se verá afectada principalmente por la producción de polvo debido a las diferentes actividades de construcción de la ciclovía. Este material puede afectar la salud de la población, siendo este un impacto de carácter temporal. Además de los gases vehiculares generados por la operación de la maquinaria, los cuales contendrán dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO₂), compuestos orgánicos

volátiles, óxidos de nitrógeno (NO), partículas de cenizas, entre otros (Rehabilitación de la Carretera CA:11 La Entrada-El Florido). La generación de polvo y contaminantes del aire se controlará con el adecuado uso de las maquinarias y equipos que generen estos contaminantes, realizando los trabajos en horarios adecuados y no en simultáneo con los demás equipo o máquinas generadoras de contaminantes. Tras la implementación de la ciclovía, el tráfico causado por los vehículos motorizados se verá reducido y, por ende, la contaminación del aire menguará y la calidad del aire aumentará a niveles buenos y aceptables para una zona urbana. • Generación de ruidos Debido a la naturaleza del proyecto, se generará ruido en prácticamente todas las actividades a desarrollar, el cual será producido principalmente por los equipos y la maquinaria utilizada en las actividades durante la construcción de la ciclovía, debido al movimiento de materiales, remoción de vegetación, demolición de estructuras y por el funcionamiento de la maquinaria y equipos; conformados por moto-niveladores, retroexcavadoras, cargadoras, volquetas, mixers, entre otros. Los niveles de ruido generados por los equipos pueden representar una molestia a los pobladores de las viviendas y negocios localizados a ambos lados de la avenida. 39 Para tener una idea de los niveles de ruido instantáneo que se espera que se produzcan durante la construcción de la ciclovía, se muestran valores de ruido que han sido estimados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) que generan algunos equipos pesados (v. Tabla 4). Tabla 4. Intensidad en dB de equipos

Origen	Intensidad en dB
Cargadora	72-83
Camión	83-93
Generador	73-87

Fuente: EPA, EUA, 1972. Para que los ruidos generados por la maquinaria y equipos que se usarán en el proyecto no resulten una molestia se planteará una estrategia similar a la que se aplicará con la actividad de generación de contaminantes del aire, que consiste en trabajar con los equipos y maquinarias en horarios no simultáneos para

que así no se genere un caos acústico, también se tendrá en cuenta que se deberá trabajar con la mejor eficiencia posible para así tener un menor tiempo de uso de estas. Posteriormente, la reducción del uso de los vehículos motorizados como consecuencia de la incorporación y uso de la ciclovía implica una disminución del ruido generado por estos en la zona. 2.2.3.2. Componentes biológico-ecológicos • Pérdida de vegetación La pérdida de vegetación se producirá por la ejecución del trazado y marcado de la ciclovía, desmonte, limpieza, movimiento de tierras de corte y relleno, y por la construcción de la misma ciclovía en el tramo de carretera. Se identificó la presencia de áreas verdes a lo largo de las avenidas, con presencia de algarrobos en el separador central y en las veredas. (v. Anexo 5). Se tratará de preservar la mayor cantidad de áreas verdes posibles, así como también trasplantar los árboles y plantas que se necesiten remover para el desarrollo del proyecto, el equipo técnico se compromete a preservar el paisaje arquitectónico y comercial que presenta esta zona tomando los cuidados y medidas adecuadas para la preservación de esta, como es el hecho de mantener la arquitectura de la zona, preservar las áreas verdes posibles, no contaminar y/o ensuciar paredes o calles, etc. • Modificación del paisaje El desmonte y limpieza para la construcción de la ciclovía modificará permanentemente el paisaje de la zona, debido a la remoción de la vegetación presente en la avenida. La instalación de carpas, maquinaria y equipamiento afectará temporalmente el 40 paisaje de la zona. La explotación de bancos de materiales producirá un cambio permanente, por la remoción de vegetación y la formación de depresiones debido a la extracción del material. Los botaderos también tienen su impacto por el cambio producido por el apilamiento del material levantando el nivel natural del terreno. Si se realizan de forma adecuada los procesos y actividades a realizar durante la construcción, como lo son el relleno y la revegetación, se puede mejorar el paisaje de la zona. La ciclovía en cuestión, junto con las áreas verdes y la

señalización; le dará un mayor atractivo a la zona, incentivando el desarrollo sostenible de la ciudad y fomentando a los habitantes a formar parte del desarrollo ecológico y social de la ciudad de Piura. 2.2.3.3. Componentes socioeconómicos • Oferta de empleo Las actividades llevadas a cabo durante la construcción de la ciclovía serán una fuente temporal de empleo. También habrá oferta laboral para diferente personal calificado, como ingenieros, topógrafos, maquinistas, operarios, técnicos especializados, entre otros. • Seguridad ocupacional Los trabajadores estarán expuestos a riesgos laborales y de salud si no se les proporciona el equipo de protección personal requerido para las actividades realizadas durante el proceso constructivo, asimismo si no se les brinda un ambiente seguro, surge el riesgo de suceder un accidente laboral. Además, los trabajadores estarán expuestos a altos niveles de ruido, a levantamientos de objetos pesados, polvo, etc., lo que puede provocar enfermedades respiratorias, alergias, irritabilidad, entre otros. • Salud La generación de polvo por la construcción de la ciclovía puede ocasionar enfermedades respiratorias en la población cercana, asimismo, estará expuesto a altos niveles de ruido debido a los equipos y el paso de la maquinaria, y de las actividades constructivas, movimientos de tierra, entre otros. El ingeniero o profesional responsable de la salud y seguridad de tanto los trabajadores como habitantes de la zona tomará las medidas adecuadas para que no se presenten riesgos de accidentes, esto se logrará con una adecuada capacitación al personal de trabajo sobre medidas de seguridad en obra, así como también con el uso adecuado del equipo de protección personal (EPP) con el que contarán los trabajadores. Con la ciclovía en operación los usuarios realizarán actividad física mientras se movilizan hacia su destino, beneficiando a su salud y calidad de vida. 41

2.2.4. Análisis vial El objetivo de esta etapa es identificar las características de la red vial existente en la zona de estudio, como el aforo vehicular, los tipos de transporte utilizados por el público y las intersecciones

con mayor congestión vehicular. Toda esta información recogida permitirá identificar el nivel de servicio de la vía para posteriormente realizar el diseño de la ciclovía con todas las condiciones que la zona requiera. 2.2.4.1. Derecho de vía. La Av. Ramón Múgica y la Av. Country presentan las tres funciones propias de un derecho de vía. Sobresale la función de transporte, pues dichas avenidas sirven de ruta para viajes urbanos e interurbanos. En segundo lugar, la función ambiental se aprecia por la presencia de áreas verdes en el separador central y en las aceras, lo cual permite mitigar la contaminación vehicular. La función social es bastante notoria, ya que esta vía es una zona comercial con alta densidad residencial (v. Figura 16). Figura 16. Derecho de vía típico de la Av. Country. Fuente: Google Street View, 2020. Presenta un derecho de vía típico con una distribución simétrica de 23.14 m a lo largo de la Av. Andrés Avelino Cáceres y la Calle Santa María. Cuenta con dos aceras contiguas a los límites de propiedad de 3.32 m de ancho. Estas están delimitadas por una franja de 1.2 m destinada a jardines, rampas y áreas de parqueo. Existe, también, un separador central de 5.7 m de ancho, rodeada por dos calzadas de 4.5 m (v. Figura 17). Figura 17. Perfil transversal de la Av. Ramón Múgica y Av. Country. Fuente: Elaboración propia – Streetmix. 42

2.2.4.2. Características propias de la vía. Los usuarios que comparten esta vía, son peatones y vehículos motorizados. Por las avenidas estudiadas, transitan peatones de todo rango de edad, según se asume, por ser una zona residencial, comercial, y por la poca cantidad de vehículos pesados que circulan. En el conteo vehicular proporcionado por el Estudio de Impacto Vial para el Mejoramiento y Rehabilitación de la Av. Cáceres, realizado en el 2017, no se registran bicicletas. Sin embargo, se considera que existe un flujo reducido de ciclistas en las avenidas en estudio, el cual es generado principalmente por los alumnos de la Universidad de Piura. Los motivos más comunes deducidos para el uso de esta vía son la movilización particular y transporte de mercancía. Asimismo, se

observó una cantidad mínima de triciclos, debido a la presencia del mercado modelo de Piura (v. Figura 18). Por otro lado, se identificó otra característica de la vía que puede alterar los criterios para su diseño, una posible existencia de una red de alcantarillado en el separador central, ubicado entre la Av. Luis A. Eguiguren y la Av. Sullana Norte. Este conducto de desagüe de ser necesario, deberá ser reubicado. Figura 18. Casos particulares de transporte no motorizado en las avenidas. Fuente: Google Street View, 2020. También se comprobó la existencia de ensanche de calzada para giros a la izquierda en las intersecciones de la Av. Country con la Av. Andrés Avelino Cáceres, la calle Los Ceibos, la Av. Luis A. Eguiguren y la Av. Sullana Norte (v. Figura 19). Figura 19. Ensanchamiento típico de la calzada en la Av. Country. Fuente: Google Street View, 2020.

2.2.4.3. Estudio de tráfico. Basándose en el Estudio de Impacto Vial para el Mejoramiento y Rehabilitación de la Av. Cáceres, realizado en el 2017, cuya proyección de horizonte es de 5 años, se analizará el conteo vehicular de la intersección de la Av. Andrés Avelino Cáceres y la Av. Ramón Mugica, por tener un flujo vehicular mayor al resto de intersecciones. El conteo vehicular fue realizado los días: sábado 29 de abril, martes 02 y miércoles 03 de mayo del 2017 (v. Anexo 6). Se determinó que el aforo está principalmente constituido por vehículos ligeros (v. Tabla 5). Tabla 5. Porcentaje diario según el tipo de vehículos

Tipo de Vehículo	Sábado	Martes	Miércoles	%
Vehículos Ligeros	43,415	46,417	47,435	96.5%
Buses	1,393	1,358	1,368	2.9%
Camiones y Articulados	288	235	303	0.6%
Total	142,212			

Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Porcentaje diario según el tipo de vehículos. Fuente: Elaboración propia

Además, se estableció el IMD correspondiente a cada vehículo que transita por la intersección. Con ello, se pudo constatar que las motos lineales, mototaxis, autos y camionetas pick up son los principales usuarios de la vía (v. Tabla 6). Tabla 6. IMD por tipo de vehículo

Vehículo	IMD	%
Moto Lineal	9,799	20.60%
Mototaxi	15,473	32.53%
Auto	12,271	25.80%
Camioneta Pickup	6,879	14.46%
Camioneta Rural	1,052	2.21%
Micro	450	0.95%
Bus	1,372	2.88%
Camión	26	0.06%
Semi tráiler	243	0.51%
Tráiler	8	0.02%

Fuente: Elaboración propia

44 Para poder determinar el IMDA, se tomaron en consideración los conteos vehiculares realizados en el turno de la tarde de cada uno de los 3 días. Para ello, la intersección fue dividida en 4 zonas: • Zona 1: Acceso de la Av. Country • Zona 2: Acceso de la Av. Ramón Múgica • Zona 3: Acceso de la Av. Cáceres (al lado del grifo Mega) • Zona 4: Acceso de la Av. Cáceres (al lado del restaurante Manos Piuranas) La distribución del aforo vehicular se dio mediante una combinación por ejes. Es decir, si el viaje se realiza en la zona de la Av. Country (zona 1), los posibles movimientos que hará el vehículo serán: 1-3 (giro a la derecha), 1-2 (trayectoria recta) y 1-4 (giro a la izquierda). Se determinó el IMDA con el uso de las siguientes fórmulas. $IMDA = IMDS * FC$ [Ec. 2.1] $IMDS = \sum(2Vp + 5Vl) / 7$ [Ec. 2.2]

- IMDS: Índice medio diario semanal.
- IMDA: Índice medio anual
- V p: Volumen vehicular promedio de fin de semana.
- V l: Volumen vehicular promedio de día de semana.
- F.C: Factor de corrección urbana.

Primero hallamos el Índice Medio Diario Semanal.

Problemas detectados • Tráfico y congestión vial La congestión ocasionada por el tráfico es uno de los principales problemas detectados en las Av. Ramón Mugica y Av. Country, tal que aquellas zonas con la mayor congestión vial se localizan en las intersecciones a lo largo de la vía. El crecimiento del flujo vehicular en los últimos años ha ocasionado problemas de inseguridad, tanto para los usuarios peatones como para los usuarios conductores; y la congestión formada por la movilidad de estudiantes, trabajadores y comerciantes; contexto bajo el cual se busca mejorar el sistema vial presente en la avenida a través de la construcción de una ciclovía. 47 La intersección con la Av. Cáceres presenta un

nivel de servicio F, esto implica que cada vehículo demora más de 60 segundos en realizar su operación en el tráfico, aproximadamente de 65 segundos de demora (v. Figura 20); generando congestión vial. Esta situación es crítica, y para tratar de mejorar esto se debería regular el ciclo de los semáforos, mejorar la señalización del área, optimizar el derecho de vía y/o analizar la implementación de una rotonda. En el caso de la intersección evaluada, la congestión vehicular es muy similar en los periodos horarios críticos de “horas punta”, el acceso a nuevas zonas residenciales, a instituciones educativas y públicas explicarían el nivel de congestión (Bayona y Márquez Teodoro, 2015). Esto se ve reflejado por las causas antes mencionadas. Figura 21. Tiempo en demora en la intersección Av. Ramón Mugica y Av. Cáceres Fuente: Bayona y Márquez (2015).

- Congestión debido a la presencia de ambulantes Otro problema detectado es el caso de la congestión generada por los comerciantes ambulantes que se encuentran en la intersección de las Av. Country y Av. Sullana. Los peatones de la zona ocasionarían un gran problema de accesibilidad para los usuarios ciclistas al momento de hacer uso de la ciclovía, además del tráfico que esta situación también causa. Una solución adecuada para los vendedores ambulantes de la zona es incentivar el respeto por los ciclistas y la ciclovía, así también considerar la opción de una reubicación de estas personas a una zona donde no se les perjudique y resulte beneficiosa para el tráfico.
- Contaminación Los desperdicios emitidos por los usuarios y vehículos en la vía, ya sea por los conductores o por los mismos peatones y/o vendedores ambulantes son un problema a tomar en cuenta para el desarrollo sostenible de la ciclovía. Dejar este problema de lado resultaría

Horario	7:00 a.m. - 9:00 a.m.	1:00 p.m. - 3:00 p.m.	6:00 p.m. - 8:00 p.m.
65.37	64.77	65.03	60
61	62	63	64
65	66	67	7:00

anti estético y reduciría el interés de los usuarios a hacer uso de la ciclovía. Para reducir la contaminación por

el arrojo de desperdicios y basura se plantea la solución de colocar botes de basura a cada cierta distancia a lo largo de toda la ciclovía, así como también generar una conciencia ambiental sobre el arrojo de desperdicios en los transeúntes y conductores.

- Dimensionamiento de la calzada Los cambios de dimensiones de la calzada a lo largo de la avenida, cerca de las zonas de intersecciones, donde se tiene un aumento significativo del ancho de la calzada ante los semáforos, implica un problema para la implementación de la ciclovía debido a que no se cumpliría con los requisitos mínimos de dimensionamiento de la ciclovía. Por lo tanto, se requieren analizar soluciones variadas para superar este problema sin afectar de manera crucial el propósito de dicho sobreancho.
- Red de desagüe en la Av. Sullana y Av. Country En la intersección de las Av. Sullana y Av. Country se encuentra una red de desagüe muy elevada en el interior de la vereda del separador central, esto generaría problemas en la etapa de construcción al momento de realizar las actividades de excavación para la implementación de la ciclovía debido a que se puede romper alguna tubería y producir una inundación en la zona. Para este caso se realizará una reconstrucción de este desagüe que no interfiera en la implementación de la ciclovía. Toda la información expuesta presenta un mayor grado de detalle de cómo la ciudad de Piura está constituida respecto a la movilidad vial urbana. Se nos da a conocer datos concretos, datos estadísticos, así como también detalles de las principales vías de la ciudad de Piura que nos ayudan a conocer mejor la problemática que esta vive. Además de los estudios y trabajos realizados en la zona donde se planea implementar la ciclovía y cómo esta implementación afectaría directamente en el ámbito ambiental, social y vial en la avenida.

49 Capítulo 3 Planteamiento y evaluación de propuestas 3.1. Datos de entrada

Los datos de entrada representan todas las características físicas como: el ancho de los carriles, el ancho de las calzadas, la cantidad de carriles, inclinación, pendientes, ubicaciones geométricas, condiciones

semafóricas, el tiempo de ciclo y condiciones de tránsito como el flujo vehicular y flujo de saturación (Otero, 2015). Todos estos datos de entrada se obtienen por observación directa de la zona y del estudio de tránsito, seleccionando los carriles principales y detallándolos para cada dirección (v. Tabla 11).

Tabla 11. Dirección Oeste-Este Datos de entrada (Oeste-Este)

Carril izquierdo	Carril central	Número de carriles	1	2	Ancho de carriles (m)	3	3.2
Volumen directo	- 790	Volumen hacia la derecha	- 186	Volumen hacia la izquierda	369	- Volumen de bicicletas	- - Flujo de saturación ideal
So	1900	1900	Equivalente en vehículos livianos	Et	2	2	Tiempo de verde efectivo (s)
39	28	Longitud de ciclo	73	73	Tiempo de ámbar	3.5	3.5
Tiempo de todo rojo	0.5	0.5	Proporción de los vehículos en fase verde	0.53	0.53	Fuente: Elaboración propia	

Tabla 12. Dirección Este-Oeste Datos de entrada (Este-Oeste)

Carril izquierdo	Carril central	Número de carriles	1	2	Ancho de carriles (m)	3	3.2
Volumen directo	- 670	Volumen hacia la derecha	- 40	50	Volumen hacia la izquierda	361	- Volumen de bicicletas
- - Flujo de saturación ideal	So	1900	1900	Equivalente en vehículos livianos	Et	2	2
Tiempo de verde efectivo (s)	39	28	Longitud de ciclo	73	73	Tiempo de ámbar	3.5
3.5	3.5	Tiempo de todo rojo	0.5	0.5	Proporción de los vehículos en fase verde	0.53	0.53
Fuente: Elaboración propia							

Tabla 13. Dirección Sur-Norte Datos de entrada (Sur-Norte)

Carril izquierdo	Carril central	Número de carriles	1	2	Ancho de carriles (m)	3	3.2
Volumen directo	- 621	Volumen hacia la derecha	- 162	Volumen hacia la izquierda	108	- Volumen de bicicletas	- - Flujo de saturación ideal
So	1900	1900	Equivalente en vehículos livianos	Et	2	2	Tiempo de verde efectivo (s)
26	26	Longitud de ciclo	73	73	Tiempo de ámbar	3.5	3.5
Tiempo de todo rojo	0.5	0.5	Proporción de los vehículos en fase verde	0.36	0.36	Fuente: Elaboración propia	

Tabla 14. Dirección Norte-Sur Datos de entrada (Norte-Sur)

Carril izquierdo	Carril central	Número de carriles	- 2	Ancho de carriles (m)	- 3.2	Volumen directo	- 715
Volumen hacia la derecha	- 319	Volumen hacia la izquierda	- 109	Volumen de			

bicicletas - - Flujo de saturación ideal S_o - 1900 Equivalente en vehículos livianos E_t - 2 Tiempo de verde efectivo (s) - 26 Longitud de ciclo - 73 Tiempo de ámbar - 3.5 Tiempo de todo rojo - 0.5 Proporción de los vehículos en fase verde - 0.36 Fuente: Elaboración propia

51 3.1.1. Agrupación de carriles y velocidad del flujo de demanda Se consideran los accesos de una intersección de forma individual, así como los grupos de carriles de cada uno. Se separan por la geometría de la intersección y la distribución de movimientos.

- Grupo de carriles (Dirección Oeste-Este) Tabla 15.

Agrupamiento de carriles

Número de carriles	Movimientos por carril	Número de posibles grupos de carriles
2	Izquierdo y directo	1
2	Derecho	1
3	Izquierdo exclusivo	1
3	Derecho	1
3	Derecho y derecho	2
3	Izquierdo y derecho	3

Fuente: Elaboración propia

- Determinación de la tasa de flujo Para determinar la tasa de flujo se usa la siguiente fórmula que representa el volumen horario sobre el factor de hora pico.

$$V_p = V \cdot FHP \quad [Ec. 3.1]$$

V p: tasa de flujo durante los primeros 15 minutos pico (veh/h) V: volumen horario (veh/h) FHP: factor de hora pico Se divide el volumen horario entre el factor de hora pico (FHP) para los carriles.

3.2. Evaluación del nivel de servicio actual La intersección de la Av. Ramón Mugica y la Av. Andrés Avelino Cáceres es uno de los mayores problemas de la ciclovía. En la hora punta, este cruce recibe aproximadamente 4031 vehículos, 2195 provenientes de la Av. Cáceres, 874 de la Av. Country y 965 de la Av. Ramón Mugica. Por ello, ha sido seleccionada para ser simulada con el software SYNCHRO 8.0, cuyo funcionamiento está basado en el HCM 2010.

52 Actualmente, llegan 2 carriles en cada acceso, los cuales están divididos por el separador central; aunque, el estado deficiente del pavimento no permite visualizar su distribución. Por lo tanto, se asumirá la mostrada en la siguiente figura. Además, se tiene carriles segregados en las avenidas, menos en el de la Av. Ramón Múgica, los cuales admiten el giro a la izquierda. Figura 22. Intersección Av. Cáceres y Av. Country Fuente: Elaboración propia – SYNCHRO 8.0 La configuración

del semáforo de la intersección consta 2 fases. La primera fase le da luz verde a la Av. Ramón Mugica y a la Av. Country durante un lapso de 34 segundos y rojo a la Av. Cáceres. La segunda fase le da luz verde a la Av. Cáceres en ambos sentidos durante 39 segundos y rojo a los 2 accesos restantes (v. Figura 23). Figura 23. Diagrama de fases actual de la intersección de la Av. Ramón Mugica y Av. Cáceres Fuente: SYNCHRO 8.0 La programación mostrada, no cuenta con giros a la izquierda protegidos y produce demoras en la Av. Andrés Avelino Cáceres, ya que presenta un tiempo de rojo de casi 42 segundos, el cual es disconforme con el volumen vehicular. Por ello, es necesario reconsiderar el diseño del semáforo, de manera que se para beneficien todos los accesos y se obtenga un nivel de servicio óptimo. Se debe tener en cuenta que el ineficiente diseño geométrico, la escasa señalización y la incorrecta programación del semáforo, generan un nivel de servicio muy bajo en las intersecciones. A continuación, se mencionarán algunas de las razones que producen la congestión en la zona de estudio: 53 • La cantidad de giros hacia la izquierda desde la Av. Cáceres son bastante elevados, por ello cuentan con un carril exclusivo de 25 metros de longitud. A pesar de ello, se sigue generando congestión debido a que la longitud de este carril no es suficiente. Lo ideal sería que esta sea mayor a la cola que se genera en el carril en sentido recto, para garantizar que los vehículos que quieran voltear a la izquierda no tengan problemas con los que siguen recto y puedan ingresar a los carriles exclusivos. • Se debe regular el transporte público proveniente de la Av. Cáceres que cruzan a la Av. Country, ya que su trayectoria produce demoras. Primero recogen pasajeros en el Grifo Mega, el cual no es un lugar apto, y desde ese punto realizan el giro bloqueando a los demás carriles de la intersección, para poder llegar a recoger a los pasajeros en la Av. Country. La cantidad de vehículos que ingresan a la Av. Country es de aproximadamente 1390 en su hora pico, que, añadiéndole a las dificultades del transporte público, se generan demoras mayores. • Debido a que

no existe una correcta señalización en el pavimento, los conductores que transitan por la Av. Cáceres parten de tres carriles, encontrándose al cruzar con dos carriles, lo que provoca un cuello de botella que obstaculiza el tránsito y lo vuelve lento. Si a esto se le suma el problema con las vías auxiliares que usan dicha intersección para pasar a la principal, estarían tratando de competir cinco vehículos en solo dos carriles. • La Av. Country y la Av. Ramón Mugica muestran una cantidad de giros hacia la derecha elevados para los que se deberían evaluar alternativas de solución. Los giros hacia izquierda son moderados; sin embargo, es necesario analizar el conflicto con los flujos en contra, ya que no existe una fase de giro protegido o carril exclusivo. Además, ambas avenidas presentan un flujo muy alto en la dirección recta, estos dos puntos pueden sobrepasar su capacidad, ya que el tiempo de espera es alto. • El actual ciclo semafórico no responde adecuadamente a la solicitud generada por la gran demanda de vehículos que circulan en la intersección. Esto se puede apreciar en la Av. Andrés Avelino Cáceres, la cual cuenta con tan solo 39 segundos de verde para cada sentido y 42 segundos de espera entre rojo y ámbar, generándose congestión y un bajo nivel de servicio. Es por ello, que se debe replantear la programación del semáforo, de manera que se controle la demanda. Como resultado de la simulación, se obtienen valores críticos, como por ejemplo es el caso de la Av. Country, cuya demora es de 1138.8 s/veh. Se observa que el nivel de servicio en todos los accesos de esta intersección están dentro de la categoría F y E (v. Tabla 16), es decir, la capacidad de la vía está por llegar a su límite, los vehículos tienen un mínimo espacio libre entre estos, teniendo una velocidad uniforme de entre 50 – 55 km/h.

Longitud de colas Av. Cáceres Este (m) 104.4 Longitud de colas Av. Cáceres Oeste (m) 132.1 Longitud de colas Av. Ramón Mugica (m) 120.7 Longitud de colas Av. Country (m) 42.6 Fuente: Elaboración propia – SYNCHRO 8.0 Todo lo anteriormente mencionado, nos lleva a considerar soluciones que puedan optimizar el flujo vehicular presente en la intersección.

3.3. Propuesta N°1: Ciclovía parcialmente segregada

La propuesta consiste en una vía parcialmente segregada con espacios viales reservados exclusivos para el uso de bicicleta; estos pueden estar integrados a la calzada o vereda. En este caso, la ciclovía será unidireccional (v. Figura 24), donde se buscará proteger al ciclista del volumen y velocidad de los vehículos motorizados (Municipalidad de Lima, 2017). Figura 24. Ejemplo de ciclovía parcialmente segregada unidireccional Fuente: Manual de Normas Técnicas para la construcción de ciclovías, 2017. Estas ciclovías hacen más cómoda y directa la ruta del ciclista, generan una mayor atracción visual del paisaje debido a que suelen situarse en zonas comerciales y permiten una mayor conectividad con calles aledañas a las principales debido a que el ciclista puede desplazarse en el mismo sentido que el flujo vehicular e integrarse fácilmente a nuevas calles (Municipalidad de Lima, 2017). Una ciclovía en sentido unidireccional, además de facilitar la integración a una nueva calle, facilita el cruce de peatones, genera un mayor grado de seguridad en las intersecciones, como en el caso de este proyecto, debido a que las condiciones de visibilidad son buenas, y 55 sobre todo permite circular en modo seguro a altas velocidades, teniendo en cuenta el tráfico del momento (Sanz et al., 2016). Además, la implementación de la ciclovía de manera parcialmente segregada impactaría favorablemente al comercio de la zona. Los negocios serán más notorios a los ciclistas que hagan uso de la ciclovía. La seguridad de estas ciclovías se respalda en el uso y aplicación de resguardos y de elementos fijos como bordillos, bolardos, setos o sardineles cuya función es generar un límite entre el flujo vehicular y ciclista. La media

del respaldo depende del tipo de ciclovía en análisis y de la velocidad de los vehículos motorizados, y la altura de los elementos varía del umbral máximo de los vehículos motorizados (Sanz et al., 2016). Para este proyecto, el umbral máximo de las avenidas involucradas es mayor a 7000 veh/día, por lo tanto, se recomienda el uso de postes guías a una altura de 1.5 m; y como se trata de una ciclovía unidireccional, cuya circulación será al lado de la calzada con una velocidad promedio de vehículos motorizado de 40 km, el resguardo será de 0.65 m (Sanz et al., 2016). Esto sin duda, genera un grado de seguridad alto hacia los ciclistas. El ancho de la ciclovía también es un factor importante en este proyecto debido al gran flujo de ciclistas que transitarían por ella, por ende, para esta ciclovía se recomienda un ancho de vía de 1.6 m a 2 m, sin considerar respaldos. Este ancho es relativamente amplio para circular libremente sin ningún tipo de congestión, y sobre todo que el riesgo de accidentes entre ciclistas sea menor (Sanz et al., 2016).

3.3.1. Diseño geométrico

La Av. Ramón Mugica y Av. Country cuenta con una sección de vía promedio de 23 metros. El diseño geométrico de la ciclovía parcialmente segregada propone una reducción en los anchos de las veredas de unos 30 cm aproximadamente, verificando, además, que cumpla con el ancho mínimo de las aceras según la Normativa de Habitación Urbana; es decir, contar con un ancho de vereda de 3 m. También se propone reducir las dimensiones del separador central hasta unos 2.10 m, con tal de no perjudicar el flujo de vehículos en los carriles y mantener los carriles de las calzadas (v. Figura 25).

3.3.1.1. Ancho de vía.

Se considerará el ancho mínimo de ciclovía de 1.60 m, debido a que el ancho de los carriles de los vehículos motorizados es el mínimo y se quiere evitar congestión por tráfico en máxima medida.

- Resguardos. Se considerará un resguardo mínimo de 0.60 m para evitar de igual manera la congestión de por tráfico.
- Barandas. Se utilizarán postes guías o barandas de 1.5 m de altura para menguar la probabilidad de riesgo por accidentes y evitar que los vehículos

circulen por la misma. 56 • Diseño de intersecciones. Una vez que la ciclovía se encuentre con la intersección de la Av. Ramón Mugica – Av. Cáceres y la intersección de la Av. Country – Av. Eguiguren, la ciclovía estará señalizada de manera continua en el pavimento hacia la siguiente calzada. Se implementará la señalización correspondiente para guiar a los usuarios y la implementación de semáforos en las intersecciones para la circulación de los ciclistas. Figura 25. Derecho de vía de la Av. Ramón Mugica y Av. Country - ciclovía unidireccional. Fuente: Elaboración propia – Streetmix.

3.3.1.2. Velocidad de diseño. La velocidad de diseño típica para entornos urbanos es de 30 km/h, aunque la velocidad deberá ser mayor para pendientes más pronunciadas. Debido a la longitud del tramo de las Av. Ramón y Av. Country, se escoge una velocidad de diseño de 45 km/h (v. Tabla 1).

3.4. Propuesta N°2: Ciclovía segregada La exitosa experiencia de la Av. José Eugenio Aguilar Santisteban en Piura invita a recrear su distribución del derecho de vía. Sin embargo, será necesario realizar un estudio de más minucioso de las variables presentes en las Av. Ramón Múgica y la Av. Country con respecto al caso ejemplar.

3.4.1. Diseño geométrico La Av. Ramón Múgica y la Av. Country cuentan en su conjunto, con un promedio de sección de vía de 23 m y casi una longitud de 830 m, desde la Av. Fortunato Chirichigno y la Av. Sullana Norte. Las dos calzadas presentes son de doble sentido, por lo que es indispensable verificar que el ciclista se encuentre totalmente seguro en esta ruta según el Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas (v. Tabla 17).

57 Tabla 17. Velocidad promedio alcanzada por vehículos ligeros y pesados según la distancia recorrida

Distancia Recorrida	Velocidad alcanzada (km/h) Vehículos ligeros	Velocidad alcanzada (km/h) Vehículos pesados
Pendiente – 6 % Llano	25	39
Pendiente +6 % Llano	32	27
Pendiente – 6 % Llano	20	12
Pendiente +6 %	50	48
	43	37
	33	22
	13	75
	55	50
	45	40
	28	13
	100	60
	55	51
	45	33
	13	125
	60	60
	55	50
	33	13

13 Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2015. Como se observa, la

velocidad en zonas urbanas es 60 km/h como máximo. Además, para zonas que presentan instituciones educativas como colegios o universidades, y centros de salud; la velocidad máxima permitida es 30 km/h. En este caso, las avenidas en estudio cuentan con la Universidad de Piura y la Posta Médica Chapairá. En conclusión, existen tramos en donde los vehículos recorren con 60 km/h y otros con 30km/h. Es por ello, que, dada las condiciones de velocidad de esta ruta, por seguridad es preferible la implementación de una ciclovía segregada. El derecho de vía mantendrá la simetría y respetará las consideraciones previstas, lo que significa el respeto de espacio a veredas y a jardines, como a parámetros mínimos establecidos. Sin embargo, se tiene que realizar una redistribución de los árboles ubicados en el separador central, de manera que por el medio pueda transitar los dos carriles de la ciclovía.

3.4.1.1. Ancho de vía. En una ciclovía bidireccional, el espacio requerido para la circulación de 2 ciclistas en sentido opuesto es la sumatoria de las dimensiones de dos ciclistas en sus laterales más próximos (1.75 m), es decir 2 m. La sección de una ciclovía bidireccional depende de otros factores como los obstáculos laterales y las condiciones de los espacios adyacentes. En este caso se colocarán sardineles de 0.10 m como mínimo, por lo tanto, las dimensiones de sección se incrementan 0.50 m a cada lado. Además, debido a la presencia de árboles en toda la vía, la distancia a estos deberá ser como mínimo 0.75 m, por ser considerado un obstáculo lateral discontinuo.

58 El ancho de la ciclovía estará conformado por dos carriles de sentidos opuestos con 1.5 m cada uno. Un sardinel a ambos lados de 0.15 m, restando un espacio de 1.20 m a cada costado, el cual será usado para la disposición de los árboles (v. Figura 26).

3.3.1. Diseño geométrico La Av. Ramón Mugica y Av. Country cuenta con una sección de vía promedio de 23 metros. El diseño geométrico de la ciclovía parcialmente segregada propone una reducción en los anchos de las veredas de

unos 30 cm aproximadamente, verificando, además, que cumpla con el ancho mínimo de las aceras según la Normativa de Habilitación Urbana; es decir, contar con un ancho de vereda de 3 m. También se propone reducir las dimensiones del separador central hasta unos 2.10 m, con tal de no perjudicar el flujo de vehículos en los carriles y mantener los carriles de las calzadas (v. Figura 25).

3.3.1.1. Ancho de vía. Se considerará el ancho mínimo de ciclovía de 1.60 m, debido a que el ancho de los carriles de los vehículos motorizados es el mínimo y se quiere evitar congestión por tráfico en máxima medida.

- Resguardos. Se considerará un resguardo mínimo de 0.60 m para evitar de igual manera la congestión de por tráfico.
- Barandas. Se utilizarán postes guías o barandas de 1.5 m de altura para menguar la probabilidad de riesgo por accidentes y evitar que los vehículos circulen por la misma.
- Diseño de intersecciones. Una vez que la ciclovía se encuentre con la intersección de la Av. Ramón Mugica – Av. Cáceres y la intersección de la Av. Country – Av. Eguiguren, la ciclovía estará señalizada de manera continua en el pavimento hacia la siguiente calzada. Se implementará la señalización correspondiente para guiar a los usuarios y la implementación de semáforos en las intersecciones para la circulación de los ciclistas. Figura 25. Derecho de vía de la Av. Ramón Mugica y Av. Country - ciclovía unidireccional. Fuente: Elaboración propia – Streetmix.

3.3.1.2. Velocidad de diseño. La velocidad de diseño típica para entornos urbanos es de 30 km/h, aunque la velocidad deberá ser mayor para pendientes más pronunciadas. Debido a la longitud del tramo de las Av. Ramón y Av. Country, se escoge una velocidad de diseño de 45 km/h (v. Tabla 1).

3.4. Propuesta N°2: Ciclovía segregada La exitosa experiencia de la Av. José Eugenio Aguilar Santisteban en Piura invita a recrear su distribución del derecho de vía. Sin embargo, será necesario realizar un estudio de más minucioso de las variables presentes en las Av. Ramón Múgica y la Av. Country con respecto al caso ejemplar.

3.4.1. Diseño geométrico La Av. Ramón Múgica y

la Av. Country cuentan en su conjunto, con un promedio de sección de vía de 23 m y casi una longitud de 830 m, desde la Av. Fortunato Chirichigno y la Av. Sullana Norte. Las dos calzadas presentes son de doble sentido, por lo que es indispensable verificar que el ciclista se encuentre totalmente seguro en esta ruta según el Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas (v. Tabla 17).

Distancia Recorrida	Velocidad alcanzada (km/h)	Vehículos ligeros	Vehículos pesados
Pendiente – 6 %			
Llano	Pendiente +6 %	25	39
Pendiente – 6 %		32	27
Llano	Pendiente +6 %	39	27
		27	20
		20	12
		9	
50	48	43	37
37	33	22	13
75	55	50	45
40	28	13	
100	60	55	51
45	33	13	125
60	60	55	50
33	13		

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2015. Como se observa, la velocidad en zonas urbanas es 60 km/h como máximo. Además, para zonas que presentan instituciones educativas como colegios o universidades, y centros de salud; la velocidad máxima permitida es 30 km/h. En este caso, las avenidas en estudio cuentan con la Universidad de Piura y la Posta Médica Chapairá. En conclusión, existen tramos en donde los vehículos recorren con 60 km/h y otros con 30km/h. Es por ello, que, dada las condiciones de velocidad de esta ruta, por seguridad es preferible la implementación de una ciclovía segregada. El derecho de vía mantendrá la simetría y respetará las consideraciones previstas, lo que significa el respeto de espacio a veredas y a jardines, como a parámetros mínimos establecidos. Sin embargo, se tiene que realizar una redistribución de los árboles ubicados en el separador central, de manera que por el medio pueda transitar los dos carriles de la ciclovía.

3.4.1.1. Ancho de vía. En una ciclovía bidireccional, el espacio requerido para la circulación de 2 ciclistas en sentido opuesto es la sumatoria de las dimensiones de dos ciclistas en sus laterales más próximos (1.75 m), es decir 2 m. La sección de una ciclovía bidireccional depende de otros factores como los obstáculos laterales y las condiciones de los

espacios adyacentes. En este caso se colocarán sardineles de 0.10 m como mínimo, por lo tanto, las dimensiones de sección se incrementan 0.50 m a cada lado. Además, debido a la presencia de árboles en toda la vía, la distancia a estos deberá ser como mínimo 0.75 m, por ser considerado un obstáculo lateral discontinuo. 58 El ancho de la ciclovía estará conformado por dos carriles de sentidos opuestos con 1.5 m cada uno. Un sardinel a ambos lados de 0.15 m, restando un espacio de 1.20 m a cada costado, el cual será usado para la disposición de los árboles (v. Figura 26). Figura 26. Derecho de vía de la Av. Ramón Mugica y Av. Country - ciclovía bidireccional. Fuente: Elaboración propia – Streetmix.

3.4.1.2. Velocidad de diseño. En buenas condiciones (clima, pendiente y calidad de pavimento), se considera una velocidad de diseño de 30 Km/h, este indicador puede variar pues en la actualidad, tomando en cuenta las nuevas técnicas de elaboración y la tecnología aplicada puede esperarse velocidades de hasta 20 a 25 Km/h. Si se tiene una pendiente pronunciada, la velocidad de descenso deberá ser mayor que la empleada en los tramos rectos para permitir que el ciclista aumente la velocidad con seguridad. La velocidad de diseño escogida es de 45 km/h ya que es la que más se aproxima a las condiciones del topográficas de la zona, así como al nivel de servicio anteriormente mencionando (Ver Tabla 1).

3.5. Evaluación de propuestas y selección definitiva La velocidad promedio de los vehículos usuarios de la vía es menor a la máxima permitida, es decir 60 km/h. Si esta fuera mayor se podrían generar serios conflictos, especialmente en la ciclovía parcialmente segregada, ya que, ante un posible accidente, la vida de los ciclistas estaría en riesgo. Por lo que, ambas propuestas garantizan la seguridad de los usuarios.

- Ciclovía parcialmente segregada - Propuesta N°1 Con respecto a la ciclovía parcialmente segregada, resulta inconveniente ubicarla de esta manera ya que esto un aumento necesario de la calzada para ubicar la red ciclo viaria, además de reducir el ancho de

los carriles para los vehículos motorizados. Esto, sin duda, es un problema porque resultaría complicado implementar una ciclovía en las calles continuas, debido a que el ancho de los carriles es de dimensión mínima, dificultando mucho el diseño 59 de la ciclovía para su conexión en una red más grande, a pesar de tener un mejor acceso a las calles secundarias laterales. Los vehículos como taxis y combis tendrán que estacionarse en el límite de la ciclovía para recoger pasajeros; esto, por ende, generaría un problema de congestión y caos al momento que las personas atraviesen la ciclovía para subirse a los vehículos. Además del tráfico que se generará por los mismos vehículos, que tendrán que formar cola tras el estacionamiento de otros, ya que no podrían circular libremente debido al poco ancho de los nuevos carriles. Un gran número de personas en el país carecen de cultura vial, es decir, los usuarios de las vías no poseen un buen comportamiento y pensamiento en las calles. Esto maximiza los riesgos de producción de accidentes trayendo consigo una baja seguridad para los usuarios conductores, peatones y ciclistas. La implementación de la ciclovía al lado del carril aumentaría las probabilidades de accidentes si no se toman las medidas necesarias para combatir la falta de cultura vial.- Ciclovía segregada - Propuesta N°2 Contrariamente a lo expuesto, la ciclovía segregada no presenta a gran escala estos problemas en el ámbito vial, los vehículos no tendrán problemas de estacionamiento y el flujo vehicular no será perjudicado de manera considerable. Si bien la construcción e implementación de esta ciclovía implica remover los árboles ubicados en el separador central, estos se pueden trasplantar para no modificar negativamente el aspecto de la ciclovía ni las áreas verdes de las avenidas. De esta manera, se conserva los beneficios de contar con estos árboles, pues los algarrobos producen oxígeno, sombra en días cálidos, protección en días lluviosos y que el paisaje resulta más atractivo a los ciclistas. Cabe anotar que, teniendo un límite entre los ciclistas y los vehículos motorizados no tan espaciado, esto

aumentaría la exposición de los ciclistas a los gases contaminantes de los vehículos motorizados, contar con la presencia de árboles reduciría esta exposición de manera significativa. En las intersecciones con alto flujo vehicular, la ciclovía no cruzará de largo porque implicaría añadir una fase más al ciclo del semáforo para garantizar seguridad, por lo que la ciclovía se desviaría a los costados y recorrerá siguiendo el mismo flujo de los peatones evitando el tráfico pesado de la intersección. Por lo mencionado anteriormente, se considera que el diseño de la Propuesta N°2 presenta mejores características en cuanto a atractividad, geometría, vialidad y serviciabilidad; además de ser menos perjudicial para el tráfico y el comercio de la zona, favoreciendo a estos considerablemente.

60 Capítulo 4 Diseño geométrico definitivo

Con este diseño se busca cumplir con los requerimientos dados por los manuales y guías peruanas con la finalidad de presentar un buen producto, en este proyecto se hará uso del Manual de Diseño para Infraestructura de Ciclovías.

4.1. Diseño geométrico de la ciclovía segregada

Las avenidas Ramón Mugica y Country cuenta con un promedio de sección de vía de 23.30 m y casi una longitud de 830 m, desde la Av. Fortunato Chirichigno hasta la Av. Sullana Norte. La remodelación de esta avenida está dispuesta para crear una ciclovía sobre el separador central. Como se mencionó anteriormente, esta es más segura que las ciclovías compartidas, sobre todo aquellas como los carriles bici o carriles bus-bici, pues al ser una ciclovía segregada bidireccional tiene un menor contacto con los vehículos motorizados, especialmente por lo que se desplazan a altas velocidades.

4.1.1. Dimensionamiento básico de la ciclovía

4.1.1.1. Ancho de la ciclovía.

Para la correcta circulación de dos ciclistas en sentido contrario se necesita un espacio igual a la sumatoria de 2 ciclistas en sus laterales más próximos (v. Figura 27), es decir 2.0 m (v. Figura 26). La sección dependerá también de los obstáculos laterales, como son en este caso, el sardinel o bordillo, como este contará con 0.10 m de altura como

mínimo, la sección aumenta 0.50 m. a cada lado, dando como total un ancho de 3.00 m. A lo anterior se le debe sumar la distancia hasta los obstáculos adyacentes discontinuos, como postes de alumbrado y árboles próximos. Esta distancia deberá tener un mínimo de 0.75 m (v. Figura 28). Por tanto, la ciclovía Ramón Mugica – Country, el ancho de la ciclovía estará compuesto de dos carriles de 1.5 metros cada uno, con bordillos laterales de 0.15 m de ancho, sobrando un espacio de área verde de 1.2 m a ambos lados, abarcándose el ancho total de 5.7 m que presenta el separador central.

62 Figura 27. Espacio entre ciclistas

Fuente: Plan Maestro de Ciclovías Lima y Callao

Figura 28. Ancho total de la ciclovía

Fuente: Plan Maestro de Ciclovías Lima y Callao

4.1.1.2. Velocidad de diseño.

La velocidad de diseño de la ciclovía determinará su ancho, el radio y peralte de las curvas, y las distancias de señalización. Teniéndose en cuenta que la ciclovía será implementada en condiciones normales, es decir, en buenas condiciones climáticas y con terreno pavimentado y plano, la velocidad de diseño considerada es de 30 Km/h. Sin embargo, con la tecnología actual aplicada en las bicicletas es posible tener una velocidad de hasta 40 Km/h.

63 4.1.2. Perfil longitudinal de la ciclovía

El perfil longitudinal elaborado mediante los softwares TCX Converter y AutoCAD, mostró un pendiente de 1%, la cual no implicaría problemas de fatiga en la ciclovía. (v. Anexo 4).

4.2. Diseño de intersecciones

En el diseño de ciclovías, las intersecciones son puntos de alta importancia pues en ellas se presentan la mayor parte de los accidentes y conflictos en las vías. Además, también son definitivos en términos de comodidad y seguridad para los ciclistas pues su mal diseño provocaría una pérdida de energía y esfuerzo por parte de los usuarios de la ciclovía. Según las características del tráfico y tipo de vía, las ciclovías pueden realizarse siguiendo ciertas pautas, como hacer las ciclovías segregadas para mayor seguridad, sin embargo, es recomendable generar un nuevo esquema, diseño y programación de actividades para cada proyecto pues las

situaciones donde se desarrollan son distintas. La intersección de la Av. Ramón Mugica y Av. Andrés Avelino Cáceres deberá ser segura, coherentes y directas. Para ello, seguirá los siguientes criterios: • Se deberá tener un control de velocidad y a la vez, garantizar la buena visibilidad para todos los usuarios que transiten por estas vías. De esta manera, se reducirán los conflictos entre usuarios, teniéndose en cuenta que el orden de prioridad de vía comienza por los peatones, seguido por los ciclistas y finalmente por los motorizados. • La intersección contará con diseño y señalización demarcada y claramente legible que brinden una buena guía al usuario del camino a seguir y advierta a peatones y motorizada del paso de bicicletas, facilitando la percepción entre usuarios. • La intersección garantizar la fluidez de transporte de los usuarios, reduciendo el tiempo de espera y recorrido de ciclistas. Todo el trayecto de la ciclovía estará demarcado de color rojo con la finalidad de contrastar los diferentes espacios en la calzada y sea más fácil de identificar por el ciclista, la ruta que debe seguir y para los peatones y motorizados prever el paso de bicicletas. La coloración de la ciclovía es un elemento que cumple una función de brindar seguridad vial e información concisa al ciclista en las intersecciones. En las avenidas donde se implementarán las ciclovías son de alto flujo de tránsito con carriles en dos sentidos y sin presencia de óvalo, por lo que la maniobra adecuada para cruzar la intersección por parte de los ciclistas sería la siguiente: 64 Figura 29. Ciclovía en separador central en cruce con vía de doble sentido de circulación Fuente: Manual de Diseño para Infraestructura de Ciclovías. 4.2.1. SemafORIZACIÓN Las ciclovías deben contar con un ciclo semafórico, el cual tiene brinde seguridad a los ciclistas en las intersecciones y evite accidentes. La semafORIZACIÓN de la ciclovía de la Av. Ramón Mugica y la Av. Country será la misma que la usada por los vehículos motorizados y peatones. A continuación, se propondrán algunas mejoras para estos semáforos: • Para determinar si el semáforo

necesita una fase de giro protegido a la izquierda, se siguieron los lineamientos dadas por el Federal Highway Administration de los Estados Unidos, los cuales consisten en la multiplicación del volumen de giro a la izquierda y el volumen opuesto por carril. Si el producto es mayor a 50 000, entonces será necesario la fase protegida. Tabla 18. Producto cruzado para determinar la necesidad del giro protegido a la izquierda. Dirección Volumen de giro a la izquierda N° carriles en sentido opuesto Volumen en sentido opuesto Volumen opuesto por carril Producto cruzado Zona 1 94 2 587 293.5 27589 Zona 2 100 2 636 318 31800 Zona 3 335 2 662 331 110885 Zona 4 366 2 605 302.5 110715 Fuente: Elaboración propia. 65 • Como se puede apreciar en la zona 3 y la zona 4, correspondientes a la Av. Andrés Avelino Cáceres, el producto cruzado sobrepasa los 50 000, por lo tanto, necesitan urgentemente una fase exclusiva de giro a la izquierda protegido. • El ciclo semafórico actual tiene dos fases, la fase 1 le da el pase a la Av. Ramón Mugica y la Av. Country, mientras la Av. Cáceres permanece en rojo y la fase 2, le luz verde a la Av. Cáceres y al resto de avenidas, luz roja. Las dos fases son insuficientes cuando se trata de una intersección de alto volumen de vehículos y son necesarios los giros a la izquierda, como es este caso. 4.3. Referencias para el diseño del pavimento Para la elección del tipo de pavimentación de la ciclovía se tomarán en cuenta las recomendaciones de la Guía de cicloinfraestructura para ciudades colombianas (MT Colombia, 2016). Tabla 19. Valoración de superficies de rodadura Mezclas bituminosas Concreto Adoquín/ baldosa Gravilla compactada Adherencia 3 3 3 1 Resistencia rodadura 3 2 1 0 Resistencia a la erosión 3 3 3 0 Regularidad superficial 3 2 1 0 Costo de construcción 1 2 0 3 Costo de mantenimiento 2 2 1 1 Compatibilidad con los vehículos motorizados 3 3 1 0 0 mala, 1 regular, 2 aceptable, 3 buena Fuente: MT Colombia, 2016. En la tabla, se puede observar que las ciclovías pueden estar pavimentadas con adoquín/ baldosas, gravilla compactada, mezclas bituminosas y

concreto. Siendo las dos últimas superficies de rodadura, las que presentan un mejor desempeño según las características especificadas. Como se mencionó anteriormente, entre las Av. Luis A. Eguiguren y la Av. Sullana Norte, está presente un canal de desagüe bajo el separador central. Por lo que, primero es necesario determinar el uso o futura utilización del canal para poder tener una elección de material idónea. Si de ser necesario, el canal es reubicado, se podrá rellenarlo y construir la ciclovía con asfalto o concreto. De lo contrario, tendrá que emplearse adoquines sin biselar, ya que son más económicos y fáciles de instalar, y da la posibilidad de que, en un eventual uso del canal, la ciclovía podrá ser reubicada de forma rápida. En lo posible, se evitará el uso de adoquines, debido que, a comparación de los otros materiales, presentan mayores asentamientos diferenciales, que podrían ocasionar 66 accidentes de los ciclistas. Además, es incómodo para los ciclistas debido a su superficie no uniforme. El asfalto y el concreto serían las dos opciones más adecuadas para ser usadas como superficie de rodadura. Sin embargo, se escogió el asfalto, ya que además de tener buenas condiciones de cohesión, antideslizamiento y resistencia, el costo de instalación y mantenimiento, es menor que el del concreto y permite realizar mezclas para el manejo de pavimentos de color.

4.4. Referencias para señalización

El Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, difundido por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, regula la señalización para vías y carreteras. A continuación, se darán a conocer las señales que se implementarán en la ciclovía Mugica-Cáceres (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016).

4.4.1. Señalización vertical

- Reguladoras o de reglamentación Estas señales indican a los usuarios las limitaciones, prohibiciones o restricciones presentes en la vía y cuyo incumplimiento simboliza una violación al reglamento. Para la ciclovía se usarán las siguientes:
 - } R-1 Indica efectuar la detención del vehículo.
 - } R-2 Señal de

“Ceda el Paso”. } R-14 Indica la dirección del flujo. } R-42 Calzada exclusiva para bicicletas, separada físicamente con infraestructura. } R-42A Calzada para bicicletas, separada mediante señalización (ciclo carril). Fuente: Manual de Dispositivos de Control de Tránsito para Calles y Carreteras, 2000. Figura 31. Señal Reguladora R-2 Figura 30. Señal Reguladora R-1 Figura 33. Señal Reguladora R-42 Figura 32. Señal Reguladora R-42 A 67

- Informativa Su objetivo es guiar al conductor proporcionándole información relacionada a la identificación de destinos, direcciones, intersecciones, sitios de interés, distancias, servicios, etc. } I-18 Aproximación al final de la ciclovía (dirigido a ciclistas). Figura 34. Señal Informativa I-18 Fuente: Manual de Dispositivos de Control de Tránsito para Calles y Carreteras, 2000.

4.4.2. Señalización horizontal

Están puestas en marcas sobre el pavimento con la función de delimitar y a la vez, canalizar el tránsito de los vehículos motorizados y bicicletas.

- Ubicadas en las intersecciones, estas señales tienen como propósito advertir a los conductores de vehículos motorizados del paso de y ciclistas, además de ordenar el cruce de las mismas. Se representan por líneas discontinuas de 0.30 m de ancho por 0.60 m de largo espaciadas cada 0.60 m. Figura 35. Señal horizontal - cruce de intersección tramo recto Fuente: Manual de Dispositivos de Control de Tránsito para Calles y Carreteras, 2000.
- En la ciclovía. } Se hace uso de la línea continua de color blanco refractivo de 0.10 m de grosor para delimitar el ancho total de la ciclovía. 68 Figura 36. Delimitación del ancho de vía Fuente: Plan Maestro de Ciclovía Lima y Callao. } Una línea de pare es de 0.5 m de grosor, de color blanco refractivo y ubicada en los extremos de la ciclovía de manera perpendicular al sentido de tránsito. Figura 37. Línea de pare de ciclovía Fuente: Plan Maestro de Ciclovía Lima y Callao. } Trazar una bicicleta en el pavimento de todo el trayecto de la ciclovía dejando 100 m como máximo entre cada dibujo, así como también

en los ingresos y salidas de tramos posteriores a accesos y cruces, y ante la cercanía de cambios de dirección o rutas alternativas. Figura 38. Marcas en pavimento - bicicleta Fuente: Plan Maestro de Ciclovía Lima y Callao 69 } Con la finalidad de indicar que los carriles de la ciclovía son solo para el uso exclusivo de bicicletas, se colocará la palabra SOLO BICI. 4.4.3. Ubicación de señales 4.4.3.1. Localización. Por lo general, las señales deberán estar ubicadas en el lado derecho del tránsito. En algunos casos estarán colocadas en lo alto sobre la vía. En casos excepcionales, como señales adicionales, se podrán colocar al lado izquierdo del sentido del tránsito. La distancia del borde de la calzada al borde próximo de la señal no deberá ser menor de 0.60 m. 4.4.3.2. Altura. Las señales deberán cumplir con una altura de visibilidad mínima e igual a 2.10 m desde el nivel de la vereda hasta el borde inferior de la señal. 4.4.3.3 Ángulo de colocación. El ángulo de colocación de las señales será de 90° con respecto a las veredas, en la mayoría de los casos. Este ángulo podrá variar solo en los para las señales con material reflectante, permitiendo una diferencia en la inclinación entre 8 a 15°. 4.4.3.4. Postes o soporte. Los postes o soportes que se utilizarán para la señalización vertical podrán ser tubos de fierro redondo o cuadrado, perfiles omegas perforados o tubos plásticos rellenos de concreto. Para el caso de señales preventivas, se deberá utilizar postes pintados de franjas negras y blancas de 0.3 m de grosor y de manera intercalada. Para las señales informativas serán de color gris 4.4.3.5. Ubicación de señales de pare. Si bien las señales verticales estas reguladas por el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, la determinación de la señal de PARE esta función de la velocidad de diseño. Esta ubicación se puede determinar con la siguiente formula. El resultado para nuestra zona de estudio es de 30.80 m de distancia de señal de pare (Acuña et al., 2016). Figura 39. Dimensiones de las marcas en el pavimento – bicicleta Fuente: Manual de

Diseño de Ciclo rutas para Santa Fe de Bogotá. Figura 40. Marcas en el pavimento – SOLO BICI Fuente: Plan Maestro de Ciclovía Lima y Callao. 70 $S = V^2 \cdot 225 \cdot f(+/-)G + 0.7V$ [Ec. 4.1] S: Distancia de señal de pare (m). Descendente (Línea continua) / Ascendente (Línea discontinua). F: Coeficiente de fricción de la calzada. G: Pendiente m/m (ascenso/recorrido). 4.5. Seguridad en la ciclovía 4.5.1. Iluminación en la ciclovía Una adecuada iluminación es un factor de seguridad muy importante para los ciclistas. Para ello, es necesario garantizar la implementación de luces en todo el trayecto de la vía. La Av. Ramón Mugica y la Av. Country, presentan poca iluminación por las noches, lo que podría ocasionar que los ciclistas puedan sufrir accidentes debido a obstáculos que no fueron vistos en el camino, además de estar propensos a posibles asaltos. Otro de los puntos importantes por los cuales la ciclovía tiene que estar correctamente iluminada, se debe a que el ciclista debe estar siempre a simple vista de los conductores de vehículos motorizados, no solamente en las intersecciones. Es por los puntos anteriormente mencionados, que la ciclovía Ramón Mugica – Country, contará con faros distribuidos en todo el recorrido de la vía. 4.5.2. Estacionamientos Una infraestructura ciclo-inclusiva debe contar con espacios adecuados y seguros en los que se puedan estacionar las bicicletas. Si no se tiene en cuenta esto, las posibilidades de uso de este vehículo, se reducirían. Una buena distribución y aplicación de un ciclo - parqueadero genera confianza en el usuario y por tanto garantiza mayores niveles de uso (Municipalidad de Lima, 2017). Un buen estacionamiento de bicicletas garantiza como mínimo tres aspectos: seguridad, comodidad y protección a la intemperie. (Pardo, Caviedes, & Calderón Peña, 2013). 71 Figura 41. Ciclo-parqueadero en espacio público Jr. Camaná – SAT Fuente: Manual de Normas Técnicas para la Construcción de Ciclovías y Guía de Circulación de Bicicletas, 2017. El modelo de estacionamiento escogido es la U invertida, ya que es simple, comprensible para el

usuario, tiene bajo costo, y es de fácil instalación y mantenimiento. Su forma permitirá la adecuada conexión de la llanta trasera y marco de la bicicleta al cicloparqueadero, que mantendrá seguro al móvil. La ubicación de los estacionamientos obedecerá a la proximidad a los principales destinos de los conductores de bicicleta como restaurantes, salones de belleza, farmacias y supermercados. Los posibles puntos de parqueadero público estarían ubicados en:

- Parqueadero en el separador central entre la Av. Andrés Avelino Cáceres y la Calle Santa María.
- Parqueadero en el separador central entre la Calle Santa María y la Calle Los Parques.
- Parqueadero en el separador central entre la Calle Los Parques y la Calle Los Ceibos.

Las U invertidas estarán hechas con tubos de acero de 5 cm de diámetro, empotradas al suelo y colocadas en la zona de área verde del separador central destinada para estacionamientos. Las dimensiones propuestas para los parqueaderos de la ciclovía, mostradas en las siguientes imágenes, están basadas en el Plan Maestro de Ciclovías de Lima y Callao. 72 Figura 42. Parqueadero universal. Fuente: Plan Maestro de Ciclovías de Lima y Callao 4.5.3. Continuidad de la ciclovía 4.5.3.1. Integración con el transporte público/paraderos. Para lograr que el transporte público y la bicicleta tengan una integración exitosa, se requerirá de una infraestructura para bicicletas perfectamente planificada que complemente el sistema de transporte público y garantice que el transporte en bicicleta se realice de forma cómoda y segura. La bicicleta tanto como el automóvil, realizan un servicio de puerta en puerta, pues su capacidad de penetración es alta, es decir, facilita el acceso a casi todos los destinos. Se le puede dar uso en todo momento, es rápida y eficiente en distancias sobre todo cortas e intermedias. Por otro lado, el transporte público tiene ventaja al poder movilizar gran cantidad de personas en distancias más largas. Por ello, la primera alternativa de integración, establece un sistema de transporte modal basado en las distancias de recorrido, que consta en caminar distancias cortas (0-500 m), usar la

bicicleta para distancias intermedias (500 m – 5 km) y el transporte público para distancias más largas (5 km a más). Esta sería la opción de transporte más razonable en términos económicos, urbanos y ambientales. Por otro lado, el sistema de transporte intermodal, propone la agrupación inteligente de bicicletas y transporte público, ofreciendo opciones integradas de movilidad a las personas y una alternativa muy llamativa a diferencia del uso de automóviles como transporte diario. Como segunda alternativa, se plantea el uso de “racks” que permitan que las bicicletas sean movilizadas por medios de transporte como: buses, taxis y mototaxis. De esta manera, las personas que necesitan recorrer una distancia larga en bicicleta, tienen la posibilidad de combinar el uso de este vehículo con el transporte público, logrando la integración de ambos modos. 73 Adicionalmente a estas propuestas, sería recomendable la creación de una institución que controle el tránsito y el uso de las bicicletas, que genere políticas ciclo-inclusivas y determine medidas adecuadas para que el transporte en la bicicleta sea seguro y no restrictivo. Figura 43. Modelo de bus con rack para bicicletas Fuente: Shutterstock, 2015. 4.5.3.2. Promoción de la bicicleta y educación ciclista. Para lograr una ciudad con movilidad ciclo-inclusiva, en la que se integre al usuario en la dinámica del transporte diario como actor vial legítimo, es necesaria, además de la regulación e infraestructura, la promoción del uso de la bicicleta y la educación ciclista. Las estrategias de educación y promoción se consolidan en el gobierno, pero también parten de iniciativas ciudadanas que tienen como objetivos: fundamentar el uso de la bicicleta, educar sobre su uso correcto e informar los deberes y derechos de los usuarios de la vía. Para aprovechar los beneficios que nos proporciona la bicicleta como movilidad sostenible, se plantea la generación de actividades de promoción para su uso, en las que los más pequeños sean un objetivo importante, dado que, sensibilizarlos, garantizaría en un mediano a largo plazo, el uso de este transporte cuando

sean adultos, arraigándose este estilo de vida en los ciudadanos. Fomentar el uso de la bicicleta en el público de entre 15 y 25 años, también es fundamental, ya que estos podrían optar por el uso de este, en lugar de un automóvil o hacer uso de este de forma racional. Por otro lado, el grupo de personas que son mayores de 35 años, es poco probable que cambien de medio de transporte, sin embargo, es posible educarlos en el respeto hacia el usuario de la vía pública. Es importante tener en cuenta, que no todas las personas están dispuestas a usar la bicicleta como medio de transporte. Esto puede deberse a muchas razones, entre ellas la familiaridad con este vehículo, la destreza y aspectos concernientes con género y edad. Las características ambientales también son elementos claves para escoger el medio de transporte más beneficioso. Si el entorno no es confiable, lógicamente la cantidad de usuarios que harán uso de la vía, será limitada. Es por ello, que antes de llevar a cabo las campañas de sensibilización, recreación e integración, es necesario hacer de la ciclovía, un trayecto seguro. Como medidas para la promoción del uso de la bicicleta, se presentan:

- La asignación de un presupuesto anual por el gobierno para proyectos de bicicletas.
- La regularización de automóviles para la seguridad de ciclistas y peatones.
- La integración del sistema de salud a la promoción de la bicicleta.
- La integración de las bicicletas con el sistema de transporte multimodal.
- La recopilación de datos estadísticos sobre el uso de bicicletas.
- La elaboración de un plan maestro de apoyo al ciclismo.

4.5.3.3. Propuesta de continuidad del proyecto. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones ha aprobado un proyecto que consiste en la implementación de ciclovías en las principales avenidas de la ciudad de Piura, financiando este sistema de ciclovías a través de acciones de mantenimiento y adecuación de los elementos viales (Arbulú Panta, 2020). Este sistema de ciclovías está conformado por ciclovías unidireccionales y bidireccionales ubicadas en las siguientes avenidas: en la

Av. Grau, recorriendo la calle Tacna hasta el Óvalo Grau y continuando en la Av. Cushing hasta la Av. Ex Chulucanas Raúl Matta, en la Av. Andrés Avelino Cáceres, entre la Av. Guillermo Irazola-Puente Cáceres hasta la calle Fortunato Chirichigno, y en las avenidas Luis Antonio Eguiguren, Av. Vice, Av. Sullana y Av. Independencia en Castilla (Arbulú Panta, 2020). La ciclovía de la Av. Ramón Mugica y Av. Country podría conectar con estas futuras ciclovías, así la ciudad de Piura contará con su propio sistema integrado de ciclovías que facilitará el transporte y mejorará la sostenibilidad vial de la ciudad.

75 Conclusiones

- El nivel de servicio actual determinado sin la implementación del proyecto, el cual es la clasificación más baja y ocurre cuando el flujo es mayor a la capacidad generando congestión y formación de colas; representa uno de los principales problemas a resolver con el proyecto.
- El programa SYNCHRO 8.0 reflejó la situación anterior como un estado crítico y deficiente como categoría F, el flujo vehicular tiene bajas velocidades y una libertad de maniobra casi nula; por lo que la implementación de la ciclovía mejora esta situación reduciendo el número de vehículos y controlando el flujo en las intersecciones. Esto se demuestra en el análisis hecho post proyecto en el que se ve que el nivel de servicio ha mejorado a un nivel D.
- El tipo de ciclovía elegido según la evaluación y análisis realizado es de tipo segregada y ubicada en el separador central debido a que no interviene en la sección transversal de la calzada dejando libre el paso del flujo vehicular; con el fin de evitar la formación de colas, problemas de seguridad y problemas de tráfico que se generarían ubicando la ciclovía al lado de las calzadas, a pesar de algunas ventajas que esta pueda ofrecer.
- Es importante realizar un análisis más profundo y más detallado en los varios aspectos que se necesitan para llevar a cabo la implementación de la ciclovía y que por la coyuntura actual, no se han realizado de la manera más óptima. Esto incluye el análisis de tráfico actual, análisis semafórico de las intersecciones, estudio de los niveles de servicio a lo largo de toda la

vía y el tipo de zona residencial, urbana o comercial en la que se llevará a cabo el proyecto. 76 77.

Fuerzas de contacto Estas fuerzas no son realmente fuerzas de diferente tipo, sino diferencias en el agente que causa la interacción. Tales fuerzas se hallan frecuentemente en análisis de movimiento humano y son: la fuerza de reacción articular, la fuerza de reacción de la tierra, la fuerza elástica y la fuerza muscular. En la mayoría de los casos, estas fuerzas no son calculadas, pero con la tecnología apropiada, es posible determinarlas. (6). 25 Fuerzas de reacción de la tierra La Ley de impacto de Newton: si dos cuerpos se mueven uno hacia el otro en una línea recta, la diferencia de las velocidades después del impacto depende de la diferencia de sus velocidades en el momento del impacto. (6). Desde esta perspectiva, la variabilidad en el comportamiento del sistema del movimiento humano no es vista como típicamente se ve, como un factor de ruido o error en la ejecución, por el contrario, se indica en Davids y otros (2003a), que los sistemas del movimiento humano necesitan acceder a esta información para contextualizar los movimientos en presencia de error o ruido, en la forma de variabilidad de la estructura del resultado motor, factor que constituye un imperativo para las adaptaciones funcionales a los ambientes dinámicos. (6). Perspectivas tradicionales de la variabilidad en el movimiento humano En la literatura de Control Motor existe una variedad de lineamientos científicos sobre la variabilidad del movimiento humano. Por ejemplo, en concordancia con Schmidt (2003) y Schmidt & Lee (2005), la variación de un patrón de movimiento en un momento determinado, puede ser considerada como la consecuencia de errores en la habilidad de predecir los parámetros necesarios para utilizar un programa motor y, con la práctica de tareas específicas, la predicción de errores puede ser eliminada gradualmente y de esta forma optimizar la precisión y eficiencia del patrón motor. (6). Bajo este concepto, un incremento en la variabilidad de un patrón de

movimiento significa una menor cooperación de los tres componentes del sistema referencial antes enunciado. Una disminución en la variabilidad del patrón de movimiento indicaría un comportamiento cooperativo y altamente estable del sistema. Esta línea de pensamiento indicaría en el plano deportivo, que para realizar el saque de 26 tenis hay que tener en cuenta el ambiente o estado externo del momento del gesto y las limitaciones biomecánicas y morfológicas del tenista. (6). Entonces la variabilidad en el movimiento humano ha sido tradicionalmente interpretada como un problema o “ruido” que debe ser minimizado para un rendimiento óptimo en una técnica definida. El “ruido” aquí se presume como las fluctuaciones al azar y está presente en los mecanismos neuromusculares en los sistemas biológicos. Este concepto ha sido adoptado como un factor limitante en control moto pero esta visión necesita de una mayor exploración para ir más allá de la desviación estándar. Entre mayor sea la variabilidad operacionalizada por la desviación estándar, mayor el ruido en el sistema. Gráfico N° 15.- Esquema de control para sub movimientos correctivos Gráfico N° 16.- Modelo Determinístico de un salto en longitud utilizado para un análisis cualitativo. Localizar el blanco Movimiento inicial Retroalimentación visual y propioceptiva Generar submovimiento correctivo Selección del blanco si No Distancia Distancia de despegue Distancia de vuelo Distancia de aterrizaje Posición corporal Posición al impacto Acciones después de 27 En el mundo de la técnica deportiva son muchos los ejemplos que pueden ser sujetos a la aplicación de este modelo que conlleva precisión y velocidad. Por ejemplo, se conocen, entre otros, los lanzamientos en baloncesto, los saques en tenis y voleibol, los tiros al arco en fútbol, los saltos en atletismo, los agarres en la mayoría de los deportes y las técnicas gimnásticas. Para explicar esta teoría de la variabilidad- impulso desde el mundo del deporte, se ha reportado por Miller (2002) una gran variabilidad en velocidad lineal de los segmentos terminales (T= tobillo, R = rodilla, C= cadera, H=

Hombro, Co = codo, M = muñeca y MCP = metacarpo) para los tiros libres largos y cortos, en baloncesto. Los tiros no efectivos son más variables, lo mismo que los tiros largos. (6). Lineamientos en el entendimiento de la variabilidad La variabilidad está inherente dentro y entre los sistemas biológicos (Newell & Corcos, 1993). Teniendo en cuenta el principio de la complejidad de la medición y análisis del movimiento humano expuesto por Acero (2002) donde existe un número finito de partes corporales y un número infinito de combinaciones de movimientos producidos por ellas, comprendiendo que todas están trabajando para producir un mismo patrón de movimiento, parece imposible que un movimiento humano del mismo patrón sea igual a otro. En este sentido 28 investigadores biomecánicos han empleado, recientemente, técnicas de análisis que van desde la aplicación de acercamientos de sistemas dinámicos hasta el control y coordinación de movimientos (6). En forma típica en la investigación en el movimiento humano, los datos cinemáticos y cinéticos de varios intentos de la misma técnica, son promediados para generar un registro intermediado por la ejecución de la persona o el patrón del movimiento, acompañado de una normalización. Aquí el patrón de organización temporal se pierde. Desde la estadística, las herramientas lineares tradicionales para estudiar e interpretar la variabilidad asumen que las variaciones entre las repeticiones de una técnica son aleatorias e independientes de repeticiones pasadas y futuras. Sin embargo, en estudios recientes se ha demostrado que las mencionadas variaciones son diferenciadas del “ruido”. Entonces estas no son ni aleatorias ni independientes. (6). La variabilidad como resultado del ajuste

Deportistas extraordinarios tales como Tiger Woods, Diego Maradona, Michael Jordan, Rafael Nadal, Nadia Comaneci y Sergei Bubka, entre otros, han mostrado capacidad para ejecutar sus técnicas en una forma muy consistente, sin embargo sus movimientos no son los mismos de intento a intento, cuando se miden en una forma precisa. Esto

implica que sus movimientos fueron o son altamente consistentes pero no son los mismos entre sí. (6). El enfoque de la variabilidad en el rendimiento deportivo Un sistema, según Aracil (1986), puede definirse como una entidad compleja formada por partes en interacción mutua, cuya identidad resulta de una adecuada armonía entre sus constituyentes, y dotada de una sustantividad propia que trasciende a la de esas partes. Un sistema dinámico (SD) implica la generación de 29 una actividad de cooperación entre un grupo de componentes inter-actuantes de un sistema (Mpitsos & Soynila, 1993). Entonces, ¿qué es un sistema dinámico? (6). Funciones de la variabilidad en la técnica deportiva La variabilidad ha sido reportada en lanzamientos, baloncesto, carrera, velocidad, gimnasia, tenis de mesa, tenis de campo, hockey sobre hierba, cricket, golf, fútbol, levantamiento olímpico, movimientos cíclicos y acíclicos, procedimientos terapéuticos y de rehabilitación; en competiciones reales y en condiciones de laboratorio con una alta validez investigativa. Los siguientes pueden ser los principales aportes de la variabilidad al rendimiento en la técnica deportiva y a su proceso de control en el entrenamiento. (6). Sistemática biomecánica El análisis de la técnica en biomecánica deportiva ha tenido tradicionalmente los siguientes pasos: a) observación directa o indirecta de los movimientos ejecutados de los deportistas, b) comparación de sus técnicas de movimiento con las de los deportistas “superiores”, tomadas como el modelo a mejorar y a optimizar, c) evaluación y diagnóstico de los movimientos de los deportistas, d) identificación de los errores técnicos y factores limitantes y e) enseñanza al deportista de cómo modificar su técnica a través de un entrenamiento apropiado. Lo más difícil en esta elipse de optimización es el diagnóstico del movimiento y la identificación de sus errores y factores limitantes. (6) Gráfico N° 17.- Órbita biomecánica en el rendimiento deportivo. 30 En el uso de este método predictivo se han encontrado dificultades para determinar las funciones objetivas y los criterios de

decisión y estimar los movimientos ideales. (6). En la práctica tradicional los procesos del entrenamiento y control de la técnica y de la enseñanza del gesto deportivo se hacen básicamente por la imitación de una técnica hecha por deportistas superiores o suficientemente adiestrados. (6). Impulsos de resistencia opuestas al desplazamiento La mayor fuerza opuesta al desplazamiento del ciclista es la aerodinámica, ésta supone más del 80% de todas las fuerzas de resistencia cuando solo se desplaza a 30 Km/h y muy superiores cuando se incrementa la velocidad (Gross; Kyle & Malewicki, 1984). En general se puede decir que la fuerza total producida por las resistencias del aire es la suma vectorial de dos fuerzas: a) Fuerza de arrastre, producida en la misma dirección del desplazamiento y en sentido contrario y b) Fuerza de sustentación, perpendicular a la dirección del desplazamiento, aunque esta fuerza solo adquiere cierta importancia en determinadas situaciones, como es el caso de la existencia de vientos relativos laterales. (7). 31 En esta situación, parte del aire se frena cuando choca con la sección transversal del cuerpo perpendicular al flujo y otra parte es incapaz de seguir el contorno de la superficie, produciéndose dos vórtices iguales o corrientes en torbellino detrás del ciclista que, según el teorema del momento cinético, producen una fuerza de arrastre opuesta al desplazamiento. Además, este hecho hace que la velocidad del flujo sea mayor detrás del ciclista que en la parte frontal y, según el teorema de Bernoulli, se produce una fuerza de succión posterior que reduce la velocidad del ciclista. (7). Gráfico N° 18- Representación gráfica del efecto de la resistencia Por último, otra de las fuerzas importantes que se oponen al desplazamiento de una bicicleta es el rozamiento en giro, especialmente cuando nos desplazamos a velocidades pequeñas, ya que a estas velocidades las resistencias aerodinámicas no son tan relevantes. La intensidad de la fuerza de resistencia producida por el rozamiento en giro depende de los siguientes factores: 32 a) Peso del ciclista y la bicicleta. Al incrementar el peso, el rozamiento en giro también se incrementa.

Por esta razón, para subir un puerto se utilizan bicicletas más ligeras y tienen más facilidad los ciclistas con menor peso. b) La presión de la rueda. Cuanto más presión tenga el tubular, el rozamiento en giro disminuye, incrementándose en un 30% cuando la presión de la rueda se reduce a la mitad. c) La resistencia producida por el rozamiento en giro es inversamente proporcional al diámetro de la rueda (Whit & Wilson, 1974). La utilización, cada vez más habitual, de ruedas con un diámetro menor responde al propósito de reducir el rozamiento producido por el aire y no el de giro, lo que se desprende de la expresión E-2. d) Sección transversal del tubular. Cuanto mayor es la sección transversal mayor será la resistencia producida por el rozamiento en giro. Dill, Seed & Marzulli (1954) comprobaron que una cubierta de 71 x 5.4 cm. requería un consumo máximo equivalente a 0.19 litros por minuto más que utilizando otra cubierta de 68 x 3.2 cm. e) El coeficiente de rozamiento. Cuanto menor sea éste, menor será la resistencia en giro, aunque es necesario considerar que una reducción máxima de su magnitud podría suponer un cierto peligro de caída. En este sentido se debe diferenciar entre el coeficiente de rozamiento estático y el dinámico. (7) Fuerzas propulsivas Según el sistema de análisis propuesto, las fuerzas propulsivas deben de considerarse como interactivas dentro del sistema ciclista-bicicleta, aunque para comprender mejor las fuerzas que el ciclista ejerce sobre la bicicleta es necesario tratar de interpretar solo al ciclista como objeto de estudio, el cual ejerce fuerzas contra la bicicleta para desplazarse. (7). 33 La fuerza de empuje sobre el manillar supone un 29% y las de tracción un 71%, cuando se realiza una salida máxima y un 43% de fuerza de empuje cuando se realiza una escalada, mientras que en llano las fuerzas de empuje superan a las de tracción en un 61% del total y que la fuerza total desarrollada sobre el manillar, durante un ascenso importante, es el doble que la desarrollada durante el llano. (7). Grafico N ° 19 Fuerzas propulsivas Fuente: (7) Medidas de eficacia en la aplicación de

fuerza Valorado mediante una función de costo referida a los momentos articulares de la cadera, rodilla y tobillo, las cuales habían sido correlacionadas con las fuerzas ejercidas sobre los pedales y los registros electromiográficos (Hull & Jorge, 34 1985). Los resultados indican que existe una cadencia óptima, entre 90 rpm. y 110 rpm., para las articulaciones de la cadera y el tobillo, mientras que la cadencia no incide significativamente sobre el momento del tobillo. (7). 35 Tabla N° 03.- relación entre longitud de biela, ritmo de pedaleo (cadencia) y medidas antropométricas, valorando mediante el porcentaje de desviación de la función de costo de los momentos articulares. Utilizando una potencia de 100 W en cada pierna. Cadencia (rpm) 60 70 80 90 100 110 120 130 140 Talla pequeña Longitud de biela (mm) % desviación, func. Costo. 200 186 200 87 200 34 200 13 175 7.1 155 2.8 140 0.0 140 8.5 140 36 Talla mediana Longitud de biela (mm) % desviación, func. Costo. 200 150 200 60 200 17 185 6.7 160 2.4 145 0.0 140 7.3 140 39 140 97 Talla alta Longitud de biela (mm) % desviación, func. Costo. 200 110 200 33 200 6.7 170 2.0 150 0.0 140 6.1 140 53 140 113 140 220 Fuente: (7) 36 Tabla N° .04- Optimización de variables mediante el momento de la función de costo, en relación a los diferentes ritmos de pedaleo (cadencias) y las medidas antropométricas de los ciclistas. con una potencia de 200 W. Bajos Medianos Altos Cadencia (rpm) 95 90 85 Longitud biela (L1) (mm) 193 191 185 Angulo tubo sillín (6) (°) 81.6 78.4 74.9 Altura sillín (L2) (mm) 696 773 858 Posición pie (L3) (mm) 130 143 156 Función de costo (N2 m2) 41.481 48.053 58.442 Cadencia (rpm) 100 95 90 Longitud biela (L1) (mm) 182 178 173 Angulo tubo sillín (6) (°) 80.7 77.6 74.5 Altura sillín (L2) (mm) 705 784 868 Posición pie (L3) (mm) 130 143 156 Función de costo (N2 m2) 40.560 47.982 57.176 Cadencia (rpm) 105 100 95 Longitud biela (L1) (mm) 171 167 161 Angulo tubo sillín (6) (°) 80 77 74 Altura sillín (L2) (mm) 714 793 876 Posición pie (L3) (mm) 130 143 156 Función de costo (N2 m2) 39.766 47.095 56.262 Cadencia

(rpm) 110 105 100 Longitud biela (L1) (mm) 161 157 151 Angulo tubo sillín (6) (°) 79.3 76.5 73.4 Altura sillín (L2) (mm) 722 801 876 Posición pie (L3) (mm) 130 143 156 Función de costo (N2 m2) 39.09 46.405 55.819 Fuente: (7) 37 Gonzalez & Hull (1989) realizaron un estudio donde analizaron cinco factores que consideraron relevantes y dependientes con la aplicación de fuerzas sobre el pedal, llegando a la conclusión que el factor más importante era la cadencia de pedaleo, seguido de la longitud de biela, el ángulo del tubo del sillín, altura del sillín y, por último, la posición del pie sobre el pedal. Para un ciclista de talla media, la máxima eficacia corresponde a una cadencia de 115 rpm., una longitud de biela (L1) de 0. 140 m., un ángulo de 75.7° del tubo del sillín (&) y, la altura del sillín (L2) más la longitud del brazo de la biela debe ser igual al 97% de la longitud de la pierna, medida hasta el trocánter. (7). En general se debe de considerar que una menor altura del sillín supone un incremento en la actividad muscular y especialmente del cuádriceps y biceps femoral (Ericson y Col., 1985; Jorge & Hull, 1986; Desipres, 1974), lo que nos da base para decir que una mayor altura del sillín permite pedalear con mayor facilidad, sobre todo cuando se incrementa la actividad. (7). La biomecánica deportiva es una disciplina que estudia las fuerzas desarrolladas por los músculos aplicadas a las palancas óseas del atleta. (8). Es una ciencia que busca el perfeccionamiento de la máquina humana para obtener de ella el máximo rendimiento en el gesto deportivo. La biomecánica es una ayuda legal y eficaz al servicio del deportista, pudiendo considerarla como una «técnica no dopante». (DE MONDENARD y CHEVALIER). (8) Posición sobre la bicicleta Altura del sillín: el sillín debe de alzarse de tal forma que estando el ciclista sentado sobre él, con las piernas extendidas, el talón llegue a contactar con el centro del pedal, estando éste en su punto más bajo. (8) 38 Retroceso del sillín: es el segundo paso a realizar tras haber colocado los pies en los pedales (se colocan de tal forma que la

cabeza del primer metatarsiano se sitúa sobre el eje del pedal). (8). Distancia sillín-manillar: para calcular colocaremos al ciclista con la biela adelantada paralela al tubo del cuadro que va desde la «caja pedalier» hasta la dirección. Le haremos colocar las manos en la parte baja del manillar, codo ligeramente flexionado. (8). Gráfico N° 20 Posición sobre la bicicleta

Tipos de cadenas cinéticas

El análisis de un movimiento suele hacerse a nivel de las diferentes articulaciones, estudiando cada una por separado, pero el problema es más complejo ya que ellas se enlazan formando una unidad de movimiento compleja, una cadena cinética. (8) 39 En el ciclismo, los dos extremos fijos de la cadena cinética se hallan a nivel del apoyo en el sillín, y de los apoyos fijos en los pedales:

- El sillín no debe ser blando ni poseer muelles, pues de ser así las caderas muestran un movimiento excesivo en cada pedalada, disminuyendo el rendimiento mecánico de la misma. Siendo grandes, los sillines dificultan el correcto ascenso y descenso de las piernas, que para ser eficaz ha de ser rectilíneo. (8)
- El anclaje inferior está compuesto por: el pedal; un calapié con su correa; la zapatilla, que en su suela posee un taco con una ranura para ser acoplada a la parte posterior del pedal: - el pedal. Es el lugar de la bicicleta donde se concentran todas las fuerzas generadas en el pedaleo. En él se transmite el esfuerzo alternativo de cada pie, transformándose posteriormente en un movimiento continuo mediante el cual se movilizará la bicicleta. (8) - el calapié. Los hay de diferentes profundidades; su elección dependerá del pie del ciclista. Sujetando con fuerza mediante la correa la zapatilla, su función consistirá en transmitir al pedal la fuerza generada por el ciclista en la FASE ASCENDENTE del pedaleo y no en la fase de avance anterior como a veces se piensa. (8) - la zapatilla. La zapatilla actual de competición posee una suela rígida - con una plancha de metal en su interior, o madera. (8). 40 Gráfico N° 21 Cadenas cinéticas Fuente: (8) Análisis biomecánico de la actividad ciclista Gracias a los cambios sufridos por los tres segmentos -muslo, pierna y pie-, por las articulaciones -

coxofemoral, rodilla y tobillo- y por las acciones de los músculos que intervienen en el pedaleo, pueden distinguirse cuatro fases:

FASE I.

Va de 20° a 145° en relación con la vertical que pasa por el eje de pedalier (0° su parte más superior, 180° su parte inferior). Durante esta fase el pie se extiende 30° sobre la pierna, pero guarda una orientación estable en el espacio de 45° respecto a la horizontal. La pierna se estira 70°. El muslo se estira en una amplitud de 44°. La extensión del muslo se debe al glúteo mayor, al tensor de la fascia lata y a los isquiotibiales. La extensión de la pierna se debe al cuádriceps por medio del vasto externo y del crural. La extensión del pie se realiza mediante el tríceps sural, sobre todo, y también con la colaboración de los grupos retromaleolares -interno y externo-. Los músculos intrínsecos del pie no tienen un efecto cinético aparente. (8) 41

FASE II.

Va de 145° a 215°. Aquí se incluye uno de los denominados «puntos muertos», característicos del ciclismo; corresponden a la posición alta y baja de la biela. Es una fase de inversión en la cual se pasa de completar la extensión del miembro inferior a comenzar su flexión. Es conveniente dividirla en dos partes: - de 145° a 180°. En esta fase el miembro inferior se extiende gracias a una abertura del tobillo de 15°. Este movimiento es realizado gracias al sóleo, músculo monoarticular, cuya contracción es independiente de la posición de la rodilla. (8) No es esencial en esta fase la acción de los gemelos ya que, al ser biarticulares, su máxima potencia depende de la posición de la rodilla, y no es máxima más que cuando la pierna se halla en completa extensión. De esta forma, puede observarse a veces un «surmenage» del sóleo hipersolicitado. (8) Durante esta fase, la extensión de la rodilla es mínima, 2°. - de 180° a 215°. La orientación del pie permanece similar a la de la fase precedente (de 145° a 180°). Se observa una flexión activa del miembro inferior: la pierna se flexiona de 150° a 135° sobre el pie, la rodilla se flexiona de 150° a 125° sobre el muslo, y éste se acerca 5° a la horizontal. (8)

FASE III.

Es la fase opuesta a la fase I. Van de los 215° a los 325°.

Durante ella, el pie se flexiona cerrándose 15° el tobillo. La rodilla se cierra 55°. La cadera se flexiona en una amplitud de 35°. Los músculos que actúan son poco potentes, debiendo luchar contra la gravedad. La flexión del muslo se realiza mediante el psoas-iliaco, el recto anterior y el sartorio. La pierna se flexiona gracias a los músculos de la cara posterior del muslo: músculos de la pata de ganso, poplíteo y bíceps. La flexión del pie se realiza mediante potentes músculos biarticulares: tibial anterior, extensor común de los dedos y extensor propio del dedo gordo. La ligerísima extensión del antepié se debe a los músculos intrínsecos del pie, que luchan asimismo por elevar el pie tirando de la correa del calapié hacia arriba. (8) 42 FASE IV. Va de los 325° a los 20°. Los movimientos en esta fase son complejos y difíciles de esquematizar. En el comienzo de esta fase el pie se haya extendido a 140°; luego se flexiona brutalmente hasta los 105°. Es una gran amplitud la recorrida por esta articulación, asemejándose a la realizada en la fase II. En contraposición, la amplitud de movimientos de la rodilla y de la cadera es mínima. (8) Variable dependiente Resistencia Declara (9), “Es la capacidad física que permite la realización de un ejercicio físico durante el mayor tiempo posible y facilita una rápida recuperación del esfuerzo físico” Composición corporal Indica (10), “Realiza el análisis de la constitución orgánica mediante el fraccionamiento del peso corporal, para determinar en kilogramos, los tejidos que constituyen el organismo humano. Rendimiento deportivo Ha sido observado que para cargas moderadas (200 Watts) la fuerza máxima por pedalada es similar entre un ciclista de élite y un ciclista normal. Pero, para cargas de trabajo elevadas, (420 Watts) es menor para los ciclistas de élite que para los ciclistas de recreo. Esta diferencia es debida a la existencia de calapiés y al buen uso que de ellos hacen los profesionales del ciclismo. Durante un esfuerzo máximo tiran de los calapiés hacia arriba permitiendo que la fuerza desarrollada sea positiva durante toda la revolución. De esta forma se aumenta la

eficacia 43 durante el ascenso del pedal, lo suficiente para desarrollar una fuerza relativamente menor durante el descenso de la otra pierna. (8) Gráfico N° 22 Rendimiento deportivo Fuente: (8) Principios y diseño del control del entrenamiento Los deportistas han sido objeto de un gran número de mediciones, y es que cada aspecto en particular requiere diversas pruebas o mediciones. Sin embargo, el hecho de que se esté calculando determinado aspecto en los deportistas no significa que esa valoración constituya un control del entrenamiento. El control del entrenamiento debe incluir los siguientes cinco principios: 1. Es un proceso realizado con el objetivo de aumentar la eficacia del entrenamiento. 2. Se basa en los cambios registrados en los deportistas durante diversas fases del entrenamiento o bajo la influencia de los principales elementos de las actividades deportivas (sesión de entrenamiento, competición, microciclo del entrenamiento). 44 3. Es un proceso altamente específico que depende del evento deportivo, el nivel de resultados del deportista y las diferencias de edad/sexo. En consecuencia, los métodos para el control del entrenamiento deben ser escogidos específicamente para el suceso concreto y las características personales de cada deportista. 4. Cualquier método o medición realizados tienen sentido en el control del entrenamiento si proporcionan información fiable relacionada con la tarea que está siendo controlada. 5. La información obtenida a partir de las mediciones realizadas debe ser comprensible; es decir, debe ser científicamente válida para poder realizar las necesarias correcciones en el diseño del entrenamiento. (11). El principio básico para el diseño del control del entrenamiento es prueba mínima – máxima información fiable. El principio alternativo, más pruebas – más información no puede aceptarse, puesto que el control no es el objetivo en sí mismo sino un medio para ayudar a los entrenadores y los deportistas. Las pruebas deben estar hechas a la medida del entrenamiento y no deben sobrecargar al deportista. Hay que escoger las pruebas y

mediciones más adecuadas entre las distintas posibilidades disponibles. (11). La acertada elección de los métodos, pruebas y parámetros es la condición indispensable para minimizar el número de pruebas y maximizar la información obtenida. Es preferible evitar la medición de parámetros distintos que proporcionen la misma información y tener en cuenta los que estén directamente relacionados con los resultados. En estos casos, es importante la relación entre el resultado y el parámetro medido. (11). Desde una perspectiva ética:

- deben padecer lo mínimo posible durante el estudio;
- los deportistas deben estar completamente libres de presiones;
- 45 • deben dar su consentimiento por escrito para la utilización de cualquier procedimiento, manipulación o método;
- la participación no debe provocar emociones negativas en los deportistas, y
- éstos deben estar informados sobre quién va a conocer los resultados de las pruebas y tienen derecho a exigir limitaciones respecto a la distribución de la información obtenida.

(11) El objetivo del control del entrenamiento está basado en la necesidad de:

- obtener información de retroalimentación sobre los efectos reales del entrenamiento;
- saber que el diseño de la sesión de entrenamiento es el adecuado para una fase específica del deportista en cuestión, y
- reconocer el patrón de las posibilidades adaptativas del deportista.

(11) La valoración del patrón del desarrollo de los efectos del entrenamiento debe proporcionar la posibilidad de evaluar la relación entre el ejercicio realizado y los cambios específicos resultantes producidos en el organismo. El análisis del diseño de la sesión de entrenamiento en las planificaciones del mismo exige la evaluación de la carga de las sesiones de entrenamiento (tanto de la intensidad como del volumen de la carga) y de los microciclos de entrenamiento. Lo más importante es averiguar si la sesión de entrenamiento ejerce el efecto ejercitador esperado. Para la evaluación de los microciclos, hace falta información sobre los procesos de recuperación. El análisis de los procesos de recuperación también puede ser esencial para el establecimiento de los

intervalos óptimos de descanso entre ejercicios durante una sesión de entrenamiento. La evaluación de las sesiones de entrenamiento y los microciclos está relacionada en gran medida con el diagnóstico de la fatiga. (11) Los siguientes puntos determinan las bases del control bioquímico del entrenamiento:

- La adaptación metabólica constituye la base para la mejora de un resultado específico en la principal prueba deportiva del deportista. Estas 46 adaptaciones deben ser caracterizadas cualitativa y cuantitativamente para poder completar el método del entrenamiento.
- En el entrenamiento, la adaptación metabólica también es esencial para la mejora de la condición fisicomotora general y la específica para una competición concreta. Además, las adaptaciones intervienen en gran medida a la hora de explorar la eficiencia del entrenamiento.
- La eficiencia de la gestión del proceso de entrenamiento durante cortos períodos de tiempo puede evaluarse a través de los cambios metabólicos y funcionales que se sabe ocurren como resultado de determinados ejercicios y métodos de entrenamiento.
- La base para un entrenamiento efectivo es la adaptación estructural enzimática celular provocada por los cambios metabólicos y hormonales durante y después de las sesiones de entrenamiento. Obtener los valores de estos parámetros abre el camino para la valoración del efecto ejercitador de las sesiones de entrenamiento.
- La dirección errónea del proceso de entrenamiento que da lugar a una dirección equivocada en la adaptación metabólica o un descenso peligroso de la adaptabilidad y las reservas del organismo puede ser detectada mediante la realización de estudios metabólicos y hormonales.
- En el control del entrenamiento, los estudios metabólicos y hormonales son de utilidad si proporcionan resultados cuya información sea significativamente (11) La elección de técnicas y métodos para el control bioquímico se basa en el conocimiento de la naturaleza específica de la adaptación metabólica inducida por el entrenamiento.

En consecuencia, los coordinadores del control del entrenamiento deben saber cuáles son los cambios que debe experimentar el organismo para que un adolescente o un adulto joven normal se convierta en un homo olympicus capaz de competir en los Juegos Olímpicos o los Campeonatos del Mundo para conseguir una medalla. El objetivo es establecer el camino para la obtención de información sobre el logro de las características necesarias, la 47 discriminación de las tareas a introducir en el entrenamiento y el significado de las peculiaridades genóticas (figura 1.1). Esta clase de información es necesaria para realizar correcciones en la dirección del entrenamiento y retener de manera objetiva la experiencia acumulada. (11). Las necesarias características registradas deben proporcionar una información válida y específica para la especialidad Deportiva en cuestión sobre los procesos de Desarrollo que se dan con el paso de los años. En muchos casos, los años incluyen la prepubertad, la pubertad, el desarrollo pospuberal y los primeros años de adultez (adulto joven). No obstante, surge el problema de saber si el valor informativo de los parámetros registrados sigue siendo el mismo durante el desarrollo ontogénico y la madurez. Aunque es un problema importante, no vamos a entrar a discutirlo, puesto que se han realizado muy pocos estudios al respecto como para establecer una generalización. (11). Otra consideración a tener en cuenta es que el control bioquímico es más eficiente con el tiempo, es decir, cuanto mayor sea el nivel de rendimiento, más profunda será la información obtenida. En un nivel avanzado de rendimiento, con mayor frecuencia que anteriormente, (11). Gráfico N° 23.- Esquema para analizar los efectos del entrenamiento. 48 Fuente: (11). Función de la adaptación celular en los cambios inducidos por el entrenamiento En los procesos de adaptación del organismo intervienen diversos sistemas orgánicos y sus mecanismos de control correspondientes. No es difícil entender que en el entrenamiento de resistencia la mejora

de la capacidad funcional del corazón proporciona un mayor suministro de sangre a los músculos activos. Este cambio es una relación inevitable que conecta los resultados del entrenamiento y el rendimiento en los ejercicios de resistencia. Prácticamente todos los tipos de entrenamiento conducen, inevitablemente, a cambios en los músculos esqueléticos. Primero aumenta el volumen muscular, y en un entrenamiento con cargas de alta intensidad este cambio es claramente visible. No obstante, en el entrenamiento de resistencia, los deportistas no perciben unos músculos bien desarrollados. En el interior de los músculos se puede ver que la adaptación se expresa de forma diferente en el volumen de los distintos tipos de fibras musculares. El entrenamiento con cargas provoca hipertrofia de las fibras musculares de todos los tipos, predominando la hipertrofia de las fibras de contracción rápida (FT) (Dons et al., 1978; Costill et al., 1979). Un estudio señaló que el área muscular ocupada por las fibras de contracción rápida (tipo II) aumentó un 90% a pesar de mantener la composición del tipo de fibra dentro de los valores normales (Tesch y Karlsson, 1985). El entrenamiento de velocidad o potencia generó una hipertrofia selectiva de las fibras glucolíticas de contracción rápida (tipo IIb) o de las fibras glucolíticas oxidativas de contracción rápida (tipo IIa) (Saltin et al., 1976; Tihanyi y col., 1982). En el entrenamiento con resistencias o de potencia y parcialmente en el entrenamiento de velocidad, los cambios aparecieron en las miofibrillas que realizan la contracción muscular. El aumento del tamaño miofibrilar se relacionó con el incremento de las proteínas miofibrilares relacionadas con el acto de la contracción (Yakovlev, 1978). Estos cambios son necesarios para la mejora de la fuerza y la potencia musculares. (11). 49 Gráfico N° 24 adaptación celular en los cambios inducidos por el entrenamiento Fuente: (11) La composición constante de iones en el medio celular y sus rápidos intercambios son condiciones esenciales para las actividades de la vida normal. Los intercambios iónicos

entre los líquidos intra y extracelulares inician la acción de una célula, y cada ciclo funcional debe terminar con cambios iónicos en la dirección opuesta. Por una parte, estos intercambios dependen de la diferencia de concentración iónica en los medios intra y extracelulares. Por otra parte, los intercambios iónicos, que restablecen las condiciones basales, deben llevarse a cabo contra gradiente iónico (de baja concentración a alta concentración), de manera que el proceso consume energía. Este proceso se lleva a cabo mediante la intervención de las bombas iónicas existentes en las membranas celulares. (11) 50 Gráfico N° .25 - Efectos de los diversos tipos de entrenamiento sobre la hipertrofia de las fibras musculares. FT= contracción rápida; ST= contracción lenta. Gráfico N° .26- intercambio iónico al inicio y al final de la acción funcional de una célula. Fuente: (11) 51 Síntesis adaptativa de proteínas Existe un mecanismo intracelular que une la función celular con la actividad del aparato genético celular (Meerson, 1965). A través de este mecanismo, un intenso funcionamiento de las estructuras celulares incrementa la síntesis de las proteínas especialmente relacionadas con la manifestación funcional (p. ej.: contracción muscular, síntesis y secreción de hormonas). Estas proteínas son «material de construcción» para la renovación y el crecimiento de las estructuras proteicas que realizan la actividad funcional y proteínas enzimáticas que catalizan las vías metabólicas más importantes haciendo posible la actividad funcional. Como resultado, se desarrollan las estructuras celulares implicadas y la actividad enzimática aumenta al aumentar el número de moléculas de enzimas. De esta manera, la síntesis relacionada asegura el efecto adaptativo, y el proceso generalizado recibe el nombre de «síntesis adaptativa de proteínas». (11). Control metabólico El control metabólico es la herramienta necesaria para la adaptación de los procesos metabólicos en los distintos tejidos a las demandas derivadas de las diferentes actividades del organismo. El control

metabólico se produce bajo la influencia de la actividad enzimática. Como resultado, cambian la dirección de las reacciones bioquímicas, basadas en los procesos metabólicos, y el ritmo de los ciclos metabólicos. Los ejercicios pueden realizarse si los procesos metabólicos están adaptados a la demanda de un mayor gasto energético que de ellos se deriva. En este sentido, las reservas de energía y otros recursos (p. ej.: recursos proteicos) deben estar disponibles para ser utilizados durante el ejercicio. Ésta es la función del control metabólico que se lleva a cabo en tres niveles: autorregulación celular, regulación hormonal y regulación nerviosa. (11). 52 Autorregulación celular El principio básico del control metabólico es que la relación sustrato/producto determina la actividad de las enzimas que catalizan, respectivamente, la conversión de un sustrato (S) en un determinado producto (P) o la reacción en la dirección opuesta. (11). El aumento del sustrato y la disminución del producto estimula la actividad de la enzima e1 (cataliza la conversión del sustrato S en el producto P) e inhibe la actividad de la enzima e2 (cataliza el proceso opuesto). El sustrato puede ser convertido en el producto en la actividad de la enzima e1 supera la actividad de la enzima e2. Cuando disminuye la cantidad de sustrato y aumenta la de producto, aparece la situación opuesta y tiene lugar una inhibición de la enzima e1 y una estimulación de la enzima e2. Como resultado, la reacción se detiene y es sustituida por la reacción opuesta. (11). Gráfico N° .27- Tres niveles de regulación del metabolismo. Fuente: (11) 53 Control metabólico hormonal La movilización general de los recursos celulares y del organismo exige la interrelación entre la regulación hormonal y la autorregulación celular. El principal objetivo de la regulación hormonal es la adaptación de los procesos metabólicos a las necesidades reales de las actividades propias de la vida diaria, a pesar de los efectos opuestos de la autorregulación celular. Este objetivo se consigue mediante la acción de las hormonas sobre la actividad enzimática. (11). Los efectos hormonales

sobre la actividad enzimática se desarrollan de dos formas. En primer lugar, en un cierto número de casos, la estructura de la molécula de enzima cambia bajo la influencia de una hormona y, como resultado, la actividad de la enzima aumenta o disminuye. En muchos casos, el cambio correspondiente consiste en la fosforilación o la defosforilación de la molécula de enzima. Un cierto número de hormonas puede inducir o inhibir la síntesis de las proteínas enzimáticas cuyo resultado es un aumento o una disminución del número de moléculas de enzima. En muchos casos, las hormonas son capaces de intensificar o suprimir la degradación de las proteínas enzimáticas. (11). Grafico N 28 Control metabólico hormonal Fuente: (11) 54 Adaptación aguda y a largo plazo Los ejercicios realizados por los deportistas durante las sesiones de entrenamiento provocan adaptaciones que pertenecen al grupo de los procesos de adaptación aguda. Estos procesos son las respuestas de regulación homeostática, la activación del transporte de oxígeno y el uso de las reservas de energía. Cada ejercicio provoca un incremento de la demanda de oxígeno y la necesidad de eliminar el CO₂ producido. En consecuencia, la actividad de los sistemas cardiovascular y respiratorio también debe incrementarse. Cuanto mayor sea la intervención de la glucogenólisis anaeróbica en la resíntesis de ATP, mayor será la necesidad homeostática de evitar el aumento de la concentración de H⁻. La elevación del metabolismo energético provoca un aumento de la producción de calor que tendrá como consecuencia los correspondientes ajustes de la termorregulación. El aumento de sudoración altera el equilibrio hidroelectrolítico, de manera que, de nuevo y al igual que para mantener los niveles normales de glucemia, será necesaria una respuesta homeostática. (11). Gráfico N° 29- Regulación Homeostática Influencia que actúa sobre los parámetros constantes del medio interno Receptores que detectan los cambios de los parámetros constantes Cambios coordinados en diversas funciones, secreción de

hormonas y procesos metabólicos para compensar la influencia y/o el restablecimiento del nivel constante de temperatura, pH, constante iónica, presión osmótica, pO₂, contenido en agua, nivel de glucosa Para asegurar la actividad óptima de las enzimas y evitar las alteraciones metabólicas SNC 55 Mejora del control metabólico Los tres resultados principales de la mejora del control metabólico inducida por el entrenamiento son: 1. La movilización rápida y estable de los recursos del organismo. 2. Una utilización más económica de los recursos del organismo. 3. Una mayor labilidad del control metabólico. (11) Una expresión del primer resultado es el previamente expuesto efecto de las catecolaminas sobre la glucogenólisis anaeróbica y en consecuencia sobre la capacidad de trabajo anaeróbico. Otras expresiones del primer punto son el ajuste más rápido del VO₂ durante el ejercicio (Hickson et al., 1978) y la importancia que supone mantener un adecuado nivel sanguíneo de glucocorticoides para la realización de ejercicios de larga duración. (11). El entrenamiento Una actividad humana se considera profesión cuando su práctica pertenece a un cuerpo especializado de conocimiento (Doyle, 1990). Esto es, la practica esta validada por la tradición y la ciencia y orientada por proposiciones teóricas que incluyen modelos y descripciones para aplicar a los casos particulares. El entrenamiento para Woodman (1993) es una ciencia, un arte, una vocación y una profesión emergente; aspectos que parecen interrelacionados y mutuamente dependientes. (12). El proceso de entrenamiento Para este autor, los entrenadores no deberían pensar por sus atletas, sino compartir el conocimiento teórico con ellos para acelerar su desarrollo y posibilitar la motivación para el entrenamiento. Son muchos los entrenadores de deportistas de 56 elite que están de acuerdo con la visión de Bompa y sugieren que de esta manera el desarrollo de los atletas los hace más "entrenables". Además, hace que la comunicación entre atleta y entrenador sea mucho más efectiva porque

los atletas tienen una comprensión mejor de las preguntas que se plantean relativas a los aspectos del entrenamiento. (12). Mientras existe una gran cantidad de información general acerca del entrenamiento, sorprendentemente, hay muy pocos enfoques conceptuales sintetizados sobre el proceso de entrenamiento. Una excepción ha sido el reciente trabajo de Coté, Salmela, Trudell, Barla y Russell (1995), en el cual se propone un modelo conceptual específico de deporte para el proceso de entrenamiento de gimnasias. Este modelo de entrenamiento, con tres componentes principales de organización, entrenamiento y competición, trata de proporcionar a los aspirantes a entrenador un modelo heurístico, para la adquisición del conocimiento del entrenamiento. Asimismo, ha sido utilizado con éxito, como estructura conceptual en la investigación del conocimiento de los entrenadores en equipos deportivos (Salmela, 1994b) y patinaje (Laplante y Salmela, 1993), y como sistema de organización para clasificar la literatura existente sobre la observación directa de las conductas de los entrenadores (Trudell, Coté y Donohue, 1993). Además, como sugieren Coté et al, (1995), existe otra literatura sobre el entrenamiento que se podría relacionar con uno o varios de los componentes de este modelo con la finalidad de darles una nueva perspectiva. Algunos de los estudios a los que se refieren, serían los que explican el rol educativo de los entrenadores (Horn, 1985), la conducta de liderazgo del entrenador (Terry y Howe, 1984) y las estrategias utilizadas en el entrenamiento. Así, en lugar de centrarse en variables aisladas, se podrían realizar estudios más comprensivos a partir del análisis de la interacción entre los diferentes componentes del modelo de entrenamiento. (12). 57 Gráfico N° 30-modelo de entrenamiento para entrenadores expertos. Fuente Manno, R. (1981) Dimensiones de estos estímulos son tres: 1. Dimensión orgánico-muscular o de la condición física: Determinado fundamentalmente por un potencial genético del deportista y por los estímulos que desarrollan dicho potencial. Son las

diferentes capacidades orgánicas que coincidan las capacidades físicas. En los deportes individuales esta dimensión es determinante para el alto rendimiento deportivo. En estos deportes, es fundamental adquirir y desarrollar al máximo el potencial del deportista sobre la especialidad específica. (13) 2. Dimensión técnico-táctica: Determinado por los aspectos reglamentarios de cada especialidad deportiva y por la inteligencia motriz de los deportistas. La capacidad de aprendizaje, afianzamiento y optimización de las diferentes técnicas se realiza a lo largo de varios años de entrenamiento, incluso en aquellos deportes de técnicas de ejecución más estandarizadas y cerradas como son los deportes individuales, el entrenamiento constante de la técnica es imprescindible para obtener el mejor rendimiento energético posible, minimizando los riesgos de lesión y sobrecargas provocadas por la aplicación de las cargas de entrenamiento. (13) 3. Dimensión psicológica Es evidente que el entrenamiento psicológico de los deportistas de alto rendimiento es fundamental para obtener los mejores resultados. Hasta no hace mucho tiempo, este entrenamiento recaía sobre la capacidad y experiencia del entrenador para motivar, activar, minimizar los niveles de ansiedad, etc., de los deportistas ante los retos competitivos. (13) Esta nueva orientación metodológica propone hacer el análisis al revés, de abajoarriba (bottom-up). Es decir, teniendo en cuenta a las y los deportistas de élite que han destacado en su rendimiento, analizar su proceso de formación (Régner, Salmela y Russell, 1993; Ruiz, 1998), para poder encontrar aquellas variables críticas que establecen las diferencias entre los y las distintas deportistas. Este nuevo análisis se puede hacer, a su vez, desde dos perspectivas: bien analizando la formación de quienes ya están ya formados, o bien, comparando deportistas de distinto nivel de rendimiento pero de la misma edad. (14) Lógicamente, con estas consideraciones en mente, el entrenamiento solo se nos antoja insuficiente para alcanzar el número uno. Asumiendo que algunas personas, por la

”lotería genética”, han sido más agraciadas en aspectos como los atributos físicos o la capacidad de adaptarse al entrenamiento, sus posibilidades de alcanzar niveles elevados de rendimiento en un deporte concreto son obviamente mayores que la de aquellas con peores capacidades. (14) “El preguntarse si las diferencias en el rendimiento de un individuo son debidas a la herencia genética o al entorno es como preguntarse si el área de un rectángulo viene determinada por su altura o por la anchura” (Kimble, 1993, p. 13-14). 59 Partiendo de esta posición, en la actualidad se utiliza una segunda clasificación de los factores asociados al rendimiento de la persona. Así, Baker & Horton (2004) nos proponen dividir dichos factores en dos grupos. Por un lado, situaríamos a los factores primarios asociados al rendimiento, que serán aquellos parámetros con una influencia directa en el rendimiento y se incluyen todos aquellos elementos con los que el o la deportista contribuye a su propio rendimiento. Estos factores serían los genéticos, el entrenamiento y los condicionantes psicológicos. (14). Mientras que en un segundo nivel, situaríamos a los factores secundarios o con una influencia secundaria en el rendimiento, y en los que se incluyen los socioculturales (influencia cultural, recursos disponibles, influencia de la familia) y el entorno contextual (madurez del deporte, nivel competitivo,...). (14).

Como tercera línea de investigación en este ámbito, se observa en los últimos años, trabajos cuyo objeto de estudio no se centra en entender como las y los deportistas alcanzan dicho nivel de rendimiento, sino en distinguir, que es lo que les permite mantener dicho nivel de una forma estable a lo largo de los años. (14) 60 Gráfico N°.-32 Estructuración de los Factores que condicionan a los deportistas expertos. Fuente: (14) De hecho, a menudo se considera que una señal de que estamos ante un campeón o campeona es su habilidad para retener la excelencia a lo largo de los años (Abbott & Collins, 2004). Es evidente que las capacidades físicas que han permitido a

una persona alcanzar un alto nivel deportivo permanecen durante algunos años, sin embargo, no todos los deportistas ni todas las deportistas consiguen mantener el rendimiento deportivo. (14). Además, esta práctica deliberada viene definida por el número total de horas dedicadas a dicha práctica, realizada con el objetivo de mejorar el nivel de rendimiento; por el esfuerzo, determinación y concentración necesarios; y por qué este tipo de actividad no es intrínsecamente divertida y no conlleva una inmediata recompensa social o económica (Ericsson et al., 1993). La regla de los diez años El segundo concepto a tener en cuenta es lo que las y los científicos denominan “la regla de los diez años”, la cual se plantea a partir de los estudios de Simon y Chase (1993), en los que encuentran que las diferencias entre las personas expertas de ajedrez y las novatas, se podrían explicar a partir de las diferencias encontradas en la cantidad y la calidad del entrenamiento. (14) Sin embargo quisiéramos hacer algunas precisiones sobre este argumento: 1. En primer lugar, no se indica que a partir de los 10 años se alcancen los resultados deportivos deseados; sino que se necesita como mínimo ese tiempo para empezar a conseguirlos, pero en muchos estudios se observa que esos resultados requieren algo más de tiempo. En el análisis realizado por Helsen, Starkes & Hodges (1998), se observó que los jugadores de fútbol, a partir de los 9 años de entrenamiento deliberado, tomaron la decisión de invertir más tiempo y esfuerzo en el entrenamiento con el objetivo de mejorar el rendimiento obtenido. (14). 2. Parece intuitivamente obvio, que cuanto más practique una persona y durante más tiempo, con unos niveles adecuados de concentración, esfuerzo y determinación, es bastante probable que alcance los niveles de rendimiento deseados. Pero si ésta fuese exclusivamente la cuestión, muchos de nosotros y nosotras nos dedicaríamos a entrenar durante 10 años, con el objeto de ganar importantes sumas de dinero. Salvando esta simplificación de este argumento, también podríamos considerar el hecho de que es probable que la variabilidad

de los distintos entrenamientos pueda generar distintos niveles de pericia en el deportista y la deportista entrenando las mismas horas. (14) 3. Teniendo en cuenta también las evidencias mencionadas anteriormente sobre la influencia de los factores genéticos (entre otros aspectos, el de la adaptación al entrenamiento), pensamos que la cuestión fundamental no está tanto en la cantidad de años o cuanto de duros sean los entrenamientos, sino más bien en qué entrenar y cómo entrenar. Dicho de otro modo, por encima de la cantidad debe primar la calidad. Por eso, volvemos a insistir en que las tareas que propongamos a los y las deportistas deben estar correctamente definidas y adecuadas al nivel de cada deportista, siendo tareas desafiantes, en las que exista información y oportunidad para corregir los errores y repetir. (14) 62 4. Tampoco se plantea que, aplicando esta regla, empecemos con los niños y las niñas pequeñas a realizar este tipo de entrenamiento para alcanzar cuanto antes los resultados esperados. Sobre este sentido, hay multitud de investigaciones que han demostrado el perjuicio que genera una especialización precoz (abandono deportivo, falta de motivación, perjuicio en el desarrollo psicosocial, aumento de lesiones deportivas) (Baker, 2003). Wiersma (2000), señala que cuanto más limitada sea la cantidad de habilidades deportivas dominadas durante la iniciación deportiva consecuencia de la especialización precoz, más limitado será el potencial de desarrollo motor. Ward, Hodges, Starkes & Williams (2002) observaron en su estudio, que los jóvenes futbolistas de élite no se especializaron hasta los 16 años. Similares resultados fueron encontrados por Côté (1999) en jugadores y jugadoras de tenis y remeros de élite, así como Baker et al. (2003) y Côté, Baker & Abernethy (2003) en jugadores y jugadoras de hockey sobre hierba, netball y jugadores y jugadoras de baloncesto. (14) Por tanto, Côté y Hay (2002) plantean una evolución en dichas actividades, diferenciando cuatro tipos de estadios: • El juego libre, caracterizado por la diversión, por no estar controlado por

ningún monitor, monitora, ni entrenador o entrenadora, no existir correcciones, y porque el niño y la niña se centran fundamentalmente en el proceso, obteniendo un placer inmediato y siendo inherente el carácter divertido del juego. • “El juego deliberado”, de características similares al anterior, pero en el que ya existe una persona que aporta algunas orientaciones. Este tipo de actividad caracteriza fundamentalmente a los y las deportistas durante los primeros años, hasta aproximadamente los 12 años.(14) • “El entrenamiento deliberado”, similar al anterior, pero con una planificación más cuidadosa del entrenamiento. En este caso, la gratificación que se obtiene por implicarse en dicha práctica no es inmediata y es fundamentalmente de carácter extrínseco. Se observa fundamentalmente a partir de los 16 años. (14) 63 Ryan y Deci (2000), sugieren como aspectos claves para el desarrollo de una elevada motivación de la persona, involucrarles en actividades que supongan la oportunidad de tomar decisiones, desarrollar su sentido de la competencia y conectar con otros y otras deportistas. Ericsson (1996), confirma que el hecho solo de la cantidad de entrenamiento no es un indicador perfecto de la pericia, y que el entrenamiento realizado sin una concentración permanente no implica una mejora del rendimiento. Lo que se aprende, retiene y transfiere está influido de forma notable por la manera en que se entrena Y por la estructura del entrenamiento (Christina y Alpenfels, 2002). De tal forma, que el entrenamiento en bloques y estructurado puede producir una mejora en el rendimiento a largo plazo, pero este incremento es relativamente corto y poco duradero en el tiempo. En contraste con esta propuesta se propone un entrenamiento más variado y con mayor cantidad de “interferencias contextuales”, que, en el corto plazo, puede incluso disminuir el rendimiento, pero que bien desarrollado y llevado a cabo, genera una mayor transferencia a largo plazo y más duradera (Abraham y Collins, 1998). Otra cuestión evidente para mejorar la calidad de los entrenamientos es que éstos deben

evolucionar en contenidos, adaptándose a las necesidades de la persona entrenada. Sin embargo, quisiéramos detenernos en que esa evolución que debe experimentar el entrenamiento vaya dirigida a tratar de “reducir la ayuda externa al deportista, haciéndole cada vez más autónomo y más consciente de sus necesidades como practicante de alto rendimiento” (Glaser, 1996; en Singer, 1999). Este es un concepto difícil de entender, y al que podríamos definir como “la capacidad de organizarse o plantearse actividades con el objetivo de mejorar el rendimiento y la consecución de los objetivos previstos” (Bradbury, 2000). “Para adquirir un buen rendimiento a largo plazo, en la actualidad se recomienda que el feedback se reduzca gradualmente o se oculte, fomentando que los deportistas funcionen independientemente de la ayuda externa” (Vickers et al., 1999). En línea con este último argumento, Barba et al. (1999) demostraron que un entorno de aprendizaje en el que el o la deportista participase, no solamente permitiría alcanzar un mayor rendimiento y un aprendizaje más profundo, sino también mejoraría los niveles de motivación intrínsecos. En esencia, los resultados de Barba et al. (1999), nos hacen considerar la estructura del entorno del entrenamiento como un factor que genera motivación y que conlleva un tiempo extra de práctica que permite mejorar el rendimiento. En esta línea, Voight (2002), nos propone para mejorar, que “ayudemos a los deportistas a establecer sus objetivos para mejorar del proceso... y que además, enseñemos a cómo desarrollar su concentración y sus necesidades”. Como ya destacamos anteriormente, es necesario que el deportista y la deportista presenten un deliberado deseo de mejorar y un elevado compromiso con el entrenamiento y la actividad deportiva. Será, por tanto, necesario combinar con el entrenamiento cuestiones tales como los sentimientos personales de competencia, las sensaciones de flujo y el optimismo que toda persona deportista debe manifestar para poder llegar a ser excelente (Ruiz, 2003). Más aún, en los últimos años ha surgido una nueva línea de

estudio relacionada con el análisis del papel desarrollado por el o la entrenadora como “mentor” de sus deportistas. Esta idea que tradicionalmente se ha desarrollado en el campo de la formación del profesorado y en el ámbito empresarial, se ha trasladado en los últimos años hacia el entorno deportivo, estudiando fundamentalmente las relaciones que se establecen entre entrenadoras y entrenadores expertos como mentores y los novatos. A partir de estas propuestas, también se ha investigado este tipo de relaciones entre los y las entrenadoras y sus jóvenes deportistas. (14). 65 Gráfico N° 33- Concepto de Mentoring Fuente: (14) “Se puede concluir que el rendimiento de un jugador está más influido por la percepción que el jugador de lo que el/la entrenador/a piense de él que por lo que realmente piense el/a jugador/a” (Becker & Solomon, 2005, p.22). Este mismo argumento es expresado por Miller & Kerr (2002). Dichos autores manifiestan que, además de preocuparse por conseguir la excelencia deportiva, es preciso desarrollar aquellas habilidades o atributos que contrarresten los efectos negativos del rendimiento deportivo (problemas educativos, dificultad en la transición a otro tipo de actividades,...). Entre estas cualidades, que denominan “life skills”, se incluyen atributos como trabajo en equipo, esfuerzo, liderazgo, toma de decisión,..., y que permiten a la persona un desarrollo completo, no solo a nivel motor, sino también a nivel psicológico, emocional, social, moral, personal e intelectual. En este sentido, se observa cómo se han desarrollado programas en los últimos años que contemplan este hecho en la formación de las y los deportistas. Así, por ejemplo, surge el NCAA’s CHAMPS/Life Skills Program que trabaja con los y las jugadoras de baloncesto, a través de seminarios, sesiones individuales o grupales, etc., sobre cinco aspectos claves en su formación: académicos, deportivos, desarrollo personal, servicio a la comunidad y desarrollo profesional. (14) 66 La competición En algunos trabajos científicos se plantea también como factor condicionante de la pericia, la competición en la que se

desarrolla el o la deportista. De acuerdo con los estudios de Bloom (185), la competición evoluciona a lo largo de las tres fases de desarrollo de la pericia. En la primera, apenas tiene importancia, y fundamentalmente debe tratar de proporcionar experiencias positivas a los y las jóvenes deportistas, primando el factor diversión sobre el de rendimiento. (14). Por lo tanto, en la actualidad se propone un control más metódico de los entrenamientos y de las competiciones, con el fin de reducir la duración a través de una “programación económicamente concentrada” (Baur, 1993), y conseguir compatibilizar el entrenamiento con el resto de las actividades lógicas de las y los deportistas adolescentes. (14). Pero este argumento debe ir más lejos. Indicábamos que además del contexto educativo de la persona deportista, debemos observar también la planificación a largo plazo para conseguir que alcance el alto rendimiento deportivo en las mejores condiciones posibles. (14). En definitiva, y como indica Buceta (1998, p. 345-346), para que las competiciones contribuyan al desarrollo de la capacidad competitiva, deben reunir las siguientes características: 1. Que sean suficientes a lo largo de la temporada, como para provocar condiciones variadas que obliguen a las y los deportistas a adaptarse a las diferentes situaciones. 2. Que no sean excesivas. 3. Que se desarrollen en los momentos de la temporada más apropiados. 4. Que se adapten a las posibilidades reales de rendimiento de las y los deportistas. (14) 67 Además, consecuencia de dicho efecto, se observan otras desventajas. El nivel de rendimiento de una persona adolescente es el resultado de sus capacidades y motivación, siendo esta última la que tiene un impacto importante sobre la calidad de su aprendizaje y su rendimiento. una jugadora o un jugador nacido al principio del año obtendrá, como media, mejor rendimiento que otro nacido al final del año. Este rendimiento inicial es probable que aumente la motivación, tanto a nivel intrínseco como extrínseco (Helsen et al., 2005). En un estudio de Carlson (1993), componentes de selecciones nacionales

suecas de siete deportes fueron comparados con deportistas de similares características que no habían alcanzado dicho rendimiento. Además, y en relación al sistema competitivo, indican que “la profundidad de la competición”, entendida ésta como la cantidad de competidores así como la calidad de la competición también influye en que una persona puede alcanzar el nivel de élite. Seguramente será más difícil alcanzar el alto rendimiento en un deporte como el fútbol, que tiene una base muy amplia de practicantes y competidores, que, por ejemplo, en el salto de trampolín. Baker et al. (2003b) concluyeron que llevaba mucho más tiempo y más horas de entrenamiento el alcanzar la pericia en baloncesto que en otros deportes como el netball o el hockey sobre hierba. (14). Gráfico N° 34 La competición 68 Fuente: (14) 2.3. HIPÓTESIS Con el modelo de análisis biomecánico se podrá mejorar el rendimiento deportivo en los ciclistas de ruta categoría máster. Variables Variable independiente: análisis biomecánico Variable dependiente: rendimiento deportivo 69 CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 3.1 Tipo de Investigación Esta investigación será de tipo mixta, observacional y descriptiva ya que la evaluación específica de este estudio se realizara mediante una tabla de valoración, en donde se ira observando la biomecánica y gesto deportivo que realice el ciclista, se alcanzará un nivel de investigación explicativa debido a que se concluirá la relación específica entre la biomecánica y el rendimiento. Siendo también descriptiva debido a que es un estudio observacional que detallara características de la población en estudio. 3.2 Selección de área o ámbito de estudio Los ciclistas de ruta master cuyas edades oscilan entre los 30 y 39 años de edad son un grupo heterogéneo para realizar este estudio. 3.3 Población Está conformado por un grupo de ciclistas master de alto rendimiento 3.4 Criterios de inclusión y exclusión Criterios de inclusión - Ciclistas de sexo Masculino - Promedio de edad entre 30 y 39 años - Realicen ciclismo de la modalidad ruta - Entrenamiento mínimo de

5 días a la semana 70 Criterios de exclusión - Ciclistas de sexo femenino - Promedio de edad más de 45 años - Ciclistas de fin de semana Procedimiento para la recolección de información Los datos serán recolectados mediante una ficha de observación, enfocados en evaluar la biomecánica y el gesto deportivo en ciclistas de alto rendimiento de la categoría master. Los resultados obtenidos serán cuantificados y procesados a través de la estadística descriptiva para probar la hipótesis de la investigación, con la utilización de la estadística de frecuencia. 3.5 Aspectos éticos Según la Federación de Kinesiología deportiva sudamericana, deberán tener prioridad los intereses y el bienestar de cada persona en relación al interés exclusivo de la sociedad al aplicar la práctica clínica se deberán dirigir los objetivos a la potenciación máxima de los beneficios tanto directos como indirectos para la población en estudio. El participante en cuestión actuara de manera autónoma siendo responsable de sí mismo y de sus decisiones durante la investigación. Es indispensable respetar la igualdad justicia y equidad de cada individuo así como también no restarle importancia al pluralismo cultural. Según el Modelo de Atención Integral de Salud Familiar, Comunitario e intercultural MAIS-FCI, el mismo que está amparado en la Constitución de la República del Ecuador y el Plan Nacional del buen vivir. Toda atención en salud debe regirse por los principios de universalidad, integralidad, equidad, continuidad, participativo, desconcentrado, eficiente, eficaz y de calidad, para garantizar el cumplimiento pleno de los derechos de salud de la ciudadanía. 71 Los ejes permiten ordenar la respuesta socio-sanitaria ante la complejidad de las necesidades de salud, con participación de otros sectores. Ellos incorporan las diferentes modalidades de intervención orientadas a restablecer, conservar y mejorar la vida y la salud de la persona, la familia y la comunidad, promoviendo cambios de actitudes y comportamientos, mejorando el acceso a los servicios y facilitando información que

permita a las personas tomar mejores decisiones en relación a su salud de acuerdo a su dignidad humana. • Eje de las NECESIDADES DE SALUD • Eje de LAS PRIORIDADES SANITARIAS Para lo cual sus componentes son: • El componente de PROVISIÓN.- El componente de Provisión comprende un conjunto de atenciones y cuidados que el equipo de salud y la propia persona, familia y comunidad, en diversos escenarios (hogar, escuela, comunidad, establecimientos de salud y otros), organizados en cuidados esenciales, los cuales se orientan a promover la salud y prevenir las enfermedades. • El componente de ORGANIZACIÓN.- El componente de Organización comprende el conjunto de sistemas que permiten ordenar la oferta sanitaria para cubrir las necesidades de salud de las personas, familia y comunidad, de acuerdo al Modelo de Atención Integral. • El componente de GESTIÓN.- El componente de Gestión comprende los procesos gerenciales que brindan un soporte a la provisión y organización de los servicios de salud para el logro de resultados sanitarios dentro del contexto del Modelo de Atención Integral. • El componente de FINANCIAMIENTO.- El componente de Financiamiento viabiliza la obtención de los recursos necesarios para el logro de los resultados sanitarios, realizando una adecuada distribución presupuestal considerando criterios de equidad y solidaridad, y desarrollando los mecanismos de transferencia del financiamiento en función a resultados y desarrolla la capacidad de uso eficiente de los recursos por parte de las entidades prestadoras. 3.6. Descripción de la intervención y procedimientos para la recolección de información La recolección de la información será en base a datos primarios, es decir la aplicación de una encuesta, la misma que ira direccionada al personal técnico de la práctica deportiva, para conocer las características de la problemática. También se utilizara una ficha de observación, en al cual se utilizó los instrumentos de medición antropométrica

como: • Cinta de medición • Bascula • Plomada

3.7 Plan de análisis de datos Declara (15), Las técnicas para el procesamiento de la información se lo hacen mediante una consistencia de clasificación y tabulación de datos mediante: • La revisión y consistencia de la información.- este paso consiste en depurar la información revisando los datos contenidos en los instrumentos de trabajo o de investigación de campo, la consistencia efectúa con el propósito de ajustar los datos primarios. • Clasificación de la información.- es una etapa básica en el tratamiento de datos, se efectúa con la finalidad de agrupar datos mediante la distribución de frecuencias de la variable independiente y dependiente. • Codificación y tabulación.- es una etapa que consiste en formar un cuerpo o grupo de símbolos o valores de tal forma que los datos pueden ser tabulados. • Interpretación de la ficha de observación, en la cual se toma en consideración factores antropométricos del seleccionado.

73 CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE RESULTADOS 4.1 PROCESAMIENTO DE RESULTADOS

1.-¿Cuánto tiempo tiene manejando bicicleta? Tabla N° 05 Tiempo de manejo de la bicicleta Alternativa Frecuencia % De 5 a 10 años 7 17 De 10 a 15 años 25 63 Más de 15 años 8 20 Total 40 100 Fuente: La encuesta Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Gráfico N° 35 Tiempo de manejo de la bicicleta Fuente: La encuesta Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Análisis En los datos de la encuesta se determina que el 17% maneja de 5 a 10 años, el 63% de 10 a 15 años y el 20% restante declara que más de 15 años. Interpretación Se determina entonces, que la mayoría de encuestados indican que el tiempo de práctica del ciclismo es de 5 a 10 años 17% 63% 20% Tiempo de manejo de la bicicleta De 5 a 10 años De 10 a 15 años Más de 15 años 74

2.-¿Cree UD, que ha mantenido la postura correcta en la práctica del deporte? Tabla N° 06 Postura correcta Alternativa Frecuencia % SI 31 77 NO 9 23 Total 40 100 Fuente: La encuesta Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Gráfico N° 36 Postura correcta Fuente: La

encuesta Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Análisis De la encuesta se revela que, el 23% manifiesta que no ha mantenido la postura correcta en la práctica del deporte, el otro 77 que sí. Interpretación De esta manera la gran mayoría de los encuestados indican que si ha mantenido la postura correcta en la práctica del deporte ya que es importante para su práctica. 77% 23%

POSTURA CORRECTA SI NO 75 3.- ¿Cuántos días a la semana practicas ciclismo? Tabla N° 07 DÍAS DE PRÁCTICA Alternativa Frecuencia % De 1 a 3 7 17 Más de 3 24 60 Todos los días 9 23 Total 40 100 Fuente: La encuesta Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Gráfico N° 37 DÍAS DE PRÁCTICA Fuente: La encuesta Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Análisis La mayoría de los encuestados indican que, el 17% declara que practica de 1 a 3 días, el 60% manifiesta que más de 3 días y el 23% restante declara que todos los días. Interpretación Indican la mayoría que practican el ciclismo más de 3 días, ya que es un hábito en el diario vivir. 17% 60% 23%

DÍAS DE PRÁCTICA De 1 a 3 Más de 3 Todos los días 76

4.-¿Realizas una evaluación técnica antes de la práctica deportiva? Tabla N° 08 EVALUACIÓN TÉCNICA Alternativa Frecuencia % SI 11 27 NO 29 73 Total 40 100 Fuente: La encuesta Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Gráfico N° 38 EVALUACIÓN TÉCNICA Fuente: La encuesta Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Análisis Indican el 27% que si realiza una evaluación técnica antes de la práctica deportiva, el otro 73% restante manifiesta que no. Interpretación La gran mayoría de los encuestados indican que si realizan una evaluación técnica antes de la práctica deportiva, ya que es parte de la seguridad de la práctica del deporte. 27% 73%

EVALUACIÓN TÉCNICA SI NO 77

5.- ¿La dinámica muscular que efectúa en el deporte es integral? Tabla N° 09 DINÁMICA MUSCULAR Alternativa Frecuencia % SI 9 22 NO 31 78 Total 40 100 Fuente: La encuesta Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Gráfico N° 39

DINÁMICA MUSCULAR Fuente: La encuesta Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Análisis Los datos de la encuesta determinan, que el 22% de los encuestados manifiestan que la dinámica muscular que efectúa en el deporte si es integral, el 78% declara que no. Interpretación Declara la mayoría de los encuestados que la dinámica muscular que efectúa en el deporte, no es integral, lo cual afecta en ocasiones al desarrollo de su actividad deportiva. 22% 78% **DINÁMICA MUSCULAR SI NO 78 6.-¿Según su criterio el pedaleo que efectúa es natural?** Tabla N° 10 **CLASE DE PEDALEO** Alternativa Frecuencia % Siempre 5 12 Casi siempre 34 85 Nunca 1 3 Total 40 100 Fuente: La encuesta Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Gráfico N° 40 **CLASE DE PEDALEO** Fuente: La encuesta Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Análisis Indica el 12% que siempre el pedaleo que efectúa es natural, el 85% declara que casi siempre y el 3% dice que nunca. Interpretación Por tanto la mayoría de los encuestados declaran que casi siempre el pedaleo que efectúa es natural y todo depende de la zona por donde transite. 12% 85% 3% **CLASE DE PEDALEO Siempre Casi siempre Nunca 79 7.-¿El movimiento de rodillas y tobillos se sustenta en?** Tabla N° 11 **Movimiento de rodillas** Alternativa Frecuencia % Altura de sillín 15 37 Estatura 22 55 Peso 3 8 Total 40 100 Fuente: La encuesta Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Gráfico N° 41 **Movimiento de rodillas** Fuente: La encuesta Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Análisis Declara el 37% que el movimiento de rodillas y tobillos se sustenta en la altura del sillín, el 55% manifiesta que estatura y el 37% que depende del peso. Interpretación La gran mayoría de los encuestados indican que el movimiento de rodillas y tobillos se sustenta en la estatura de la persona que practica el deporte. 37% 55% 8% **Movimiento de rodillas Altura de sillin Estatura Peso 80 8.-¿La distribución del peso y la aplicación de la fuerza permite un mejor rendimiento en el ciclismo?** Tabla N° 12 **Rendimiento del**

ciclismo Alternativa Frecuencia % SI 38 95 NO 2 5 Total 40 100 Fuente: La encuesta Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Gráfico N° 42 **Rendimiento del ciclismo** Fuente: La encuesta Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Análisis Del 100% de los encuestados, el 95% declara que la distribución del peso y la aplicación de la fuerza si permite un mejor rendimiento en el ciclismo, el otro 5% restante indica que no. Interpretación Se evidencia entonces que la gran mayoría de los encuestados declaran que La distribución del peso y la aplicación de la fuerza si permiten un mejor rendimiento en el ciclismo, por ende son vital. 95% 5% **Rendimiento del ciclismo SI NO 81 9.-¿El alcance y la altura del manillar le permite?** Tabla N° 13 **MANILLAR Alternativa Frecuencia % Comodidad 10 25 Relajación 19 47 Mayor potencia 11 28 Comodidad 40 100** Fuente: La encuesta Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Gráfico N° 43 **MANILLAR** Fuente: La encuesta Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Análisis Indica el 25% de los encuestados que el alcance y la altura del manillar le permite comodidad, el 47% declara que la relajación y el 28% manifiesta que genera mayor potencia. Interpretación La mayoría de los encuestados indican que el alcance y la altura del manillar le permiten relajación a la hora de practicar el deporte. 25% 47% 28% **MANILLAR Comodidad Relajación Mayor potencia 82 10.-¿Cuale s el factor que le ayuda a tener mayor mas rendimiento en la práctica del deporte?** Tabla N° 14 **FACTOR DE RENDIMIENTO Alternativa Frecuencia % Experiencia 14 35 Control y medición 24 60 Las anteriores 2 5 Comodidad 40 100** Fuente: La encuesta Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Gráfico N° 44 **FACTOR DE RENDIMIENTO** Fuente: La encuesta Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Análisis Indica el 35% de las personas encuestadas que el factor que le ayuda a tener mayor mas rendimiento en la práctica del deporte es la experiencia, el 60% dice que control y medición y 5% manifiesta que las anteriores. Interpretación Indican la

mayoría de los encuestados que el factor que le ayuda a tener mayor rendimiento en la práctica del deporte es el control y medición, como factores de un eficiente desarrollo del deporte. 35% 60% 5%

FACTOR DE RENDIMIENTO Experiencia Control y medición Las anteriores 83 11.-

¿Considera importante que exista un análisis biomecánico integral para el ciclista? Tabla N° 15

CONTROL BIOMECÁNICO Alternativa Frecuencia % SI 38 95 NO 2 5 Total 40 100 Fuente: La encuesta Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Gráfico N° 45

CONTROL BIOMECÁNICO Fuente: La encuesta Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Análisis Indica el 95% de los encuestados que si es importante que exista un análisis biomecánico integral para el ciclista, el otro 5% restante dice que no. Interpretación De esta manera la mayoría de los encuestados indican que si es importante que exista un análisis biomecánico integral para el ciclista como parte de una seguridad total de la práctica del deporte. 95% 5% **CONTROL BIOMECÁNICO** SI NO 84 12.-

¿Para mejorar su rendimiento deportivo el análisis biomecánico será? Tabla N° 16

Análisis biomecánico Alternativa Frecuencia % Herramienta de mejoramiento 37 92 Oportunidad de confort 3 8 Total 40 100 Fuente: La encuesta Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Gráfico N° 46

Análisis biomecánico Fuente: La encuesta Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Análisis Indica el 92% de los encuestados, que importante que para mejorar su rendimiento deportivo el análisis biomecánico será una herramienta de mejoramiento, el 8% restante indica que es una oportunidad de confort. Interpretación Se determina que la mayoría de los encuestados dicen que será una herramienta de mejoramiento en la práctica del deporte y será parte de un ciclo de cambio. 92% 8%

Análisis biomecánico Herramienta de mejoramiento Oportunidad de confort 85 13.-

¿Considera necesario un análisis MTB para mejorar su rendimiento? Tabla N° 17

ANÁLISIS MTB Alternativa Frecuencia % Si 39 97 NO 1 3 Total 40 100 Fuente: La

encuesta Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Gráfico N° 47

ANÁLISIS MTB Fuente: La encuesta Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Análisis Dice el 97% de los encuestados que si es necesario un análisis MTB para mejorar su rendimiento, tan solo el 3% manifiesta que no. Interpretación Se observa entonces que la gran mayoría de encuestados indican que si es necesario un análisis MTB para mejorar su rendimiento en la práctica del ciclismo. 97% 3%

ANÁLISIS MTB Si NO 86 4.2

INTERPRETACIÓN DE LA FICHA DE OBSERVACIÓN 1.- Para el análisis de la eficiente práctica es vital tomar en consideración la Tabla N° 18

Análisis de la eficiente práctica Alternativa Frecuencia % Talla y peso 20 50 Perímetro de muñeca 12 30 Grasa corporal y musculatura 8 20 Comodidad 40 100 Fuente: Ficha de observación Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Gráfico N° 48

Análisis de la eficiente práctica Fuente: Ficha de observación Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Análisis El 50% de los deportistas observados indican que para el análisis de la eficiente práctica es vital tomar en consideración la talla y peso, el 30% ha detallado que es importante el perímetro de muñeca, para el 20% grasa corporal y musculatura. Interpretación Es un factor importante para la mayor parte de practicantes del deporte, la talla y el peso debido a que son características ergonómicas que sustentan la potencia del pedaleo y entonces así esta relación permita generar un mejor rendimiento. 50% 30% 20%

Análisis de la eficiente práctica talla y peso perímetro de muñeca grasa corporal y musculatura 87 Talla y longitud de la biela acorde a factores como: Tabla N° 19

Talla y longitud Alternativa Frecuencia % Talla pequeña 9 22 Talla mediana 8 20 Talla alta 10 25 Todas 13 33 Total 40 100 Fuente: Ficha de observación Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Gráfico N° 49

Talla y longitud Fuente: Ficha de observación Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Análisis En la

observación se determina, que para el 22% la talla y longitud de la biela es importante y factores como la talla pequeña, el otro 20% inca que el factor importante es la talla mediana, en tanto que para el 25% de los observados la talla alta es el factor predominante y finalmente el 33% dice que son todas las tallas importantes. Interpretación Un gran número de observados dicen que la talla y longitud de la biela es importante en todas las tallas, debido a que este elemento es la característica complementaria del ciclismo y debe estar en proporción todas las tallas del deportista, de manera que su acople permita un alto rendimiento. 22% 20% 25% 33% Talla y longitud talla pequeña talla mediana talla alta todas 88 Ángulo de espalda correcta es importante los siguientes grados Tabla N° 20 Ángulo de espalda Alternativa Frecuencia % 25 grados 22 55 35 grados 18 45 Total 40 100 Fuente: Ficha de observación Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Gráfico N° 50 Ángulo de espalda Fuente: Ficha de observación Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Análisis El 55% de los observados indican que el ángulo de espalda correcta es importante a 25 grados, y el 45% manifiesta que es importante a 35 grados de ángulo de espalda. Interpretación La mayor parte de observados indican que el ángulo y la geometría de la bicicleta a 35° permite un mejor acople a la eficiente practica del ciclismo, lo cual permite una eficiente relación entre el deportista y la bicicleta generando movimientos altamente resistentes a su práctica. 55% 45% Ángulo de espalda 25 grados 35 grados 89 Ángulo de brazos correcto es a los siguientes grados Tabla N° 21 Ángulo de brazos Alternativa Frecuencia % 90 grados 15 37 80 grados 25 63 Total 40 100 Fuente: Ficha de observación Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Gráfico N° 51 Ángulo de brazos Fuente: Ficha de observación Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Análisis En el 37% de los deportistas se observa que el ángulo de brazos correcto para ellos es de 90 grados en la práctica del deporte, y el 63%

restante declara que el ángulo correcto para ellos es de 80 grados. Interpretación Para un alto número de observados el ángulo correcto de los brazos correcto es a una posición de 8° grados, lo cual permitirá el desarrollo del deporte de manera eficiente debido a que se genera un mínimo esfuerzo en el ciclista. 37% 63% Ángulo de brazos 90 grados 80 grados 90 Importancia de la posición del sillín en base a elementos como Tabla N° 22 Importancia de la posición del sillín Alternativa Frecuencia % Altura 8 20 Retroceso 6 15 Angulación 7 18 Todas 19 48 Total 40 100 Fuente: Ficha de observación Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Gráfico N° 52 Importancia de la posición del sillín Fuente: Ficha de observación Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Análisis Se observa que para el 20% de los deportistas la posición del sillín correcta está basada en la altura, el 15% manifiesta que en base al retroceso, en tanto que el 17% está sustentado en la angulación y finalmente el 48% declara que todos estos elementos son importantes en la práctica del ciclismo. Interpretación Indican la mayor parte de los observados que se debe tomar en consideración todos los elementos en la posición del sillín, ya que de un eficiente ajuste tanto de la altura, como del retroceso y su angulación permitirá generar una máxima potencia y la carga en el entrenamiento será mínima. 20% 15% 17% 48% Importancia de la posición del sillín altura retroceso angulación todas 91 Importancia de la posición del manillar son de los siguientes grados Tabla N° 23 Importancia de la posición del manillar Alternativa Frecuencia % 38 Y 42 grados 10 25 43-50 grados 30 75 Total 40 100 Fuente: Ficha de observación Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Gráfico N° 53 Importancia de la posición del manillar Fuente: Ficha de observación Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Análisis En los datos recogidos de la observación, se determina que el 25% da importancia de la posición del manillar a los 38 y 42 grados y el resto de observados que es el 75% dice que 43-50 grados en la

práctica del ciclismo. Interpretación Los observados en su mayoría indican que la importancia de la posición del manillar debe estar establecida en una posición de 43° y 50°, ya que esto permite configurar una silueta geométrica apta para la práctica del deporte y lograr eficiencia ciclística en su totalidad. 25% 75% Importancia de la posición del manillar 38 Y 42 grados 43-50 grados 92 Fuerza de pedaleo correcto es en base a las siguientes fuerzas Tabla N° 24 Fuerza de pedaleo Alternativa Frecuencia % Fuerza propulsiva 9 22 Fuerza resistiva 10 25 Las dos 21 53 total 40 100 Fuente: Ficha de observación Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Gráfico N° 54 Fuerza de pedaleo Fuente: Ficha de observación Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo Análisis Se determina en la observación que el 22% indican que la fuerza propulsiva es muy importante, el 25% declara que fuerza resistiva genera mayor acoplamiento y el 53% declara que las dos fuerzas son muy importantes. Interpretación En la observación se determina entonces que para la mayoría de los ciclistas las fuerzas del pedaleo debe ser integral, es decir se deben utilizar las dos, ya que tanto la fuerza propulsiva y resistiva permitan una fuerza bimotora segura para un alto rendimiento deportivo del ciclista en la ruta. 22% 25% 53% Fuerza de pedaleo fuerza propulsiva fuerza resistiva Las dos 93 4.3 Conclusiones

- El análisis biomecánico es el instrumento integral, para el 75% de los deportistas observados, en el cual el deportista debe sustentar su control, ya que ello permitirá una mejor práctica deportiva y el rendimiento sea el óptimo.
- En la investigación se tomó en consideración factores importantes para el 80% como la fuerza, longitud de biela, ángulos de brazos y espalda como parte del análisis biomecánico en la práctica del deporte.
- Es importante para el 80% que en la práctica del deporte y para elevar el rendimiento del ciclista se debe integrar cada uno de los elementos como fuerza, talla potencia de forma segura, lo cual garantiza la práctica de forma competitiva.
- Es importante para el

100% de los deportistas, que se realice un análisis biomecánico al ciclista en el cual se promueva una evaluación integral y sostenida a cada uno de los elementos ergonómicos y de longitud para que la práctica del deporte sea competitiva y el rendimiento deportivo.

2.2. FUNDAMENTO TEÓRICO Variable independiente Condición física Para (4), dice” la condición física en la alta competición o alto rendimiento comprende los siguientes componentes: resistencia cardiorrespiratoria, fuerza, resistencia muscular, velocidad, potencia, dimensiones antropométricas, flexibilidad, equilibrio y coordinación”. Perfil antropométrico Declara (5), “ Es el estudio de medidas en el tamaño corporal, la forma, la proporción, la composición, la maduración y su función que tienen como propósito entender el movimiento del cuerpo en el contexto del crecimiento, ejercicio y el rendimiento individual.” Biomecánica Cuando una nueva área de conocimientos es desarrollada y llega a ser reconocida, se le asignan nombre y la visión de las áreas en estrecha relación a la nueva 10 ciencia aparecen bajo cuidadoso escrutinio. Lo que resulta es una multiplicidad de términos, usualmente con formas variadas de significado, todos intentando describir de una mejor manera lo que pasa con el sujeto u objeto de estudio de la nueva área. (6). De manera que esta práctica sustenta el manejo biomecánico permitirá un análisis sistematizado de los deportistas. El incremento en el desarrollo del acercamiento científico al análisis del movimiento humano ha sido intenso. El término kinesiología fue usado para describir el conjunto de conocimientos relacionados con la estructura y función del sistema músculo esquelético del cuerpo humano. Más tarde, el estudio de los principios mecánicos aplicables al movimiento humano llegó a ser ampliamente aceptado como una parte integral de la kinesiología. Luego el término fue usado mucho más literalmente para resaltar los aspectos de todas las ciencias que de alguna manera tienen que ver con el

movimiento humano. En este punto llega a ser claro que la kinesiología había perdido su utilidad para describir específicamente esa parte de la ciencia del movimiento, relacionada o con el sistema músculo-esquelético o con los principios mecánicos aplicados al movimiento. (6). Definiciones de la biomecánica • Las bases mecánicas de la biología, la actividad muscular, el estudio de los principios y relaciones implicadas. • La aplicación de las leyes mecánicas a las estructuras vivas, especialmente al aparato locomotor del cuerpo humano. • Es la ciencia que examina las fuerzas internas y externas que actúan sobre el cuerpo humano y el efecto que ellas producen. (6). 11 Función de la biomecánica Los entrenadores son continuamente confrontados con problemas relacionados con la técnica usada en varias actividades en las cuales ellos están inmersos. (6). La función radica en la amplia tendencia en entrenadores y atletas a adoptar incondicionalmente los métodos del campeón, otros copiaron sólo su carrera de aproximación o el movimiento circular con ambos brazos antes del despegue. Años después, Emil Zatopek revolucionó las carreras de distancia. Al igual que lo ocurrido con Brummel, se copiaron sus métodos de entrenamiento, su zancada, etc. La historia y la literatura están llenas de estos ejemplos. (6). Importancia del conocimiento biomecánico El conocimiento está sustentado en aspectos para el entrenador, y el atleta de la siguiente manera: Para el entrenador: La eficiencia en la técnica está determinada por la biomecánica pues son las leyes de la mecánica las que determinan a qué velocidad debe realizarse un movimiento para ser eficiente o máximo. Debido a que los entrenadores trabajan en el máximo rendimiento y dado que éste depende de la precisión en los detalles, entonces el entrenador debe conocer con mayor precisión la biomecánica, en orden a establecer estos detalles. (6). Para el atleta: El aprendizaje de la técnica se lleva a cabo de una manera más eficiente cuando el alumno puede establecer la relación entre la causa y el efecto de un movimiento. Desde este punto de vista, la biomecánica es un

instrumento muy valioso para los atletas en el sentido de que este conjunto de conocimiento le provee de respuestas a muchos de los interrogantes en lo referente al porqué de la técnica. (6). 12 Gráfico N° 02 conocimiento biomecánico Fuente: . (6). Dimensiones escalares y vectoriales Las cantidades escalares aquellas que sólo poseen un número que indica la cantidad y una unidad de medida. Así por ejemplo, 40 libras, 50 naranjas, 10 hombres, etc., son magnitudes escalares porque cumplen con las dos condiciones enumeradas. (6). Los vectores a las cantidades que poseen cuatro condiciones: un número que indica cantidad, una unidad de medida, una dirección y un sentido. Así, la fuerza es una variable vectorial porque debe indicar las unidades de medida, la dirección y sentido en el cual se ejerce. (6). 13 Gráfico N° 03 Magnitudes escalares y vectoriales Fuente: (6). Signos de movimiento Traslación La traslación (o movimiento lineal) tiene lugar cuando un cuerpo mueve todas sus partes de manera que todas recorren el mismo espacio, en la misma dirección e intervalo de tiempo. Si durante el movimiento la línea permanece con la misma longitud y siempre está paralela a la posición inicial, se puede concluir que el movimiento es translatorio. (6). 14 Gráfico N° 04 Formas de movimiento Fuente: (6). Rotación Este movimiento rotatorio (o movimiento angular) tiene lugar cuando todas las partes de un cuerpo se mueven a lo largo de una trayectoria circular alrededor de una línea (considerada como eje de rotación), con el mismo ángulo, al mismo tiempo. (6). Gráfico N° 05 Rotación Inclinación mixta o general 15 La rotación es un movimiento más común que la traslación en las técnicas deportivas, lo es mucho más el movimiento mixto o general. (6). Gráfico N° 06 Movimiento mixto o general Fuente: (6). Cinemática lineal Es la rama de la biomecánica que describe los movimientos sin tener en cuenta su causa. La cinemática lineal está relacionada con los movimientos de tipo lineal o curvilíneo. (6). El estudio de la cinemática se estudia las siguientes variables: • Temporales: tiempo, frecuencia y período • Espaciales: distancia

y desplazamiento 16 • Espacio-temporales: velocidad, rapidez y aceleración Gráfico N° 07 Cinemática lineal Fuente: (6). Variables Temporales La unidad internacional de medida del tiempo o básica es el segundo. Otras medidas mayores son el minuto, la hora, el día, la semana, el mes o el año. Medidas menores son las décimas de segundo, las centésimas o las milésimas de segundo. (6). La frecuencia es el número de movimientos que se realizan en la unidad de tiempo, por ejemplo, el número de pasos por segundo, el número de brazadas por segundo en natación. $f = \# \text{ movimientos} / \text{intervalo de tiempo}$ El período es el inverso de la frecuencia, es decir, el tiempo para un movimiento. $p = 1 / f$ Variables espaciales Una variación de posición en el espacio durante un determinado tiempo y con respecto a un punto de referencia considerado como fijo, se habla de que el cuerpo recorrió una distancia o que realizó un desplazamiento. (6). 17 El término de la distancia se hace referencia a la sumatoria de los cambios de posición de un objeto en el espacio, recorrido que se hace sin tener en cuenta su dirección. (6). Es de carácter vectorial, por lo que se tiene en cuenta su dirección. No en todos los casos de movimiento de un cuerpo la distancia y el desplazamiento son diferentes. En el caso de un corredor de 100 m llanos, la distancia y el desplazamiento son iguales. (6). La unidad internacional de medida es el metro (m). Esta unidad de medida tiene a su vez derivadas mayores como son el decámetro (dam = 10 m), hectómetro (hm= 100 m) y el kilómetro (km = 1.000m). Las menores son del decímetro (dm = 0.10 m), el centímetro (cm = 0.01 m) y el milímetro (mm = 0.001 m). (6). Gráfico N° 08 Variables espaciales Fuente: (6). Variables espacio-temporales Son las variables que no sólo tienen en cuenta la variación espacial que sufre un cuerpo con respecto al marco de referencia fijo, sino que además la relacionan con el tiempo empleado para dicho movimiento, de esta manera estas variables espacio- 18 temporales son por tanto la rapidez y la velocidad. Así como se diferenció entre distancia y desplazamiento (porque son

cantidades de diferente tipo: escalar la primera y vectorial la segunda), de la misma manera la rapidez es una cantidad escalar y la velocidad es una cantidad vectorial. (6). Para el ejemplo del nadador que recorre 100 m nadando, si asumimos que en el trayecto empleó 50 s, entonces su rapidez será igual a: $r = \text{distancia} / \text{intervalo del tiempo}$ $r = d / t$ $r = 100 \text{ m} / 50 \text{ s} = 2 \text{ m/s}$ Para el mismo ejemplo, la velocidad resultante será de: $v = \text{desplazamiento} / \text{tiempo}$ $v = \text{posición final} - \text{posición inicial} / \text{tiempo final} - \text{tiempo inicial}$ $v = (P_f - P_i) / (t_f - t_i)$ $v = \Delta P / \Delta t$ $v = 0 \text{ m} / 50 \text{ s} = 0$ Gráfico N° 09 Variables espacio-temporales Fuente: (6). Movimiento parabólico Este tipo de movimiento se produce cuando un cuerpo es lanzado al aire, de manera que sobre él sólo influyen dos factores para modificar su trayectoria: la fuerza de la gravedad y la resistencia del viento. La fuerza de la gravedad es un vector perpendicular a la superficie terrestre y en sentido hacia el centro de la 19 misma. La magnitud de la aceleración de esta fuerza es de 9.8 m/s^2 . En el movimiento parabólico se produce una combinación de movimiento uniforme y de movimiento uniformemente acelerado o retardado. Así, en el plano horizontal, el movimiento es uniforme, aplicándose para ello las fórmulas pertinentes, anteriormente anotadas. En el plano vertical, el movimiento es uniformemente variado. (6). Por tanto la fuerza de la gravedad, el movimiento de un cuerpo que es lanzado al aire, sigue una trayectoria parabólica, pues la atracción de la gravedad implica una variable exponencial, que produce trayectorias parabólicas. Si la atracción de la tierra no existiera, al lanzar un cuerpo al espacio, éste seguiría una trayectoria rectilínea. (6). Gráfico N° 10 Movimiento parabólico Cinemática rotatoria Este elemento está relacionada con los movimientos de tipo angular. En este sentido, ésta describe los movimientos angulares sin tener en cuenta su causa. Para este apartado, se desarrollarán las siguientes variables: 20 • Temporales: tiempo, frecuencia y período • Espaciales: distancia angular y desplazamiento angular • Espacio-temporales: velocidad angular, rapidez

angular y aceleración angular. (6). Gráfico N° 11 Cinemática rotatoria Fuente: (6). Variables temporales La unidad internacional básica de medida del tiempo es el segundo. Otras medidas mayores son el minuto, la hora, el día, la semana, el mes o el año. Medidas menores son las décimas de segundo, las centésimas o las milésimas de segundo. El período es el inverso de la frecuencia, es decir el tiempo para una rotación. (6) Variables espaciales Cuando un cuerpo experimenta una rotación en el espacio, durante un determinado tiempo y con respecto a un marco de referencia considerado como fijo, se habla de que el cuerpo recorrió un ángulo o que realizó un desplazamiento angular. (6). El término desplazamiento es de carácter vectorial, por lo que se tiene en cuenta su dirección. La unidad internacional de medida angular es el grado. Una revolución o giro completo tiene 360°. Existe también el radián. El radián (rad) equivale a 57.3 ° o 0.16 revoluciones. (6). 21 Variables espacio-temporales. La variación espacial que sufre un cuerpo con respecto al marco de referencia fijo, sino que además la relacionan con el tiempo empleado para dicho movimiento. Las variables espacio-temporales son por tanto la rapidez angular ($\dot{\theta}$) y la velocidad angular (ω). De igual modo que se diferencié entre distancia angular y desplazamiento angular (porque son cantidades de diferente tipo: escalar la primera y vectorial la segunda), así mismo la rapidez es una cantidad escalar y la velocidad es una cantidad vectorial. (6). Cinética o dinámica Su estudio está centrado en la fuerza, como la causa que produce los movimientos. El estudio de la dinámica es por tanto el estudio de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo para producir movimiento. (6). Cinética lineal Se define como un agente que produce o tiende a producir un cambio en el estado de reposo o de movimiento de un objeto. Así por ejemplo, un balón de fútbol colocado sobre la grama permanecerá en ese sitio a menos que alguien le aplique una fuerza por medio de un puntapié y entonces él cambiará de posición y de velocidad. (6) I Ley o ley de la inercia 22 De acuerdo a esta ley, siempre se requiere una

fuerza para iniciar un movimiento, para pararlo o cambiar su dirección o velocidad. De la misma manera, es necesario definir los conceptos de inercia y de masa para aclarar esta ley: Inercia: propiedad de los cuerpos de conservar el estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme. Es directamente proporcional a la masa o a la cantidad de movimiento (mv). (6). Gráfico N° 12 I Ley o ley de la inercia II Ley de Newton o ley de la aceleración La aceleración que adquiere un objeto por la acción de una fuerza constante no equilibrada es directamente proporcional a dicha fuerza y tiene la misma dirección y sentido que ella ($F = m \cdot a$). (6) Gráfico N° 13 II Ley de Newton o ley de la aceleración 23 III Ley o ley de la acción y reacción Esto implica que la fuerza ejercida por un cuerpo sobre otro, es contrarrestada por una fuerza que el segundo cuerpo ejerce sobre el primero. Esta ley enfatiza en que la fuerza representa una interacción entre un objeto y su medio circundante. (6). Gráfico N° 14 III Ley o ley de la acción y reacción Fuerzas sin contacto Las fuerzas que obran sin estar de por medio el contacto entre los cuerpos son las fuerzas asociadas con los componentes de los núcleos de los átomos y que son 24 debidas a la gravedad. La dirección del vector peso es siempre vertical hacia el centro de la tierra; el origen del vector es un punto conocido como el centro de gravedad. (6) Tabla N° 02 Fuerzas sin contacto Segmentos Peso de los segmentos relativo al peso total del cuerpo (% de 1) Localización del vector CG de los segmentos corporales, expresado como porcentaje de la distancia total, a partir del punto proximal. Hombres Mujeres Hombres Mujeres Cabezacuello 0.0694 0.0688 59.76 58.94 Tronco 0.4346 0.4257 44-86 41.51 Brazo 0.0271 0.0255 57.72 57.54 Antebrazo 0.0162 0.0138 45.74 45.59 Mano 0.0061 0.0056 79.00 74-74 Muslo 0.1416 0.1478 40.95 36.12 Pierna 0.0433 0.0481 44.59 44.16 Pie 0.0137 0.0129 44.15 40.14 Fuerzas de contacto Estas fuerzas no son realmente fuerzas de diferente tipo, sino diferencias en el agente que causa la interacción. Tales fuerzas se hallan frecuentemente en análisis de movimiento

humano y son: la fuerza de reacción articular, la fuerza de reacción de la tierra, la fuerza elástica y la fuerza muscular. En la mayoría de los casos, estas fuerzas no son calculadas, pero con la tecnología apropiada, es posible determinarla. (6). 25 Fuerzas de reacción de la tierra La Ley de impacto de Newton: si dos cuerpos se mueven uno hacia el otro en una línea recta, la diferencia de las velocidades después del impacto depende de la diferencia de sus velocidades en el momento del impacto. (6). Desde esta perspectiva, la variabilidad en el comportamiento del sistema del movimiento humano no es vista como típicamente se ve, como un factor de ruido o error en la ejecución, por el contrario, se indica en Davids y otros (2003a), que los sistemas del movimiento humano necesitan acceder a esta información para contextualizar los movimientos en presencia de error o ruido, en la forma de variabilidad de la estructura del resultado motor, factor que constituye un imperativo para las adaptaciones funcionales a los ambientes dinámicos. (6). Perspectivas tradicionales de la variabilidad en el movimiento humano En la literatura de Control Motor existe una variedad de lineamientos científicos sobre la variabilidad del movimiento humano. Por ejemplo, en concordancia con Schmidt (2003) y Schmidt & Lee (2005), la variación de un patrón de movimiento en un momento determinado, puede ser considerada como la consecuencia de errores en la habilidad de predecir los parámetros necesarios para utilizar un programa motor y, con la práctica de tareas específicas, la predicción de errores puede ser eliminada gradualmente y de esta forma optimizar la precisión y eficiencia del patrón motor. (6). Bajo este concepto, un incremento en la variabilidad de un patrón de movimiento significa una menor cooperación de los tres componentes del sistema referencial antes enunciado. Una disminución en la variabilidad del patrón de movimiento indicaría un comportamiento cooperativo y altamente estable del sistema. Esta línea de pensamiento indicaría en el plano deportivo, que para realizar el saque de 26 tenis hay que tener en cuenta el

ambiente o estado externo del momento del gesto y las limitaciones biomecánicas y morfológicas del tenista. (6). Entonces la variabilidad en el movimiento humano ha sido tradicionalmente interpretada como un problema o “ruido” que debe ser minimizado para un rendimiento óptimo en una técnica definida. El “ruido” aquí se presume como las fluctuaciones al azar y está presente en los mecanismos neuromusculares en los sistemas biológicos. Este concepto ha sido adoptado como un factor limitante en control moto pero esta visión necesita de una mayor exploración para ir más allá de la desviación estándar. Entre mayor sea la variabilidad operacionalizada por la desviación estándar, mayor el ruido en el sistema. Gráfico N° 15.- Esquema de control para sub movimientos correctivos Gráfico N° 16.- Modelo Determinístico de un salto en longitud utilizado para un análisis cualitativo. Localizar el blanco Movimiento inicial Retroalimentación visual y propioceptiva Generar submovimiento correctivo Selección del blanco si No Distancia Distancia de despegue Distancia de vuelo Distancia de aterrizaje Posición corporal Posición al impacto Acciones después de 27 En el mundo de la técnica deportiva son muchos los ejemplos que pueden ser sujetos a la aplicación de este modelo que conlleva precisión y velocidad. Por ejemplo, se conocen, entre otros, los lanzamientos en baloncesto, los saques en tenis y voleibol, los tiros al arco en fútbol, los saltos en atletismo, los agarres en la mayoría de los deportes y las técnicas gimnásticas. Para explicar esta teoría de la variabilidad- impulso desde el mundo del deporte, se ha reportado por Miller (2002) una gran variabilidad en velocidad lineal de los segmentos terminales (T= tobillo, R = rodilla, C= cadera, H= Hombro, Co = codo, M = muñeca y MCP = metacarpo) para los tiros libres largos y cortos, en baloncesto. Los tiros no efectivos son más variables, lo mismo que los tiros largos. (6). Lineamientos en el entendimiento de la variabilidad La variabilidad está inherente dentro y entre los sistemas biológicos (Newell & Corcos, 1993). Teniendo en cuenta el principio de la

complejidad de la medición y análisis del movimiento humano expuesto por Acero (2002) donde existe un número finito de partes corporales y un número infinito de combinaciones de movimientos producidos por ellas, comprendiendo que todas están trabajando para producir un mismo patrón de movimiento, parece imposible que un movimiento humano del mismo patrón sea igual a otro. En este sentido 28 investigadores biomecánicos han empleado, recientemente, técnicas de análisis que van desde la aplicación de acercamientos de sistemas dinámicos hasta el control y coordinación de movimientos (6). En forma típica en la investigación en el movimiento humano, los datos cinemáticos y cinéticos de varios intentos de la misma técnica, son promediados para generar un registro intermediado por la ejecución de la persona o el patrón del movimiento, acompañado de una normalización. Aquí el patrón de organización temporal se pierde. Desde la estadística, las herramientas lineares tradicionales para estudiar e interpretar la variabilidad asumen que las variaciones entre las repeticiones de una técnica son aleatorias e independientes de repeticiones pasadas y futuras. Sin embargo, en estudios recientes se ha demostrado que las mencionadas variaciones son diferenciadas del "ruido". Entonces estas no son ni aleatorias ni independientes. (6). La variabilidad como resultado del ajuste Deportistas extraordinarios tales como Tiger Woods, Diego Maradona, Michael Jordan, Rafael Nadal, Nadia Comaneci y Sergei Bubka, entre otros, han mostrado capacidad para ejecutar sus técnicas en una forma muy consistente, sin embargo sus movimientos no son los mismos de intento a intento, cuando se miden en una forma precisa. Esto implica que sus movimientos fueron o son altamente consistentes pero no son los mismos entre sí. (6). El enfoque de la variabilidad en el rendimiento deportivo Un sistema, según Aracil (1986), puede definirse como una entidad compleja formada por partes en interacción mutua, cuya identidad resulta de una adecuada armonía entre sus constituyentes, y dotada

de una sustantividad propia que trasciende a la de esas partes. Un sistema dinámico (SD) implica la generación de 29 una actividad de cooperación entre un grupo de componentes inter-actuantes de un sistema (Mpitsos & Soinila, 1993). Entonces, ¿qué es un sistema dinámico? (6). Funciones de la variabilidad en la técnica deportiva La variabilidad ha sido reportada en lanzamientos, baloncesto, carrera, velocidad, gimnasia, tenis de mesa, tenis de campo, hockey sobre hierba, cricket, golf, fútbol, levantamiento olímpico, movimientos cíclicos y acíclicos, procedimientos terapéuticos y de rehabilitación; en competiciones reales y en condiciones de laboratorio con una alta validez investigativa. Los siguientes pueden ser los principales aportes de la variabilidad al rendimiento en la técnica deportiva y a su proceso de control en el entrenamiento. (6). Sistemática biomecánica El análisis de la técnica en biomecánica deportiva ha tenido tradicionalmente los siguientes pasos: a) observación directa o indirecta de los movimientos ejecutados de los deportistas, b) comparación de sus técnicas de movimiento con las de los deportistas "superiores", tomadas como el modelo a mejorar y a optimizar, c) evaluación y diagnóstico de los movimientos de los deportistas, d) identificación de los errores técnicos y factores limitantes y e) enseñanza al deportista de cómo modificar su técnica a través de un entrenamiento apropiado. Lo más difícil en esta elipse de optimización es el diagnóstico del movimiento y la identificación de sus errores y factores limitantes. (6) Gráfico N° 17.- Órbita biomecánica en el rendimiento deportivo. 30 En el uso de este método predictivo se han encontrado dificultades para determinar las funciones objetivas y los criterios de decisión y estimar los movimientos ideales. (6). En la práctica tradicional los procesos del entrenamiento y control de la técnica y de la enseñanza del gesto deportivo se hacen básicamente por la imitación de una técnica hecha por deportistas superiores o suficientemente adiestrados. (6). Impulsos de resistencia opuestas al desplazamiento La mayor fuerza opuesta al desplazamiento del

ciclista es la aerodinámica, ésta supone más del 80% de todas las fuerzas de resistencia cuando solo se desplaza a 30 Km/h y muy superiores cuando se incrementa la velocidad (Gross; Kyle & Malewicki, 1984). En general se puede decir que la fuerza total producida por las resistencias del aire es la suma vectorial de dos fuerzas: a) Fuerza de arrastre, producida en la misma dirección del desplazamiento y en sentido contrario y b) Fuerza de sustentación, perpendicular a la dirección del desplazamiento, aunque esta fuerza solo adquiere cierta importancia en determinadas situaciones, como es el caso de la existencia de vientos relativos laterales. (7). 31 En esta situación, parte del aire se frena cuando choca con la sección transversal del cuerpo perpendicular al flujo y otra parte es incapaz de seguir el contorno de la superficie, produciéndose dos vórtices iguales o corrientes en torbellino detrás del ciclista que, según el teorema del momento cinético, producen una fuerza de arrastre opuesta al desplazamiento. Además, este hecho hace que la velocidad del flujo sea mayor detrás del ciclista que en la parte frontal y, según el teorema de Bernoulli, se produce una fuerza de succión posterior que reduce la velocidad del ciclista. (7). Gráfico N° 18- Representación gráfica del efecto de la resistencia Por último, otra de las fuerzas importantes que se oponen al desplazamiento de una bicicleta es el rozamiento en giro, especialmente cuando nos desplazamos a velocidades pequeñas, ya que a estas velocidades las resistencias aerodinámicas no son tan relevantes. La intensidad de la fuerza de resistencia producida por el rozamiento en giro depende de los siguientes factores: 32 a) Peso del ciclista y la bicicleta. Al incrementar el peso, el rozamiento en giro también se incrementa. Por esta razón, para subir un puerto se utilizan bicicletas más ligeras y tienen más facilidad los ciclistas con menor peso. b) La presión de la rueda. Cuanto más presión tenga el tubular, el rozamiento en giro disminuye, incrementándose en un 30% cuando la presión de la rueda se reduce a la mitad. c) La resistencia producida por el rozamiento en giro es inversamente

proporcional al diámetro de la rueda (Whit & Wilson, 1974). La utilización, cada vez más habitual, de ruedas con un diámetro menor responde al propósito de reducir el rozamiento producido por el aire y no el de giro, lo que se desprende de la expresión E-2. d) Sección transversal del tubular. Cuanto mayor es la sección transversal mayor será la resistencia producida por el rozamiento en giro. Dill, Seed & Marzulli (1954) comprobaron que una cubierta de 71 x 5.4 cm. requería un consumo máximo equivalente a 0.19 litros por minuto más que utilizando otra cubierta de 68 x 3.2 cm. e) El coeficiente de rozamiento. Cuanto menor sea éste, menor será la resistencia en giro, aunque es necesario considerar que una reducción máxima de su magnitud podría suponer un cierto peligro de caída. En este sentido se debe diferenciar entre el coeficiente de rozamiento estático y el dinámico. (7) Fuerzas propulsivas Según el sistema de análisis propuesto, las fuerzas propulsivas deben de considerarse como interactivas dentro del sistema ciclista-bicicleta, aunque para comprender mejor las fuerzas que el ciclista ejerce sobre la bicicleta es necesario tratar de interpretar solo al ciclista como objeto de estudio, el cual ejerce fuerzas contra la bicicleta para desplazarse. (7). 33 La fuerza de empuje sobre el manillar supone un 29% y las de tracción un 71%, cuando se realiza una salida máxima y un 43% de fuerza de empuje cuando se realiza una escalada, mientras que en llano las fuerzas de empuje superan a las de tracción en un 61% del total y que la fuerza total desarrollada sobre el manillar, durante un ascenso importante, es el doble que la desarrollada durante el llano. (7). Grafico N ° 19 Fuerzas propulsivas Fuente: (7) Medidas de eficacia en la aplicación de fuerza Valorado mediante una función de costo referida a los momentos articulares de la cadera, rodilla y tobillo, las cuales habían sido correlacionadas con las fuerzas ejercidas sobre los pedales y los registros electromiográficos (Hull & Jorge, 34 1985). Los resultados indican que existe una cadencia óptima, entre 90 rpm. y 110 rpm., para las articulaciones de la cadera y el

tobillo, mientras que la cadencia no incide significativamente sobre el momento del tobillo. (7). 35 Tabla N° 03.- relación entre longitud de biela, ritmo de pedaleo (cadencia) y medidas antropométricas, valorando mediante el porcentaje de desviación de la función de costo de los momentos articulares. Utilizando una potencia de 100 W en cada pierna. Cadencia (rpm) 60 70 80 90 100 110 120 130 140 Talla pequeña Longitud de biela (mm) % desviación, func. Costo. 200 186 200 87 200 34 200 13 175 7.1 155 2.8 140 0.0 140 8.5 140 36 Talla mediana Longitud de biela (mm) % desviación, func. Costo. 200 150 200 60 200 17 185 6.7 160 2.4 145 0.0 140 7.3 140 39 140 97 Talla alta Longitud de biela (mm) % desviación, func. Costo. 200 110 200 33 200 6.7 170 2.0 150 0.0 140 6.1 140 53 140 113 140 220 Fuente: (7) 36 Tabla N° .04- Optimización de variables mediante el momento de la función de costo, en relación a los diferentes ritmos de pedaleo (cadencias) y las medidas antropométricas de los ciclistas. con una potencia de 200 W. Bajos Medianos Altos Cadencia (rpm) 95 90 85 Longitud biela (L1) (mm) 193 191 185 Angulo tubo sillín (6) (°) 81.6 78.4 74.9 Altura sillín (L2) (mm) 696 773 858 Posición pie (L3) (mm) 130 143 156 Función de costo (N2 m2) 41.481 48.053 58.442 Cadencia (rpm) 100 95 90 Longitud biela (L1) (mm) 182 178 173 Angulo tubo sillín (6) (°) 80.7 77.6 74.5 Altura sillín (L2) (mm) 705 784 868 Posición pie (L3) (mm) 130 143 156 Función de costo (N2 m2) 40.560 47.982 57.176 Cadencia (rpm) 105 100 95 Longitud biela (L1) (mm) 171 167 161 Angulo tubo sillín (6) (°) 80 77 74 Altura sillín (L2) (mm) 714 793 876 Posición pie (L3) (mm) 130 143 156 Función de costo (N2 m2) 39.766 47.095 56.262 Cadencia (rpm) 110 105 100 Longitud biela (L1) (mm) 161 157 151 Angulo tubo sillín (6) (°) 79.3 76.5 73.4 Altura sillín (L2) (mm) 722 801 876 Posición pie (L3) (mm) 130 143 156 Función de costo (N2 m2) 39.09 46.405 55.819 Fuente: (7) 37 Gonzalez & Hull (1989) realizaron un estudio donde analizaron cinco factores que consideraron relevantes y dependientes con la aplicación

de fuerzas sobre el pedal, llegando a la conclusión que el factor más importante era la cadencia de pedaleo, seguido de la longitud de biela, el ángulo del tubo del sillín, altura del sillín y, por último, la posición del pie sobre el pedal. Para un ciclista de talla media, la máxima eficacia corresponde a una cadencia de 115 rpm., una longitud de biela (L1) de 0. 140 m., un ángulo de 75.7° del tubo del sillín (&) y, la altura del sillín (L2) más la longitud del brazo de la biela debe ser igual al 97% de la longitud de la pierna, medida hasta el trocánter. (7). En general se debe de considerar que una menor altura del sillín supone un incremento en la actividad muscular y especialmente del cuadriceps y biceps femoral (Ericson y Col., 1985; Jorge & Hull, 1986; Desipres, 1974), lo que nos da base para decir que una mayor altura del sillín permite pedalear con mayor facilidad, sobre todo cuando se incrementa la actividad. (7). La biomecánica deportiva es una disciplina que estudia las fuerzas desarrolladas por los músculos aplicadas a las palancas óseas del atleta. (8). Es una ciencia que busca el perfeccionamiento de la máquina humana para obtener de ella el máximo rendimiento en el gesto deportivo. La biomecánica es una ayuda legal y eficaz al servicio del deportista, pudiendo considerarla como una «técnica no dopante». (DE MONDENARD y CHEVALIER). (8) Posición sobre la bicicleta Altura del sillín: el sillín debe de alzarse de tal forma que estando el ciclista sentado sobre él, con las piernas extendidas, el talón llegue a contactar con el centro del pedal, estando éste en su punto más bajo. (8) 38 Retroceso del sillín: es el segundo paso a realizar tras haber colocado los pies en los pedales (se colocan de tal forma que la cabeza del primer metatarsiano se sitúe sobre el eje del pedal). (8). Distancia sillín-manillar: para calcular colocaremos al ciclista con la biela adelantada paralela al tubo del cuadro que va desde la «caja pedalier» hasta la dirección. Le haremos colocar las manos en la parte baja del manillar, codo ligeramente flexionado. (8). Gráfico N° 20 Posición sobre la bicicleta

Tipos de cadenas cinéticas El análisis de un movimiento suele hacerse a nivel de las diferentes articulaciones, estudiando cada una por separado, pero el problema es más complejo ya que ellas se enlazan formando una unidad de movimiento compleja, una cadena cinética. (8) 39 En el ciclismo, los dos extremos fijos de la cadena cinética se hallan a nivel del apoyo en el sillín, y de los apoyos fijos en los pedales: • El sillín no debe ser blando ni poseer muelles, pues de ser así las caderas muestran un movimiento excesivo en cada pedalada, disminuyendo el rendimiento mecánico de la misma. Siendo grandes, los sillines dificultan el correcto ascenso y descenso de las piernas, que para ser eficaz ha de ser rectilíneo. (8) • El anclaje inferior está compuesto por: el pedal; un calapié con su correa; la zapatilla, que en su suela posee un taco con una ranura para ser acoplada a la parte posterior del pedal: - el pedal. Es el lugar de la bicicleta donde se concentran todas las fuerzas generadas en el pedaleo. En él se transmite el esfuerzo alternativo de cada pie, transformándose posteriormente en un movimiento continuo mediante el cual se movilizará la bicicleta. (8) - el calapié. Los hay de diferentes profundidades; su elección dependerá del pie del ciclista. Sujetando con fuerza mediante la correa la zapatilla, su función consistirá en transmitir al pedal la fuerza generada por el ciclista en la FASE ASCENDENTE del pedaleo y no en la fase de avance anterior como a veces se piensa. (8) - la zapatilla. La zapatilla actual de competición posee una suela rígida - con una plancha de metal en su interior, o madera. (8). 40 Gráfico N° 21 Cadenas cinéticas Fuente: (8) Análisis biomecánico de la actividad ciclista Gracias a los cambios sufridos por los tres segmentos -muslo, pierna y pie-, por las articulaciones -coxo-femoral, rodilla y tobillo- y por las acciones de los músculos que intervienen en el pedaleo, pueden distinguirse cuatro fases: FASE I. Va de 20° a 145° en relación con la vertical que pasa por el eje de pedalier (0° su parte más superior, 180° su parte inferior). Durante esta fase el pie se extiende 30° sobre la pierna, pero guarda una orientación estable en el espacio de 45° respecto a la

horizontal. La pierna se estira 70°. El muslo se estira en una amplitud de 44°. La extensión del muslo se debe al glúteo mayor, al tensor de la fascia lata y a los isquiotibiales. La extensión de la pierna se debe al cuádriceps por medio del vasto externo y del crural. La extensión del pie se realiza mediante el tríceps sural, sobre todo, y también con la colaboración de los grupos retromaleolares -interno y externo-. Los músculos intrínsecos del pie no tienen un efecto cinético aparente. (8) 41 FASE II. Va de 145° a 215°. Aquí se incluye uno de los denominados «puntos muertos», característicos del ciclismo; corresponden a la posición alta y baja de la biela. Es una fase de inversión en la cual se pasa de completar la extensión del miembro inferior a comenzar su flexión. Es conveniente dividirla en dos partes: - de 145° a 180°. En esta fase el miembro inferior se extiende gracias a una abertura del tobillo de 15°. Este movimiento es realizado gracias al sóleo, músculo monoarticular, cuya contracción es independiente de la posición de la rodilla. (8) No es esencial en esta fase la acción de los gemelos ya que, al ser biarticulares, su máxima potencia depende de la posición de la rodilla, y no es máxima más que cuando la pierna se halla en completa extensión. De esta forma, puede observarse a veces un «surmenage» del sóleo hipersolicitado. (8) Durante esta fase, la extensión de la rodilla es mínima, 2°. - de 180° a 215°. La orientación del pie permanece similar a la de la fase precedente (de 145° a 180°). Se observa una flexión activa del miembro inferior: la pierna se flexiona de 150° a 135° sobre el pie, la rodilla se flexiona de 150° a 125° sobre el muslo, y éste se acerca 5° a la horizontal. (8) FASE III. Es la fase opuesta a la fase I. Van de los 215° a los 325°. Durante ella, el pie se flexiona cerrándose 15° el tobillo. La rodilla se cierra 55°. La cadera se flexiona en una amplitud de 35°. Los músculos que actúan son poco potentes, debiendo luchar contra la gravedad. La flexión del muslo se realiza mediante el psoas-iliaco, el recto anterior y el sartorio. La pierna se flexiona gracias a los músculos de la cara posterior del muslo: músculos de

la pata de ganso, poplíteo y bíceps. La flexión del pie se realiza mediante potentes músculos biarticulares: tibial anterior, extensor común de los dedos y extensor propio del dedo gordo. La ligerísima extensión del antepié se debe a los músculos intrínsecos del pie, que luchan asimismo por elevar el pie tirando de la correa del calapié hacia arriba. (8) 42 FASE IV. Va de los 325° a los 20°. Los movimientos en esta fase son complejos y difíciles de esquematizar. En el comienzo de esta fase el pie se haya extendido a 140°; luego se flexiona brutalmente hasta los 105°. Es una gran amplitud la recorrida por esta articulación, asemejándose a la realizada en la fase II. En contraposición, la amplitud de movimientos de la rodilla y de la cadera es mínima. (8) Variable dependiente Resistencia Declara (9), “Es la capacidad física que permite la realización de un ejercicio físico durante el mayor tiempo posible y facilita una rápida recuperación del esfuerzo físico” Composición corporal Indica (10), “Realiza el análisis de la constitución orgánica mediante el fraccionamiento del peso corporal, para determinar en kilogramos, los tejidos que constituyen el organismo humano. Rendimiento deportivo Ha sido observado que para cargas moderadas (200 Watts) la fuerza máxima por pedalada es similar entre un ciclista de élite y un ciclista normal. Pero, para cargas de trabajo elevadas, (420 Watts) es menor para los ciclistas de élite que para los ciclistas de recreo. Esta diferencia es debida a la existencia de calapiés y al buen uso que de ellos hacen los profesionales del ciclismo. Durante un esfuerzo máximo tiran de los calapiés hacia arriba permitiendo que la fuerza desarrollada sea positiva durante toda la revolución. De esta forma se aumenta la eficacia 43 durante el ascenso del pedal, lo suficiente para desarrollar una fuerza relativamente menor durante el descenso de la otra pierna. (8) Gráfico N° 22 Rendimiento deportivo Fuente: (8) Principios y diseño del control del entrenamiento Los deportistas han sido objeto de un gran número de mediciones, y es que cada aspecto en particular requiere

diversas pruebas o mediciones. Sin embargo, el hecho de que se esté calculando determinado aspecto en los deportistas no significa que esa valoración constituya un control del entrenamiento. El control del entrenamiento debe incluir los siguientes cinco principios: 1. Es un proceso realizado con el objetivo de aumentar la eficacia del entrenamiento. 2. Se basa en los cambios registrados en los deportistas durante diversas fases del entrenamiento o bajo la influencia de los principales elementos de las actividades deportivas (sesión de entrenamiento, competición, microciclo del entrenamiento). 44 3. Es un proceso altamente específico que depende del evento deportivo, el nivel de resultados del deportista y las diferencias de edad/sexo. En consecuencia, los métodos para el control del entrenamiento deben ser escogidos específicamente para el suceso concreto y las características personales de cada deportista. 4. Cualquier método o medición realizados tienen sentido en el control del entrenamiento si proporcionan información fiable relacionada con la tarea que está siendo controlada. 5. La información obtenida a partir de las mediciones realizadas debe ser comprensible; es decir, debe ser científicamente válida para poder realizar las necesarias correcciones en el diseño del entrenamiento. (11). El principio básico para el diseño del control del entrenamiento es prueba mínima – máxima información fiable. El principio alternativo, más pruebas – más información no puede aceptarse, puesto que el control no es el objetivo en sí mismo sino un medio para ayudar a los entrenadores y los deportistas. Las pruebas deben estar hechas a la medida del entrenamiento y no deben sobrecargar al deportista. Hay que escoger las pruebas y mediciones más adecuadas entre las distintas posibilidades disponibles. (11). La acertada elección de los métodos, pruebas y parámetros es la condición indispensable para minimizar el número de pruebas y maximizar la información obtenida. Es preferible evitar la medición de parámetros distintos que proporcionen la misma información y tener en cuenta los que estén

directamente relacionados con los resultados. En estos casos, es importante la relación entre el resultado y el parámetro medido. (11). Desde una perspectiva ética: • deben padecer lo mínimo posible durante el estudio; • los deportistas deben estar completamente libres de presiones; 45 • deben dar su consentimiento por escrito para la utilización de cualquier procedimiento, manipulación o método; • la participación no debe provocar emociones negativas en los deportistas, y • éstos deben estar informados sobre quién va a conocer los resultados de las pruebas y tienen derecho a exigir limitaciones respecto a la distribución de la información obtenida.(11) El objetivo del control del entrenamiento está basado en la necesidad de: • obtener información de retroalimentación sobre los efectos reales del entrenamiento; • saber que el diseño de la sesión de entrenamiento es el adecuado para una fase específica del deportista en cuestión, y • reconocer el patrón de las posibilidades adaptativas del deportista. (11) La valoración del patrón del desarrollo de los efectos del entrenamiento debe proporcionar la posibilidad de evaluar la relación entre el ejercicio realizado y los cambios específicos resultantes producidos en el organismo. El análisis del diseño de la sesión de entrenamiento en las planificaciones del mismo exige la evaluación de la carga de las sesiones de entrenamiento (tanto de la intensidad como del volumen de la carga) y de los microciclos de entrenamiento. Lo más importante es averiguar si la sesión de entrenamiento ejerce el efecto ejercitador esperado. Para la evaluación de los microciclos, hace falta información sobre los procesos de recuperación. El análisis de los procesos de recuperación también puede ser esencial para el establecimiento de los intervalos óptimos de descanso entre ejercicios durante una sesión de entrenamiento. La evaluación de las sesiones de entrenamiento y los microciclos está relacionada en gran medida con el diagnóstico de la fatiga. (11) Los siguientes puntos determinan las bases del control bioquímico del entrenamiento: • La adaptación metabólica constituye la base

para la mejora de un resultado específico en la principal prueba deportiva del deportista. Estas 46 adaptaciones deben ser caracterizadas cualitativa y cuantitativamente para poder completar el método del entrenamiento. • En el entrenamiento, la adaptación metabólica también es esencial para la mejora de la condición fisicomotora general y la específica para una competición concreta. Además, las adaptaciones intervienen en gran medida a la hora de explorar la eficiencia del entrenamiento. • La eficiencia de la gestión del proceso de entrenamiento durante cortos períodos de tiempo puede evaluarse a través de los cambios metabólicos y funcionales que se sabe ocurren como resultado de determinados ejercicios y métodos de entrenamiento. • La base para un entrenamiento efectivo es la adaptación estructural enzimática celular provocada por los cambios metabólicos y hormonales durante y después de las sesiones de entrenamiento. Obtener los valores de estos parámetros abre el camino para la valoración del efecto ejercitador de las sesiones de entrenamiento. • La dirección errónea del proceso de entrenamiento que da lugar a una dirección equivocada en la adaptación metabólica o un descenso peligroso de la adaptabilidad y las reservas del organismo puede ser detectada mediante la realización de estudios metabólicos y hormonales. • En el control del entrenamiento, los estudios metabólicos y hormonales son de utilidad si proporcionan resultados cuya información sea significativamente (11) La elección de técnicas y métodos para el control bioquímico se basa en el conocimiento de la naturaleza específica de la adaptación metabólica inducida por el entrenamiento. En consecuencia, los coordinadores del control del entrenamiento deben saber cuáles son los cambios que debe experimentar el organismo para que un adolescente o un adulto joven normal se convierta en un homo olympicus capaz de competir en los Juegos Olímpicos o los Campeonatos del Mundo para conseguir una medalla. El objetivo es establecer el camino para la obtención de

información sobre el logro de las características necesarias, la 47 discriminación de las tareas a introducir en el entrenamiento y el significado de las peculiaridades genotípicas (figura 1.1). Esta clase de información es necesaria para realizar correcciones en la dirección del entrenamiento y retener de manera objetiva la experiencia acumulada. (11). Las necesarias características registradas deben proporcionar una información válida y específica para la especialidad Deportiva en cuestión sobre los procesos de Desarrollo que se dan con el paso de los años. En muchos casos, los años incluyen la prepubertad, la pubertad, el desarrollo pospuberal y los primeros años de adultez (adulto joven). No obstante, surge el problema de saber si el valor informativo de los parámetros registrados sigue siendo el mismo durante el desarrollo ontogénico y la madurez. Aunque es un problema importante, no vamos a entrar a discutirlo, puesto que se han realizado muy pocos estudios al respecto como para establecer una generalización. (11). Otra consideración a tener en cuenta es que el control bioquímico es más eficiente con el tiempo, es decir, cuanto mayor sea el nivel de rendimiento, más profunda será la información obtenida. En un nivel avanzado de rendimiento, con mayor frecuencia que anteriormente, (11). Gráfico N° 23.- Esquema para analizar los efectos del entrenamiento. 48 Fuente: (11). Función de la adaptación celular en los cambios inducidos por el entrenamiento En los procesos de adaptación del organismo intervienen diversos sistemas orgánicos y sus mecanismos de control correspondientes. No es difícil entender que en el entrenamiento de resistencia la mejora de la capacidad funcional del corazón proporciona un mayor suministro de sangre a los músculos activos. Este cambio es una relación inevitable que conecta los resultados del entrenamiento y el rendimiento en los ejercicios de resistencia. Prácticamente todos los tipos de entrenamiento conducen, inevitablemente, a cambios en los músculos esqueléticos.

Primero aumenta el volumen muscular, y en un entrenamiento con cargas de alta intensidad este cambio es claramente visible. No obstante, en el entrenamiento de resistencia, los deportistas no perciben unos músculos bien desarrollados. En el interior de los músculos se puede ver que la adaptación se expresa de forma diferente en el volumen de los distintos tipos de fibras musculares. El entrenamiento con cargas provoca hipertrofia de las fibras musculares de todos los tipos, predominando la hipertrofia de las fibras de contracción rápida (FT) (Dons et al., 1978; Costill et al., 1979). Un estudio señaló que el área muscular ocupada por las fibras de contracción rápida (tipo II) aumentó un 90% a pesar de mantener la composición del tipo de fibra dentro de los valores normales (Tesch y Karlsson, 1985). El entrenamiento de velocidad o potencia generó una hipertrofia selectiva de las fibras glucolíticas de contracción rápida (tipo IIb) o de las fibras glucolíticas oxidativas de contracción rápida (tipo IIa) (Saltin et al., 1976; Tihanyi y col., 1982). En el entrenamiento con resistencias o de potencia y parcialmente en el entrenamiento de velocidad, los cambios aparecieron en las miofibrillas que realizan la contracción muscular. El aumento del tamaño miofibrilar se relacionó con el incremento de las proteínas miofibrilares relacionadas con el acto de la contracción (Yakovlev, 1978). Estos cambios son necesarios para la mejora de la fuerza y la potencia musculares. (11). 49 Gráfico N° 24 adaptación celular en los cambios inducidos por el entrenamiento Fuente: (11) La composición constante de iones en el medio celular y sus rápidos intercambios son condiciones esenciales para las actividades de la vida normal. Los intercambios iónicos entre los líquidos intra y extracelulares inician la acción de una célula, y cada ciclo funcional debe terminar con cambios iónicos en la dirección opuesta. Por una parte, estos intercambios dependen de la diferencia de concentración iónica en los medios intra y extracelulares. Por otra parte, los intercambios iónicos, que restablecen las condiciones basales, deben llevarse a cabo

contra gradiente iónico (de baja concentración a alta concentración), de manera que el proceso consume energía. Este proceso se lleva a cabo mediante la intervención de las bombas iónicas existentes en las membranas celulares. (11)

Análisis biomecánico de la actividad ciclista
Gracias a los cambios sufridos por los tres segmentos -muslo, pierna y pie-, por las articulaciones -coxofemoral, rodilla y tobillo- y por las acciones de los músculos que intervienen en el pedaleo, pueden distinguirse cuatro fases: FASE I. Va de 20° a 145° en relación con la vertical que pasa por el eje de pedalier (0° su parte más superior, 180° su parte inferior). Durante esta fase el pie se extiende 30° sobre la pierna, pero guarda una orientación estable en el espacio de 45° respecto a la horizontal. La pierna se estira 70°. El muslo se estira en una amplitud de 44°. La extensión del muslo se debe al glúteo mayor, al tensor de la fascia lata y a los isquiotibiales. La extensión de la pierna se debe al cuádriceps por medio del vasto externo y del crural. La extensión del pie se realiza mediante el tríceps sural, sobre todo, y también con la colaboración de los grupos retromaleolares -interno y externo-. Los músculos intrínsecos del pie no tienen un efecto cinético aparente. (8) 41 FASE II. Va de 145° a 215°. Aquí se incluye uno de los denominados «puntos muertos», característicos del ciclismo; corresponden a la posición alta y baja de la biela. Es una fase de inversión en la cual se pasa de completar la extensión del miembro inferior a comenzar su flexión. Es conveniente dividirla en dos partes: - de 145° a 180°. En esta fase el miembro inferior se extiende gracias a una abertura del tobillo de 15°. Este movimiento es realizado gracias al sóleo, músculo monoarticular, cuya contracción es independiente de la posición de la rodilla. (8) No es esencial en esta fase la acción de los gemelos ya que, al ser biarticulares, su máxima potencia depende de la posición de la rodilla, y no es máxima más que cuando la pierna se halla en completa extensión. De esta forma, puede observarse a veces un «surmenage» del sóleo hipersolicitado. (8)

Durante esta fase, la extensión de la rodilla es mínima, 2°. - de 180° a 215°. La orientación del pie permanece similar a la de la fase precedente (de 145° a 180°). Se observa una flexión activa del miembro inferior: la pierna se flexiona de 150° a 135° sobre el pie, la rodilla se flexiona de 150° a 125° sobre el muslo, y éste se acerca 5° a la horizontal. (8) FASE III. Es la fase opuesta a la fase I. Van de los 215° a los 325°. Durante ella, el pie se flexiona cerrándose 15° el tobillo. La rodilla se cierra 55°. La cadera se flexiona en una amplitud de 35°. Los músculos que actúan son poco potentes, debiendo luchar contra la gravedad. La flexión del muslo se realiza mediante el psoas-iliaco, el recto anterior y el sartorio. La pierna se flexiona gracias a los músculos de la cara posterior del muslo: músculos de la pata de ganso, poplíteo y bíceps. La flexión del pie se realiza mediante potentes músculos biarticulares: tibial anterior, extensor común de los dedos y extensor propio del dedo gordo. La ligerísima extensión del antepié se debe a los músculos intrínsecos del pie, que luchan asimismo por elevar el pie tirando de la correa del calapié hacia arriba. (8) 42 FASE IV. Va de los 325° a los 20°. Los movimientos en esta fase son complejos y difíciles de esquematizar. En el comienzo de esta fase el pie se haya extendido a 140°; luego se flexiona brutalmente hasta los 105°. Es una gran amplitud la recorrida por esta articulación, asemejándose a la realizada en la fase II. En contraposición, la amplitud de movimientos de la rodilla y de la cadera es mínima. (8) Variable dependiente Resistencia Declara (9), “Es la capacidad física que permite la realización de un ejercicio físico durante el mayor tiempo posible y facilita una rápida recuperación del esfuerzo físico” Composición corporal Indica (10), “Realiza el análisis de la constitución orgánica mediante el fraccionamiento del peso corporal, para determinar en kilogramos, los tejidos que constituyen el organismo humano. Rendimiento deportivo Ha sido observado que para cargas moderadas (200 Watts) la fuerza máxima por pedalada es similar entre un ciclista de élite y un ciclista

normal. Pero, para cargas de trabajo elevadas, (420 Watts) es menor para los ciclistas de élite que para los ciclistas de recreo. Esta diferencia es debida a la existencia de calapiés y al buen uso que de ellos hacen los profesionales del ciclismo. Durante un esfuerzo máximo tiran de los calapiés hacia arriba permitiendo que la fuerza desarrollada sea positiva durante toda la revolución. De esta forma se aumenta la eficacia 43 durante el ascenso del pedal, lo suficiente para desarrollar una fuerza relativamente menor durante el descenso de la otra pierna. (8) Gráfico N° 22 Rendimiento deportivo Fuente: (8) Principios y diseño del control del entrenamiento Los deportistas han sido objeto de un gran número de mediciones, y es que cada aspecto en particular requiere diversas pruebas o mediciones. Sin embargo, el hecho de que se esté calculando determinado aspecto en los deportistas no significa que esa valoración constituya un control del entrenamiento. El control del entrenamiento debe incluir los siguientes cinco principios: 1. Es un proceso realizado con el objetivo de aumentar la eficacia del entrenamiento. 2. Se basa en los cambios registrados en los deportistas durante diversas fases del entrenamiento o bajo la influencia de los principales elementos de las actividades deportivas (sesión de entrenamiento, competición, microciclo del entrenamiento). 44 3. Es un proceso altamente específico que depende del evento deportivo, el nivel de resultados del deportista y las diferencias de edad/sexo. En consecuencia, los métodos para el control del entrenamiento deben ser escogidos específicamente para el suceso concreto y las características personales de cada deportista. 4. Cualquier método o medición realizados tienen sentido en el control del entrenamiento si proporcionan información fiable relacionada con la tarea que está siendo controlada. 5. La información obtenida a partir de las mediciones realizadas debe ser comprensible; es decir, debe ser científicamente válida para poder realizar las necesarias correcciones en el diseño del entrenamiento. (11). El principio

básico para el diseño del control del entrenamiento es prueba mínima – máxima información fiable. El principio alternativo, más pruebas – más información no puede aceptarse, puesto que el control no es el objetivo en sí mismo sino un medio para ayudar a los entrenadores y los deportistas. Las pruebas deben estar hechas a la medida del entrenamiento y no deben sobrecargar al deportista. Hay que escoger las pruebas y mediciones más adecuadas entre las distintas posibilidades disponibles. (11). La acertada elección de los métodos, pruebas y parámetros es la condición indispensable para minimizar el número de pruebas y maximizar la información obtenida. Es preferible evitar la medición de parámetros distintos que proporcionen la misma información y tener en cuenta los que estén directamente relacionados con los resultados. En estos casos, es importante la relación entre el resultado y el parámetro medido. (11). Desde una perspectiva ética: • deben padecer lo mínimo posible durante el estudio; • los deportistas deben estar completamente libres de presiones; 45 • deben dar su consentimiento por escrito para la utilización de cualquier procedimiento, manipulación o método; • la participación no debe provocar emociones negativas en los deportistas, y • éstos deben estar informados sobre quién va a conocer los resultados de las pruebas y tienen derecho a exigir limitaciones respecto a la distribución de la información obtenida.(11) El objetivo del control del entrenamiento está basado en la necesidad de: • obtener información de retroalimentación sobre los efectos reales del entrenamiento; • saber que el diseño de la sesión de entrenamiento es el adecuado para una fase específica del deportista en cuestión, y • reconocer el patrón de las posibilidades adaptativas del deportista. (11) La valoración del patrón del desarrollo de los efectos del entrenamiento debe proporcionar la posibilidad de evaluar la relación entre el ejercicio realizado y los cambios específicos resultantes producidos en el organismo. El análisis del diseño de la sesión de entrenamiento en las planificaciones del mismo exige la evaluación de la carga de las

sesiones de entrenamiento (tanto de la intensidad como del volumen de la carga) y de los microciclos de entrenamiento. Lo más importante es averiguar si la sesión de entrenamiento ejerce el efecto ejercitador esperado. Para la evaluación de los microciclos, hace falta información sobre los procesos de recuperación. El análisis de los procesos de recuperación también puede ser esencial para el establecimiento de los intervalos óptimos de descanso entre ejercicios durante una sesión de entrenamiento. La evaluación de las sesiones de entrenamiento y los microciclos está relacionada en gran medida con el diagnóstico de la fatiga. (11) Los siguientes puntos determinan las bases del control bioquímico del entrenamiento:

- La adaptación metabólica constituye la base para la mejora de un resultado específico en la principal prueba deportiva del deportista. Estas 46 adaptaciones deben ser caracterizadas cualitativa y cuantitativamente para poder completar el método del entrenamiento.
- En el entrenamiento, la adaptación metabólica también es esencial para la mejora de la condición fisicomotora general y la específica para una competición concreta. Además, las adaptaciones intervienen en gran medida a la hora de explorar la eficiencia del entrenamiento.
- La eficiencia de la gestión del proceso de entrenamiento durante cortos períodos de tiempo puede evaluarse a través de los cambios metabólicos y funcionales que se sabe ocurren como resultado de determinados ejercicios y métodos de entrenamiento.
- La base para un entrenamiento efectivo es la adaptación estructural enzimática celular provocada por los cambios metabólicos y hormonales durante y después de las sesiones de entrenamiento. Obtener los valores de estos parámetros abre el camino para la valoración del efecto ejercitador de las sesiones de entrenamiento.
- La dirección errónea del proceso de entrenamiento que da lugar a una dirección equivocada en la adaptación metabólica o un descenso peligroso de la adaptabilidad y las reservas del organismo puede ser detectada mediante

la realización de estudios metabólicos y hormonales.

- En el control del entrenamiento, los estudios metabólicos y hormonales son de utilidad si proporcionan resultados cuya información sea significativamente (11) La elección de técnicas y métodos para el control bioquímico se basa en el conocimiento de la naturaleza específica de la adaptación metabólica inducida por el entrenamiento. En consecuencia, los coordinadores del control del entrenamiento deben saber cuáles son los cambios que debe experimentar el organismo para que un adolescente o un adulto joven normal se convierta en un homo olympicus capaz de competir en los Juegos Olímpicos o los Campeonatos del Mundo para conseguir una medalla. El objetivo es establecer el camino para la obtención de información sobre el logro de las características necesarias, la 47 discriminación de las tareas a introducir en el entrenamiento y el significado de las peculiaridades genotípicas (figura 1.1). Esta clase de información es necesaria para realizar correcciones en la dirección del entrenamiento y retener de manera objetiva la experiencia acumulada. (11). Las necesarias características registradas deben proporcionar una información válida y específica para la especialidad Deportiva en cuestión sobre los procesos de Desarrollo que se dan con el paso de los años. En muchos casos, los años incluyen la prepubertad, la pubertad, el desarrollo pospuberal y los primeros años de adultez (adulto joven). No obstante, surge el problema de saber si el valor informativo de los parámetros registrados sigue siendo el mismo durante el desarrollo ontogénico y la madurez. Aunque es un problema importante, no vamos a entrar a discutirlo, puesto que se han realizado muy pocos estudios al respecto como para establecer una generalización. (11). Otra consideración a tener en cuenta es que el control bioquímico es más eficiente con el tiempo, es decir, cuanto mayor sea el nivel de rendimiento, más profunda será la información obtenida. En un nivel avanzado de rendimiento, con mayor frecuencia que

anteriormente, (11). Gráfico N° 23.- Esquema para analizar los efectos del entrenamiento. 48 Fuente: (11). Función de la adaptación celular en los cambios inducidos por el entrenamiento En los procesos de adaptación del organismo intervienen diversos sistemas orgánicos y sus mecanismos de control correspondientes. No es difícil entender que en el entrenamiento de resistencia la mejora de la capacidad funcional del corazón proporciona un mayor suministro de sangre a los músculos activos. Este cambio es una relación inevitable que conecta los resultados del entrenamiento y el rendimiento en los ejercicios de resistencia. Prácticamente todos los tipos de entrenamiento conducen, inevitablemente, a cambios en los músculos esqueléticos. Primero aumenta el volumen muscular, y en un entrenamiento con cargas de alta intensidad este cambio es claramente visible. No obstante, en el entrenamiento de resistencia, los deportistas no perciben unos músculos bien desarrollados. En el interior de los músculos se puede ver que la adaptación se expresa de forma diferente en el volumen de los distintos tipos de fibras musculares. El entrenamiento con cargas provoca hipertrofia de las fibras musculares de todos los tipos, predominando la hipertrofia de las fibras de contracción rápida (FT) (Dons et al., 1978; Costill et al., 1979). Un estudio señaló que el área muscular ocupada por las fibras de contracción rápida (tipo II) aumentó un 90% a pesar de mantener la composición del tipo de fibra dentro de los valores normales (Tesch y Karlsson, 1985). El entrenamiento de velocidad o potencia generó una hipertrofia selectiva de las fibras glucolíticas de contracción rápida (tipo IIb) o de las fibras glucolíticas oxidativas de contracción rápida (tipo IIa) (Saltin et al., 1976; Tihanyi y col., 1982). En el entrenamiento con resistencias o de potencia y parcialmente en el entrenamiento de velocidad, los cambios aparecieron en las miofibrillas que realizan la contracción muscular. El aumento del tamaño miofibrilar se relacionó con el incremento de las proteínas miofibrilares

relacionadas con el acto de la contracción (Yakovlev, 1978). Estos cambios son necesarios para la mejora de la fuerza y la potencia musculares. (11). 49 Gráfico N° 24 adaptación celular en los cambios inducidos por el entrenamiento Fuente: (11) La composición constante de iones en el medio celular y sus rápidos intercambios son condiciones esenciales para las actividades de la vida normal. Los intercambios iónicos entre los líquidos intra y extracelulares inician la acción de una célula, y cada ciclo funcional debe terminar con cambios iónicos en la dirección opuesta. Por una parte, estos intercambios dependen de la diferencia de concentración iónica en los medios intra y extracelulares. Por otra parte, los intercambios iónicos, que restablecen las condiciones basales, deben llevarse a cabo contra gradiente iónico (de baja concentración a alta concentración), de manera que el proceso consume energía. Este proceso se lleva a cabo mediante la intervención de las bombas iónicas existentes en las membranas celulares. (11) 50 Gráfico N° .25 - Efectos de los diversos tipos de entrenamiento sobre la hipertrofia de las fibras musculares. FT= contracción rápida; ST= contracción lenta. Gráfico N° .26- intercambio iónico al inicio y al final de la acción funcional de una célula. Fuente: (11) 51 Síntesis adaptativa de proteínas Existe un mecanismo intracelular que une la función celular con la actividad del aparato genético celular (Meerson, 1965). A través de este mecanismo, un intenso funcionamiento de las estructuras celulares incrementa la síntesis de las proteínas especialmente relacionadas con la manifestación funcional (p. ej.: contracción muscular, síntesis y secreción de hormonas). Estas proteínas son «material de construcción» para la renovación y el crecimiento de las estructuras proteicas que realizan la actividad funcional y proteínas enzimáticas que catalizan las vías metabólicas más importantes haciendo posible la actividad funcional. Como resultado, se desarrollan las estructuras celulares implicadas y la actividad enzimática aumenta al aumentar el número

de moléculas de enzimas. De esta manera, la síntesis relacionada asegura el efecto adaptativo, y el proceso generalizado recibe el nombre de «síntesis adaptativa de proteínas». (11). Control metabólico El control metabólico es la herramienta necesaria para la adaptación de los procesos metabólicos en los distintos tejidos a las demandas derivadas de las diferentes actividades del organismo. El control metabólico se produce bajo la influencia de la actividad enzimática. Como resultado, cambian la dirección de las reacciones bioquímicas, basadas en los procesos metabólicos, y el ritmo de los ciclos metabólicos. Los ejercicios pueden realizarse si los procesos metabólicos están adaptados a la demanda de un mayor gasto energético que de ellos se deriva. En este sentido, las reservas de energía y otros recursos (p. ej.: recursos proteicos) deben estar disponibles para ser utilizados durante el ejercicio. Ésta es la función del control metabólico que se lleva a cabo en tres niveles: autorregulación celular, regulación hormonal y regulación nerviosa. (11). 52 Autorregulación celular El principio básico del control metabólico es que la relación sustrato/producto determina la actividad de las enzimas que catalizan, respectivamente, la conversión de un sustrato (S) en un determinado producto (P) o la reacción en la dirección opuesta. (11). El aumento del sustrato y la disminución del producto estimula la actividad de la enzima e1 (cataliza la conversión del sustrato S en el producto P) e inhibe la actividad de la enzima e2 (cataliza el proceso opuesto). El sustrato puede ser convertido en el producto en la actividad de la enzima e1 supera la actividad de la enzima e2. Cuando disminuye la cantidad de sustrato y aumenta la de producto, aparece la situación opuesta y tiene lugar una inhibición de la enzima e1 y una estimulación de la enzima e2. Como resultado, la reacción se detiene y es sustituida por la reacción opuesta. (11). Gráfico N° .27- Tres niveles de regulación del metabolismo. Fuente: (11) 53 Control metabólico hormonal La movilización general de los recursos celulares y del

organismo exige la interrelación entre la regulación hormonal y la autorregulación celular. El principal objetivo de la regulación hormonal es la adaptación de los procesos metabólicos a las necesidades reales de las actividades propias de la vida diaria, a pesar de los efectos opuestos de la autorregulación celular. Este objetivo se consigue mediante la acción de las hormonas sobre la actividad enzimática. (11). Los efectos hormonales sobre la actividad enzimática se desarrollan de dos formas. En primer lugar, en un cierto número de casos, la estructura de la molécula de enzima cambia bajo la influencia de una hormona y, como resultado, la actividad de la enzima aumenta o disminuye. En muchos casos, el cambio correspondiente consiste en la fosforilación o la defosforilación de la molécula de enzima. Un cierto número de hormonas puede inducir o inhibir la síntesis de las proteínas enzimáticas cuyo resultado es un aumento o una disminución del número de moléculas de enzima. En muchos casos, las hormonas son capaces de intensificar o suprimir la degradación de las proteínas enzimáticas. (11). Gráfico N 28 Control metabólico hormonal Fuente: (11) 54 Adaptación aguda y a largo plazo Los ejercicios realizados por los deportistas durante las sesiones de entrenamiento provocan adaptaciones que pertenecen al grupo de los procesos de adaptación aguda. Estos procesos son las respuestas de regulación homeostática, la activación del transporte de oxígeno y el uso de las reservas de energía. Cada ejercicio provoca un incremento de la demanda de oxígeno y la necesidad de eliminar el CO₂ producido. En consecuencia, la actividad de los sistemas cardiovascular y respiratorio también debe incrementarse. Cuanto mayor sea la intervención de la glucogenólisis anaeróbica en la resíntesis de ATP, mayor será la necesidad homeostática de evitar el aumento de la concentración de H⁻. La elevación del metabolismo energético provoca un aumento de la producción de calor que tendrá como consecuencia los correspondientes ajustes de la termorregulación. El aumento de sudoración

altera el equilibrio hidroelectrolítico, de manera que, de nuevo y al igual que para mantener los niveles normales de glucemia, será necesaria una respuesta homeostática. (11). Gráfico N° 29- Regulación Homeostática Influencia que actúa sobre los parámetros constantes del medio interno Receptores que detectan los cambios de los parámetros constantes Cambios coordinados en diversas funciones, secreción de hormonas y procesos metabólicos para compensar la influencia y/o el restablecimiento del nivel constante de temperatura, pH, constante iónica, presión osmótica, pO₂, contenido en agua, nivel de glucosa Para asegurar la actividad óptima de las enzimas y evitar las alteraciones metabólicas SNC 55 Mejora del control metabólico Los tres resultados principales de la mejora del control metabólico inducida por el entrenamiento son: 1. La movilización rápida y estable de los recursos del organismo. 2. Una utilización más económica de los recursos del organismo. 3. Una mayor labilidad del control metabólico. (11) Una expresión del primer resultado es el previamente expuesto efecto de las catecolaminas sobre la glucogenólisis anaeróbica y en consecuencia sobre la capacidad de trabajo anaeróbico. Otras expresiones del primer punto son el ajuste más rápido del VO₂ durante el ejercicio (Hickson et al., 1978) y la importancia que supone mantener un adecuado nivel sanguíneo de glucocorticoides para la realización de ejercicios de larga duración. (11). El entrenamiento Una actividad humana se considera profesión cuando su práctica pertenece a un cuerpo especializado de conocimiento (Doyle, 1990). Esto es, la práctica está validada por la tradición y la ciencia y orientada por proposiciones teóricas que incluyen modelos y descripciones para aplicar a los casos particulares. El entrenamiento para Woodman (1993) es una ciencia, un arte, una vocación y una profesión emergente; aspectos que parecen interrelacionados y mutuamente dependientes. (12). El proceso de entrenamiento Para este autor, los entrenadores no deberían pensar por sus

atletas, sino compartir el conocimiento teórico con ellos para acelerar su desarrollo y posibilitar la motivación para el entrenamiento. Son muchos los entrenadores de deportistas de élite que están de acuerdo con la visión de Bompa y sugieren que de esta manera el desarrollo de los atletas los hace más “entrenables”. Además, hace que la comunicación entre atleta y entrenador sea mucho más efectiva porque los atletas tienen una comprensión mejor de las preguntas que se plantean relativas a los aspectos del entrenamiento. (12). Mientras existe una gran cantidad de información general acerca del entrenamiento, sorprendentemente, hay muy pocos enfoques conceptuales sintetizados sobre el proceso de entrenamiento. Una excepción ha sido el reciente trabajo de Coté, Salmela, Trudell, Barla y Russell (1995), en el cual se propone un modelo conceptual específico de deporte para el proceso de entrenamiento de gimnasias. Este modelo de entrenamiento, con tres componentes principales de organización, entrenamiento y competición, trata de proporcionar a los aspirantes a entrenador un modelo heurístico, para la adquisición del conocimiento del entrenamiento. Asimismo, ha sido utilizado con éxito, como estructura conceptual en la investigación del conocimiento de los entrenadores en equipos deportivos (Salmela, 1994b) y patinaje (Laplante y Salmela, 1993), y como sistema de organización para clasificar la literatura existente sobre la observación directa de las conductas de los entrenadores (Trudell, Coté y Donohue, 1993). Además, como sugieren Coté et al, (1995), existe otra literatura sobre el entrenamiento que se podría relacionar con uno o varios de los componentes de este modelo con la finalidad de darles una nueva perspectiva. Algunos de los estudios a los que se refieren, serían los que explican el rol educativo de los entrenadores (Horn, 1985), la conducta de liderazgo del entrenador (Terry y Howe, 1984) y las estrategias utilizadas en el entrenamiento. Así, en lugar de centrarse en variables aisladas, se podrían realizar estudios más comprensivos a partir del análisis de la interacción entre los

diferentes componentes del modelo de entrenamiento. (12). 57 Gráfico N° 30- modelo de entrenamiento para entrenadores expertos. Fuente Manno, R. (1981) Dimensiones de estos estímulos son tres: 1. Dimensión orgánico-muscular o de la condición física: Determinado fundamentalmente por un potencial genético del deportista y por los estímulos que desarrollan dicho potencial. Son las diferentes capacidades orgánicas que coincidan las capacidades físicas. En los deportes individuales esta dimensión es determinante para el alto rendimiento deportivo. En estos deportes, es fundamental adquirir y desarrollar al máximo el potencial del deportista sobre la especialidad específica. (13) 2. Dimensión técnico-táctica: Determinado por los aspectos reglamentarios de cada especialidad deportiva y por la inteligencia motriz de los deportistas. La capacidad de aprendizaje, afianzamiento y optimización de las diferentes técnicas se realiza a lo largo de varios años de entrenamiento, incluso en aquellos deportes de técnicas de ejecución más estandarizadas y cerradas como son los deportes individuales, el entrenamiento constante de la técnica es imprescindible para obtener el mejor rendimiento energético posible, minimizando los riesgos de lesión y sobrecargas provocadas por la aplicación de las cargas de entrenamiento. (13) 3. Dimensión psicológica Es evidente que el entrenamiento psicológico de los deportistas de alto rendimiento es fundamental para obtener los mejores resultados. Hasta no hace mucho tiempo, este entrenamiento recaía sobre la capacidad y experiencia del entrenador para motivar, activar, minimizar los niveles de ansiedad, etc., de los deportistas ante los retos competitivos. (13) Esta nueva orientación metodológica propone hacer el análisis al revés, de abajoarriba (bottom-up). Es decir, teniendo en cuenta a las y los deportistas de élite que han destacado en su rendimiento, analizar su proceso de formación (Régnier, Salmela y Russell, 1993; Ruiz, 1998), para poder encontrar aquellas variables críticas que establecen las diferencias entre los y las

distintas deportistas. Este nuevo análisis se puede hacer, a su vez, desde dos perspectivas: bien analizando la formación de quienes ya están ya formados, o bien, comparando deportistas de distinto nivel de rendimiento pero de la misma edad. (14) Lógicamente, con estas consideraciones en mente, el entrenamiento solo se nos antoja insuficiente para alcanzar el número uno. Asumiendo que algunas personas, por la "lotería genética", han sido más agraciadas en aspectos como los atributos físicos o la capacidad de adaptarse al entrenamiento, sus posibilidades de alcanzar niveles elevados de rendimiento en un deporte concreto son obviamente mayores que la de aquellas con peores capacidades. (14) "El preguntarse si las diferencias en el rendimiento de un individuo son debidas a la herencia genética o al entorno es como preguntarse si el área de un rectángulo viene determinada por su altura o por la anchura" (Kimble, 1993, p. 13-14). 59 Partiendo de esta posición, en la actualidad se utiliza una segunda clasificación de los factores asociados al rendimiento de la persona. Así, Baker & Horton (2004) nos proponen dividir dichos factores en dos grupos. Por un lado, situaríamos a los factores primarios asociados al rendimiento, que serán aquellos parámetros con una influencia directa en el rendimiento y se incluyen todos aquellos elementos con los que el o la deportista contribuye a su propio rendimiento. Estos factores serían los genéticos, el entrenamiento y los condicionantes psicológicos. (14). Mientras que en un segundo nivel, situaríamos a los factores secundarios o con una influencia secundaria en el rendimiento, y en los que se incluyen los socioculturales (influencia cultural, recursos disponibles, influencia de la familia) y el entorno contextual (madurez del deporte, nivel competitivo,...). (14). Gráfico N° .31- Factores que condicionan a los deportistas expertos Fuente: (14) Como tercera línea de investigación en este ámbito, se observa en los últimos años, trabajos cuyo objeto de estudio no se centra en entender como las y los deportistas alcanzan dicho nivel de rendimiento, sino en distinguir, que

es lo que les permite mantener dicho nivel de una forma estable a lo largo de los años. (14) 60 Gráfico N° .-32 Estructuración de los Factores que condicionan a los deportistas expertos. Fuente: (14) De hecho, a menudo se considera que una señal de que estamos ante un campeón o campeona es su habilidad para retener la excelencia a lo largo de los años (Abbott & Collins, 2004). Es evidente que las capacidades físicas que han permitido a una persona alcanzar un alto nivel deportivo permanecen durante algunos años, sin embargo, no todos los deportistas ni todas las deportistas consiguen mantener el rendimiento deportivo. (14). Además, esta práctica deliberada viene definida por el número total de horas dedicadas a dicha práctica, realizada con el objetivo de mejorar el nivel de rendimiento; por el esfuerzo, determinación y concentración necesarios; y por qué este tipo de actividad no es intrínsecamente divertida y no conlleva una inmediata recompensa social o económica (Ericsson et al., 1993). La regla de los diez años El segundo concepto a tener en cuenta es lo que las y los científicos denominan “la regla de los diez años”, la cual se plantea a partir de los estudios de Simon y Chase (1993), en los que encuentran que las diferencias entre las personas expertas de ajedrez y las novatas, se podrían explicar a partir de las diferencias encontradas en la cantidad y la calidad del entrenamiento. (14) Sin embargo quisiéramos hacer algunas precisiones sobre este argumento: 1. En primer lugar, no se indica que a partir de los 10 años se alcancen los resultados deportivos deseados; sino que se necesita como mínimo ese tiempo para empezar a conseguirlos, pero en muchos estudios se observa que esos resultados requieren algo más de tiempo. En el análisis realizado por Helsen, Starkes & Hodges (1998), se observó que los jugadores de fútbol, a partir de los 9 años de entrenamiento deliberado, tomaron la decisión de invertir más tiempo y esfuerzo en el entrenamiento con el objetivo de mejorar el rendimiento obtenido. (14). 2. Parece intuitivamente obvio, que cuanto más practique una persona y durante más tiempo, con unos niveles adecuados de

concentración, esfuerzo y determinación, es bastante probable que alcance los niveles de rendimiento deseados. Pero si ésta fuese exclusivamente la cuestión, muchos de nosotros y nosotras nos dedicaríamos a entrenar durante 10 años, con el objeto de ganar importantes sumas de dinero. Salvando esta simplificación de este argumento, también podríamos considerar el hecho de que es probable que la variabilidad de los distintos entrenamientos pueda generar distintos niveles de pericia en el deportista y la deportista entrenando las mismas horas. (14) 3. Teniendo en cuenta también las evidencias mencionadas anteriormente sobre la influencia de los factores genéticos (entre otros aspectos, el de la adaptación al entrenamiento), pensamos que la cuestión fundamental no está tanto en la cantidad de años o cuanto de duros sean los entrenamientos, sino más bien en qué entrenar y cómo entrenar. Dicho de otro modo, por encima de la cantidad debe primar la calidad. Por eso, volvemos a insistir en que las tareas que propongamos a los y las deportistas deben estar correctamente definidas y adecuadas al nivel de cada deportista, siendo tareas desafiantes, en las que exista información y oportunidad para corregir los errores y repetir. (14) 62 4. Tampoco se plantea que, aplicando esta regla, empecemos con los niños y las niñas pequeñas a realizar este tipo de entrenamiento para alcanzar cuanto antes los resultados esperados. Sobre este sentido, hay multitud de investigaciones que han demostrado el perjuicio que genera una especialización precoz (abandono deportivo, falta de motivación, perjuicio en el desarrollo psicosocial, aumento de lesiones deportivas) (Baker, 2003). Wiersma (2000), señala que cuanto más limitada sea la cantidad de habilidades deportivas dominadas durante la iniciación deportiva consecuencia de la especialización precoz, más limitado será el potencial de desarrollo motor. Ward, Hodges, Starkes & Williams (2002) observaron en su estudio, que los jóvenes futbolistas de élite no se especializaron hasta los 16 años. Similares resultados fueron encontrados por Côté

(1999) en jugadores y jugadoras de tenis y remeros de élite, así como Baker et al. (2003) y Côté, Baker & Abernethy (2003) en jugadores y jugadoras de hockey sobre hierba, netball y jugadores y jugadoras de baloncesto. (14) Por tanto, Côté y Hay (2002) plantean una evolución en dichas actividades, diferenciando cuatro tipos de estadios: • El juego libre, caracterizado por la diversión, por no estar controlado por ningún monitor, monitora, ni entrenador o entrenadora, no existir correcciones, y porque el niño y la niña se centran fundamentalmente en el proceso, obteniendo un placer inmediato y siendo inherente el carácter divertido del juego. • “El juego deliberado”, de características similares al anterior, pero en el que ya existe una persona que aporta algunas orientaciones. Este tipo de actividad caracteriza fundamentalmente a los y las deportistas durante los primeros años, hasta aproximadamente los 12 años. (14) • “El entrenamiento deliberado”, similar al anterior, pero con una planificación más cuidadosa del entrenamiento. En este caso, la gratificación que se obtiene por implicarse en dicha práctica no es inmediata y es fundamentalmente de carácter extrínseco. Se observa fundamentalmente a partir de los 16 años. (14) 63 Ryan y Deci (2000), sugieren como aspectos claves para el desarrollo de una elevada motivación de la persona, involucrarles en actividades que supongan la oportunidad de tomar decisiones, desarrollar su sentido de la competencia y conectar con otros y otras deportistas. Ericsson (1996), confirma que el hecho solo de la cantidad de entrenamiento no es un indicador perfecto de la pericia, y que el entrenamiento realizado sin una concentración permanente no implica una mejora del rendimiento. Lo que se aprende, retiene y transfiere está influido de forma notable por la manera en que se entrena Y por la estructura del entrenamiento (Christina y Alpenfels, 2002). De tal forma, que el entrenamiento en bloques y estructurado puede producir una mejora en el rendimiento a largo plazo, pero este incremento es relativamente corto y poco duradero en el tiempo. En contraste con

esta propuesta se propone un entrenamiento más variado y con mayor cantidad de “interferencias contextuales”, que, en el corto plazo, puede incluso disminuir el rendimiento, pero que bien desarrollado y llevado a cabo, genera una mayor transferencia a largo plazo y más duradera (Abraham y Collins, 1998). Otra cuestión evidente para mejorar la calidad de los entrenamientos es que éstos deben evolucionar en contenidos, adaptándose a las necesidades de la persona entrenada. Sin embargo, quisiéramos detenernos en que esa evolución que debe experimentar el entrenamiento vaya dirigida a tratar de “reducir la ayuda externa al deportista, haciéndole cada vez más autónomo y más consciente de sus necesidades como practicante de alto rendimiento” (Glaser, 1996; en Singer, 1999). Este es un concepto difícil de entender, y al que podríamos definir como “la capacidad de organizarse o plantearse actividades con el objetivo de mejorar el rendimiento y la consecución de los objetivos previstos” (Bradbury, 2000). “Para adquirir un buen rendimiento a largo plazo, en la actualidad se recomienda que el feedback se reduzca gradualmente o se oculte, fomentando que los 64 deportistas funcionen independientemente de la ayuda externa” (Vickers et al., 1999). En línea con este último argumento, Barba et al. (1999) demostraron que un entorno de aprendizaje en el que el o la deportista participase, no solamente permitiría alcanzar un mayor rendimiento y un aprendizaje más profundo, sino también mejoraría los niveles de motivación intrínsecos. En esencia, los resultados de Barba et al. (1999), nos hacen considerar la estructura del entorno del entrenamiento como un factor que genera motivación y que conlleva un tiempo extra de práctica que permite mejorar el rendimiento. En esta línea, Voight (2002), nos propone para mejorar, que “ayudemos a los deportistas a establecer sus objetivos para mejorar del proceso... y que además, enseñemos a cómo desarrollar su concentración y sus necesidades”. Como ya destacamos anteriormente, es necesario que el deportista y la deportista presenten un

deliberado deseo de mejorar y un elevado compromiso con el entrenamiento y la actividad deportiva. Será, por tanto, necesario combinar con el entrenamiento cuestiones tales como los sentimientos personales de competencia, las sensaciones de flujo y el optimismo que toda persona deportista debe manifestar para poder llegar a ser excelente (Ruiz, 2003). Más aún, en los últimos años ha surgido una nueva línea de estudio relacionada con el análisis del papel desarrollado por el o la entrenadora como “mentor” de sus deportistas. Esta idea que tradicionalmente se ha desarrollado en el campo de la formación del profesorado y en el ámbito empresarial, se ha trasladado en los últimos años hacia el entorno deportivo, estudiando fundamentalmente las relaciones que se establecen entre entrenadoras y entrenadores expertos como mentores y los novatos. A partir de estas propuestas, también se ha investigado este tipo de relaciones entre los y las entrenadoras y sus jóvenes deportistas. (14)

En el país, la edificación de vías y senderos para bicicletas es competitividad del gobierno nacional y de los gobiernos autónomos descentralizados provinciales y Cantonales en sus respectivas jurisdicciones (Asamblea Constituyente, 2008: Art. 209). En efecto, el Gobierno Nacional a través del Ministerio de Transporte y Obras públicas ha iniciado el Plan Nacional de Ciclovías que consiste en la construcción de rutas segregadas y de espaldón para promover el derecho de las personas de movilizarse de forma segura en bicicleta (Ministerio de Transporte y obras Públicas, 2013). Actualmente, existen 17 ciclovías en el país. (1). Es decir existe un trabajo mancomunado de entidades gubernamentales para generar el desarrollo operativo de rutas, las mismas que promuevan la práctica del deporte. En la localidad, destaca la ciudad de Cuenca, en donde se han construido sendas de uso compartido a lo largo de las orillas de los ríos Tomebamba y Yanuncay, totalizando 17 km (El Tiempo, 2013). Además, se espera contar con alrededor de 14 km de ciclovías adicionales que se conectarán con las rutas

de uso compartido (Cadena Radial Visión, 2012). De acuerdo a un estudio realizado por la empresa consultora Movére, el 50% de los desplazamientos que se realizan en la ciudad son inferiores a los 4 km de distancia por lo que la bicicleta se perfila como una opción ideal de transporte (El Tiempo, 2013). (1). Es decir existe un fuerte desarrollo al sur del país, el mismo que ha crecido acorde al cambio de tendencias deportivas de la población. La cultura del uso de la bicicleta no es reciente en Ecuador. No obstante, cabe destacar que en las últimas décadas toma fuerza debido, en parte, a las discusiones sobre la problemática medioambiental, que se plasmaron en la firma de acuerdos y tratados como el de Kyoto y la Declaración de Río de Janeiro. Así, en la década de los 80 emergen algunas organizaciones que intentan introducir una visión sustentable en los proyectos propuestos para generar conciencia social y disminuir los problemas ambientales. Una de las líneas de acción incluía el transporte a través del uso de la bicicleta para promover un modelo de movilidad menos contaminante, menos costoso, más eficaz y más amigable. Después de una década de encuentros y acciones formales e informales entre organizaciones de ciclistas y usuarios de bicicleta, en agosto de 2014 y por iniciativa del colectivo Ciclistas de Santa Elena –que contó con el apoyo de otras organizaciones– se concretó el “Primer encuentro nacional de ciclistas” que tuvo lugar en la ciudad de La Libertad, provincia de Santa Elena. El objetivo de la convocatoria fue analizar la problemática del ciclismo en Ecuador y propender al desarrollo y fortalecimiento del ciclismo en todo el país. A la convocatoria acudieron más de 20 organizaciones y colectivos de ciclistas de todo el país, lo cual condujo a la creación de la Unión de ciclistas del Ecuador, BiciUnión Ec, integrada por varias comisiones. (1) Semanas más tarde, CER Promotora de Ciclismo y Friederich-Ebert-Stiftung en Ecuador (FES-ILDIS) convocaron al taller “Ciclismo, participación y acción comunitaria” en la ciudad de Quito, con el afán de dar continuidad al diálogo, con alcance nacional, que condujera a

encontrar acciones concretas y así mejorar la situación de los ciclistas y usuarios de bicicleta en Ecuador. (1). 4 Por tanto las ciudades que tienen el ciclo paseo en la actualidad son: Loja, Quito, Cuenca y Ambato. Otras ciudades que han realizado ciclopaseos pero que al momento están suspendidos son: Ibarra, Guayaquil y Santo Domingo. En el cuadro a continuación se puede observar la frecuencia de realización de la actividad y el número de kilómetros (km) aproximados para la circulación de los ciclistas. (1). De manera que se observa un incremento de la práctica deportiva, la misma que permite un amplio trabajo de las instituciones gubernamentales y locales.

Tabla N° 01 Ciudades que cuentan con ciclopaseos

Ciudad	Frecuencia	Estado	Km
Quito	Todos los domingos del mes	Activo	30
Loja	Todos los domingos del mes	Activo	10
Cuenca	Cada 15 días	Activo	5-10
Ambato	Dos domingos del mes	Activo	6
Santo Domingo	Todos los domingos del mes	Suspendido	6
Guayaquil	Ocasional,	Suspendido	1,76-6,95
Ibarra	Ocasional, seis fechas fijadas	Suspendido	5

Fuente: Investigación propia

Bajo este contexto se observa que la práctica del ciclismo ha sido en el país paulatina mediante prácticas de ciclo paseos, pero se determina también que la inexistencia de un análisis biomecánico, no permite establecer una técnica deportiva que permita maximizar el rendimiento deportivo del ciclista. La provincia de Tungurahua y específicamente en Ambato, el Ministerio de Salud junto con el Gobierno Municipal y Ciclópolis llevaron a cabo un ciclo paseo denominado la “Ruta de la Salud” para brindar información sobre salud y nutrición a los ciudadanos en puntos estratégicos ubicados para el efecto (Ministerio de Salud Pública, 2013). (1). Esto se direcciona debido a su situación geográfica estratégica, la misma que permite acceder a una mejor calidad de vida en el área deportiva. 5 Se evidencia entonces que en Ambato la práctica deportiva, no está estructurada desde una planeación deportiva en un amplio contexto, de manera que no existe conocimiento de un análisis biomecánico

que permita generar un amplio dimensionamiento de dicho deporte.

Formulación del problema Para determinar la formulación del problema se lo ha establecido mediante la siguiente interrogante: ¿Cómo el desconocimiento del análisis biomecánico afecta el rendimiento deportivo en los ciclistas de ruta categoría máster? Gráfico N° 01 ÁRBOL DE PROBLEMAS

Desconocimiento del análisis biomecánico afecta el rendimiento deportivo en los ciclistas de ruta categoría máster

Inexistencia de un plan deportivo integral

Limitado perfil de rendimiento deportivo

Falencias en el control deportivo

Limitación en las mediciones

Falencias en los procesos de entrenamiento

Escaso desarrollo deportivo

6 Análisis crítico

Se determina entonces que los factores que han conllevado a la problemática es que la inexistencia de un plan deportivo integral ha dado lugar a que se genere un limitado rendimiento deportivo, el cual no permite que el deportista no tenga la alta capacidad de desarrollo. Otro factor importante es que las falencias del control deportivo no promueven una importancia por alcanzar un proceso de trabajo deportivo altamente eficaz, lo cual da paso a que existan limitaciones en las mediciones. Finalmente se observa que otra causa es que las falencias en los procesos de entrenamiento originan un escaso desarrollo deportivo, el mismo que no admite la maximización de los recursos utilizados para el desarrollo deportivo.

Prognosis De esta manera de no establecer un análisis biomecánico integral a los ciclistas, no solo que se podrá generar una falencia en la planificación del deporte, en el cual se pone en riesgo al integridad física del deportista, sino que no se podrá dar paso al fortalecimiento de las características diferenciadoras de cada deportista desde la prospectiva de sus potencialidades físicas, lo cual limitara su rendimiento y por ende no podrá ser considerado como eje de desarrollo deportivo, en especial en la categoría master se pondrá en riesgo también su perfil de salud ya que no contar con información que permita alcanzar la excelencia. Justificación De esta manera es

importante la investigación porque se pretende generar mediante el análisis biomecánico en los ciclistas de ruta categoría máster, una nueva forma de control en el rendimiento deportivo, de manera que esta información promueva la maximización de los recursos humanos y materiales para fomentar un ciclo deportivo altamente competitivo en dicha categoría. El interés está sustentado en la generación de una metodología técnica que permita establecer un proceso sistemático de mediación integral en el cual la antropología del deportista master sea optimizada mediante sus movimientos motrices y generar perfeccionamiento deportivo, el mismo que se refleje en el rendimiento. De esta manera en este contexto se establecerá una nueva práctica deportiva, la misma que permita generar mejores resultados empleando una técnica particular y distinta no solo teóricamente sino práctica, en el cual se optimice recursos. Se establece entonces la utilización de una técnica útil para el deportista, específicamente el ciclista debido a que se generara una garantía de la postura correcta en la práctica del deporte, en el cual se pueda evitar lesiones y obtener un alto rendimiento deportivo, de manera que será la herramienta que dinamice las destrezas deportivas, de tal manera que se constituye en una contribución para mejorar el sistema locomotor del deportista en todo su contexto.