

TEMA 8 : LA FUERZA DE RESISTENCIA

- 1- LA FUERZA DE RESISTENCIA. Clasificación de tipos de resistencias, definiciones, ¿cómo se calculan?.
- 2- ¿CÓMO DISMINUIR LA RESISTENCIA? Ejemplos y aplicaciones en ciclismo, esquí de velocidad, embarcaciones y natación.
- 3- Algunos Cx de diferentes perfiles

Bibliografía:

- Abbott, A.V. y Wilson, D.G. (1995). *Human-Powered Vehicles*. Human Kinetics. Champaign Illinois.
- Adrian, M.J. y Cooper, J.M. (1989). *Biomechanics of Human Movement*. Brown and Benchmark. Madison, Wisconsin.
- Aguado, X. (1993). *Eficacia y técnica deportiva. Análisis del movimiento humano*. INDE . Barcelona.
- Carr, G. (1997). *Mechanics of sport*. Human Kinetics. Champaign Illinois.
- Chollet, D. (1990). *Approche scientifique de la natation sportive*. Vigot. París.
- Hay, J.G. (1993). *The biomechanics of Sports Techniques*. Prentice Hall. New Jersey.
- Kane, J.W. y Sternheim, M.M. (1989). *Física*. Reverté. Barcelona.
- Kreighbaum, E. y Barthels, K.M. (1996). *Biomechanics. A qualitative approach for studying human movement*. Allyn & Bacon. Boston.
- Kyle, Ch.R. (1988). The mechanics and aerodynamics of cycling. En : *Medical and Scientific aspects of cycling*, 235-251. Human Kinetics. Champaign Illinois.
- Pérez-Landaluce, J; Rodríguez, M.; Fernández, B.; Seguin, J.; García, O. y Terrados, N. (1997). Ahorro energético y metabólico de la navegación en la estela en piragüismo. *Archivos de Medicina del Deporte*, 58.

CIENCIAS DEL DEPORTE

1- LA FUERZA DE RESISTENCIA

Todo cuerpo que avanza en un fluido está sometido a las fuerzas de resistencia (*drag*).

La fuerza de resistencia es una fuerza que se da en la dirección y sentido del flujo relativo. Se aplica en el llamado centro de resistencia (lugar ficticio en el que se puede concentrar a efectos de estudio el conjunto de las diferentes fuerzas de resistencia originadas en diferentes zonas del perfil).

La fuerza de resistencia es el conjunto de fuerzas (de orígenes diferentes, aunque todas ellas están originadas en el medio aéreo o acuático) que dificultan el avance de los cuerpos en los fluidos.

Resistencias parásitas:

Aquellas que son superfluas y deben eliminarse al máximo, pe: el vello o el pelo largo suelto en los nadadores.

Resistencias inducidas:

Aquellas que no pueden ser eliminadas sin comprometer la propulsión o estructuras vitales de un cuerpo, pe: las que genera el cuadro de una bicicleta, las que genera la mano del nadador, las que genera el ala de un planeador.

Resistencia de oleaje:

Es un tipo especial de resistencia que sólo se da en el medio acuático y en los cuerpos que avanzan con un cierto nivel de flotación o cerca de la superficie, pero no a partir de cierta profundidad.

Se puede medir por la altura y frecuencia de las olas generadas.

Los buenos nadadores son capaces de avanzar a iguales velocidades que nadadores de nivel inferior generando menor altura y frecuencia de olas.

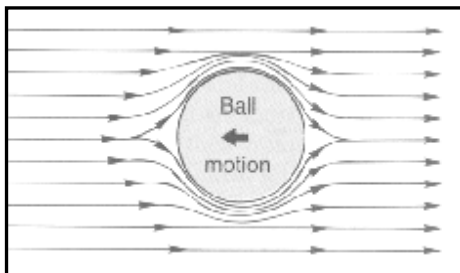
Resistencias de presión:

Las hay de 2 tipos; las de altas presiones (**resistencia frontal**), que se generan la zona delantera de los perfiles y las de bajas presiones (**resistencia de succión** o **rebufo**) que se generan en la zona posterior de los perfiles. Estas resistencias son directamente proporcionales al **área frontal de choque** contra el fluido pero a su vez tienen una dependencia de la forma del perfil.

Los perfiles muy largos o acabados en ángulo recto tendrán importantes resistencias de succión. En el caso de perfiles largos puede haber un desprendimiento prematuro de la capa límite, que a lo largo de la longitud del perfil irá perdiendo (por el rozamiento de unas capas con otras) velocidad

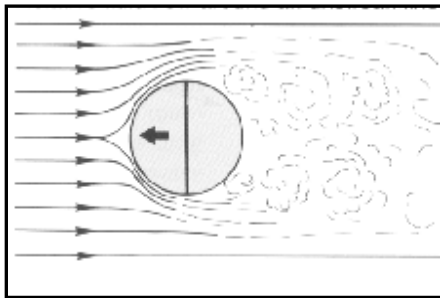


respecto al perfil hasta el punto de un posible desprendimiento prematuro. Para evitarlo se puede obligar a recorrer mayor trayecto (aumentando el diámetro del perfil cerca del borde de salida) o se puede incluso provocar una capa límite turbulenta (que se desprende más tarde del perfil por tener mayor energía cinética (se mueve a mayor velocidad), tal es el caso de las pelotas de golf debido a los **dimples**.

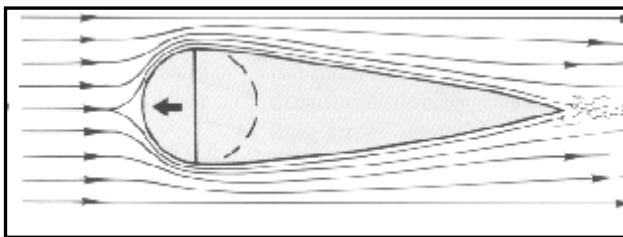


Si el aire no rozara entre sí o con el perfil no existiría resistencia.

(Keighbaum y Barthels, 1996).



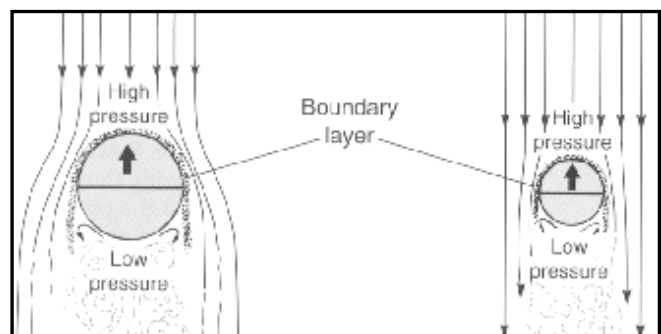
Los perfiles romos provocan importantes rebufos al igual que las que acaban en ángulo recto.



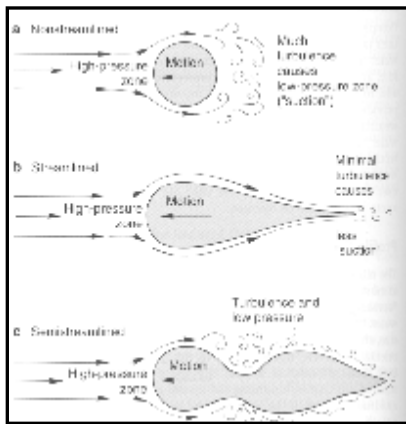
Los perfiles picudos provocan menor rebufo.

Cuanto mayor sea la superficie frontal de choque contra el flujo relativo mayor será la resistencia de presión.

(Keighbaum y Barthels, 1996).



Los perfiles muy largos o con entrantes importantes pueden provocar un desprendimiento prematuro de la capa límite y por lo tanto un aumento del rebufo:



(Keighbaum y Barthels, 1996).

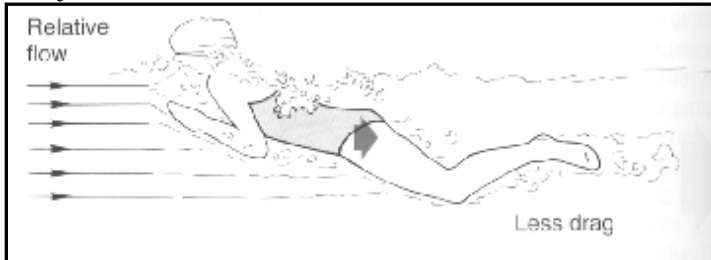
Alto rebufo.



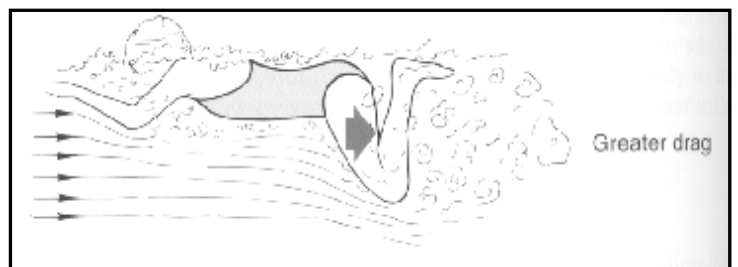
Bajo rebufo.



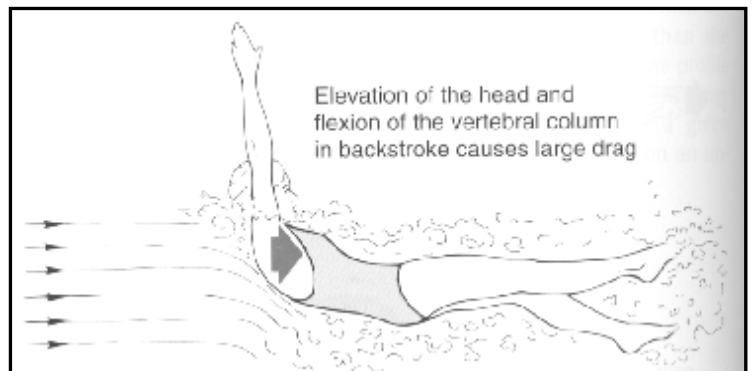
Bajo rebufo en braza.



Alto rebufo en braza.

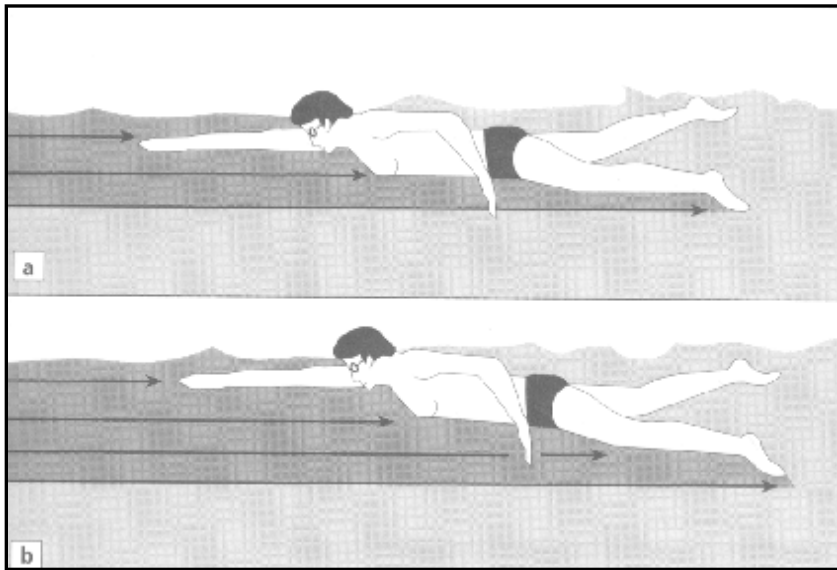


Alto rebufo.



Alta área frontal de choque:

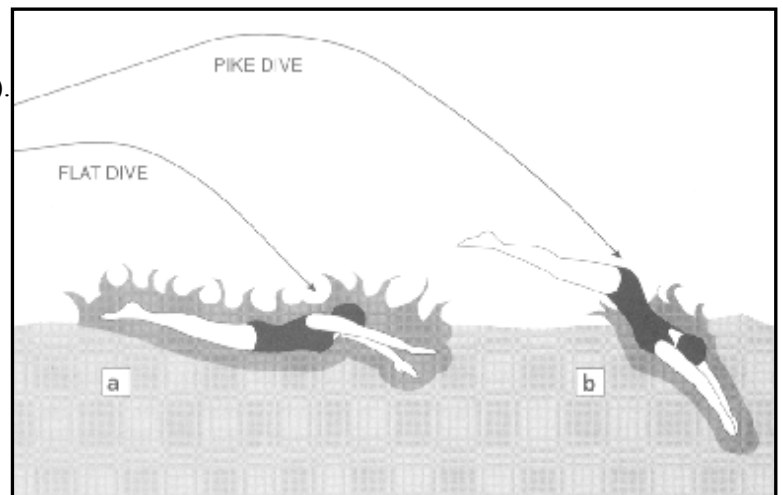
Aumento o disminución del área frontal de choque debido a el aumento o
Disminución de la distancia entre CG y CF



(Adrian y Cooper, 1995).

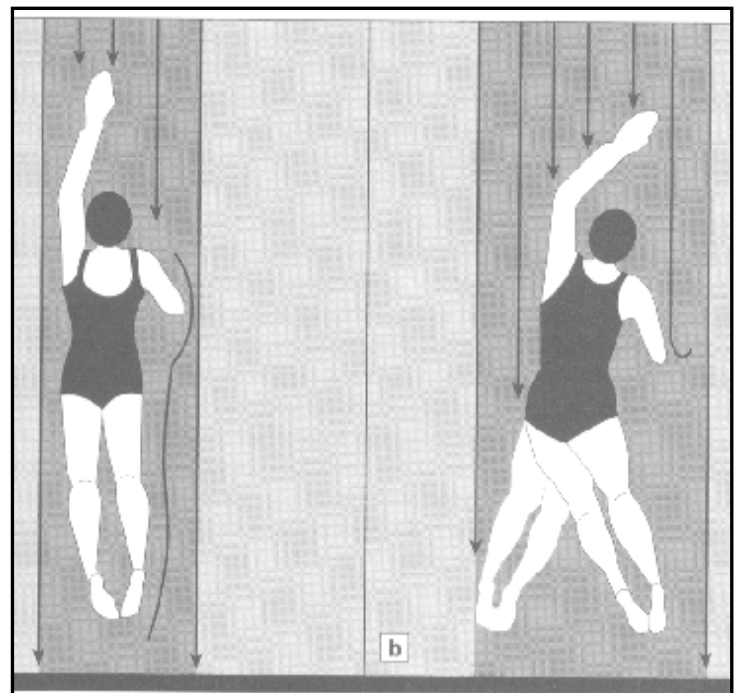
(Adrian y Cooper, 1995).

Mayor o menor área frontal de choque según dos formas de salida que conllevan formas diferentes de entrar en el agua.



(Adrian y Cooper, 1995).

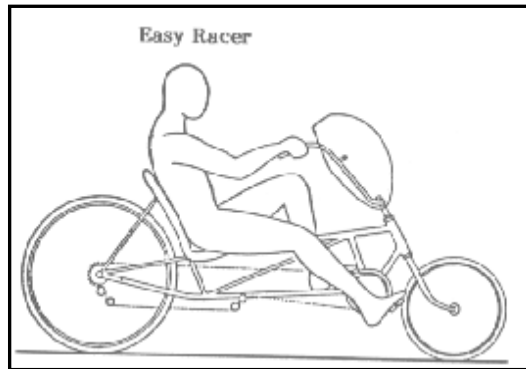
Aumento del área frontal de choque debido al recobro con separación importante del miembro superior lateralmente.



Disminución del área frontal de choque en bicicletas con posición recostada:

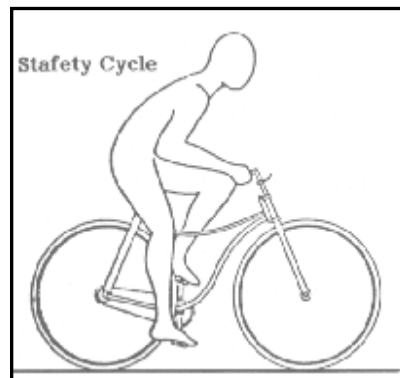
(Kyle, 1988).

Easy Racer $S = 0,35 \text{ m}^2$



Bicicleta de paseo, *mountain bike* o bicicleta de principios de siglo
 $S = 0,51 \text{ m}^2$

(Kyle, 1988).



Indurain mayor superficie frontal de choque en la misma posición sobre la bicicleta que

Los paracaidistas en posición de picado (menor área frontal de choque) logran mayores velocidades (en torno a 300 km / h) que en posición fundamental de caída, que tiene una mucho mayor área frontal de choque y descienden a menor velocidad (unos 180 km / h).

Los esquiadores de velocidad una vez han sobrepasado la zona de las barreras fotoeléctricas, para frenar inicialmente aumentan el área frontal de choque incorporándose de pie y extendiendo los miembros superiores.

Resistencia de forma:

Es un tipo de resistencia debida a la forma, pero no al tamaño de un perfil. Se calcula mediante el C_x que es hallado en túneles de viento o canales experimentales o piscinas ergométricas. También se puede calcular en túneles de viento y canales a escala (ya que el C_x no depende del tamaño de los perfiles sino simplemente de su forma).

C_x es lo mismo que C_D , término que es empleado por algunos autores.

El Cx se obtiene de la comparación de la resistencia que genera un determinado perfil (debido a su forma) en comparación con una placa cuadrada de la misma superficie frontal que el perfil. Es una magnitud adimensional. Si la resistencia de ambos es igual el Cx será 1, si la del perfil es la mitad que la de la placa, el Cx será 0,5,..

Los perfiles romos (redondeados como por ejemplo balones, cilindros, barras, radios de bicicleta) tienen malas penetrabilidades.

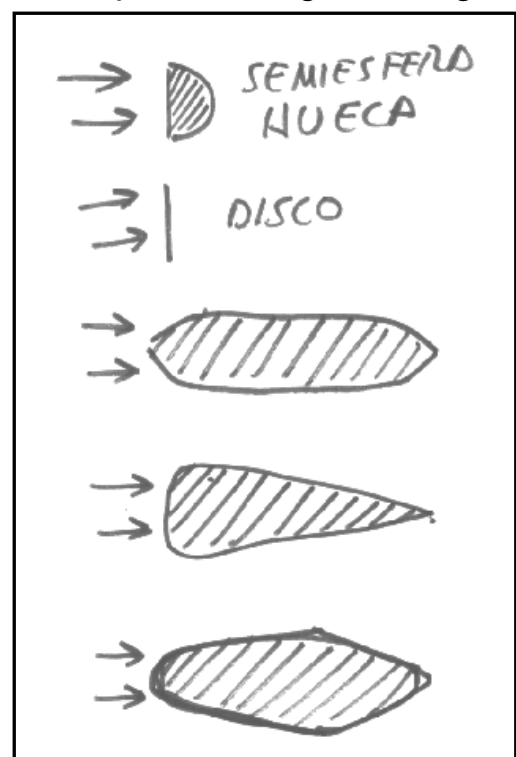
Los perfiles acabados en ángulo recto (como por ejemplo una furgoneta clásica tipo cuatro latas) tienen malos Cx.

Los perfiles alargados con forma puntiaguda en el borde de salida tienen mejores Cx que las formas romas y las acabadas en ángulo recto.

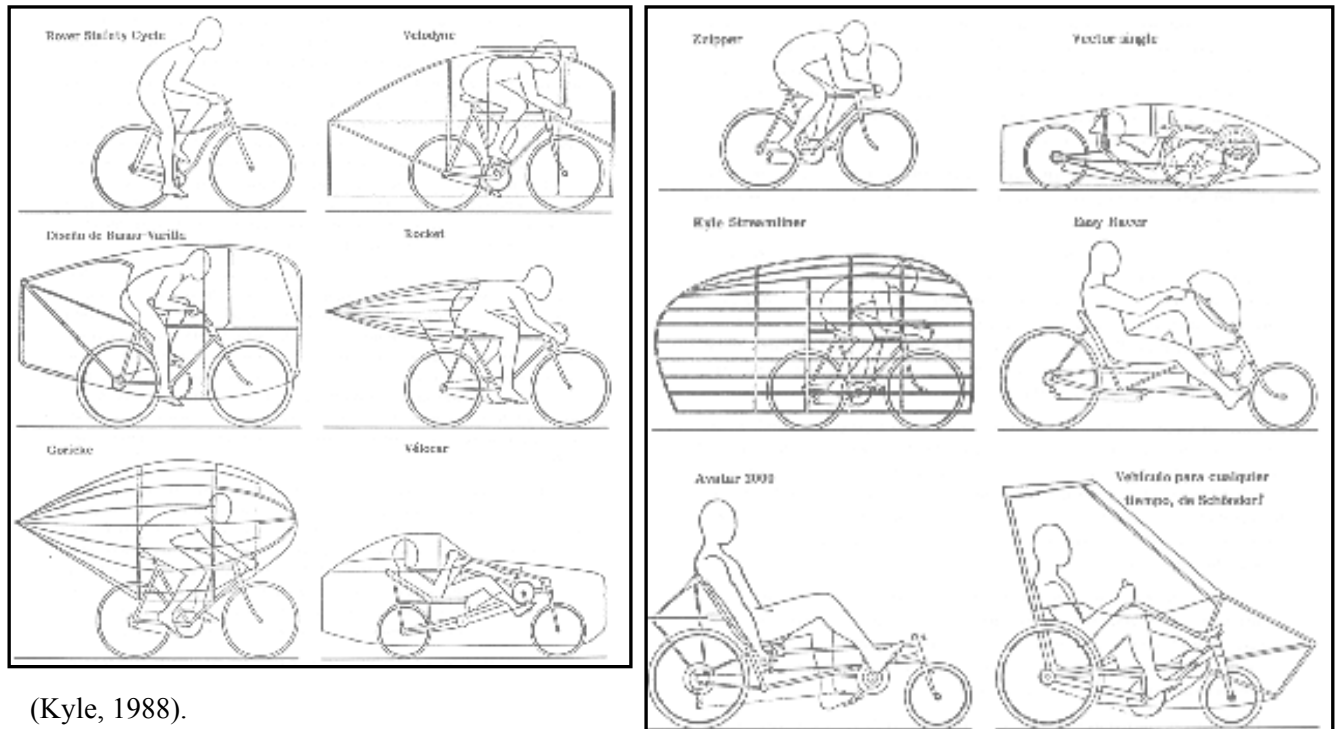
En perfiles alargados el Cx mejora si el diámetro mayor del perfil se encuentra cerca del borde de salida respecto a si está cerca del borde de ataque. Por ejemplo en natación algunos autores apuntan a que el perfil de una mujer en posición horizontal de nado, tendría mejor Cx que el del hombre debido a que en las mujeres predominaría el diámetro bitrocantéreo, mientras que en los hombres predominaría el biacromial. Jurima (1972) decía en los peces más veloces el mayor diámetro del perfil estaba situado en posición más caudal.

La constitución de un deportista, la posición que adopte y la mayor musculación de una u otras partes del cuerpo modifican su Cx.

Clásicamente se ha dicho que un buen Cx lo tiene el perfil de la gota de agua.



Diferentes perfiles que tienen diversos Cx;
ordenados de arriba abajo de peor a mejor.



(Kyle, 1988).

En ciclismo, en posición vertical (pe con una BH o similar) el Cx del ciclista más bicicleta estará en torno a 1,1; con una bicicleta de carreras en posición con los brazos extendidos 1; con manillar de triatlón en torno a 0,83; en una bicicleta en posición recostada (tipo *easy racer*) 0,77 con el *zipper* 0,7; en una bicicleta fuselada sin mucha aerodinámica del perfil 0,2; en una bicicleta con un buen perfil de fuselaje (tipo vector) 0,1 (es decir 10 veces mejor que en una bicicleta de carreras con brazos extendidos).

Resistencia de fricción o rozamiento:

Es la resistencia debida al roce del perfil con la capa de fluido más cercana a él y al roce de unas capas de fluido con otras a lo largo de toda la anchura de lo que se denomina **capa límite**.

Una forma indirecta de calcular la resistencia de fricción es conociendo el número de Reynolds, ya que mediante este número se puede predecir el comportamiento de la capa límite: laminar (régimen de Poiseuille) o turbulenta (régimen de Venturi). Cuando sea laminar se producirá una menor resistencia de fricción, mientras que con capas límite turbulentas esta aumentará.

La fuerza de fricción entre capas de fluido o entre el perfil y la capa que contacta con él se puede calcular a partir de la superficie de contacto, el coeficiente absoluto de viscosidad y la separación en altura entre las capas:

$$F = \mu \cdot S \cdot \frac{v}{y}$$

- F = fuerza de rozamiento entre 2 capas de fluido
- S = Superficie de las capas consideradas
- μ = coeficiente de viscosidad absoluto
- y = altura de separación entre las capas
- v = diferencias de velocidad entre capas de fluido

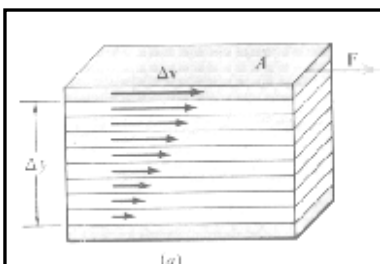
El coeficiente absoluto de viscosidad equivale al coeficiente cinemático de viscosidad multiplicado por la densidad del fluido.

El número de Reynolds equivale a: $RN = \frac{v \cdot l}{\nu} = \frac{\rho \cdot v \cdot l}{\mu}$

- ν (v) = coeficiente cinemático de viscosidad (ν / ρ)
- μ (μ) = coeficiente absoluto de viscosidad ($\nu \cdot \rho$)
- ρ (ρ) = densidad del fluido

- El agua es mucho más densa que el aire (unas 1000 veces)
- La densidad del agua varía con la temperatura; la mayor es a 4º (1 g / ml), a partir de ahí va disminuyendo al aumentar la temperatura
- El coeficiente absoluto de viscosidad del agua es 59 veces el del aire (el del aire aumenta con la temperatura, el del agua disminuye con la temperatura).
- El coeficiente cinético de viscosidad del agua es 14 veces el del aire.

(Kane y Sterheim, 1987).



La capa límite es todo el espesor de fluido que se ve perturbado por el paso del perfil. A igual velocidad, un mismo perfil, en el medio aéreo “perturba” una más estrecha capa límite que en el medio acuático, donde la resistencia de fricción es mayor y se arrastra un mayor espesor de capa límite. Además en el medio acuático puede suceder que tengamos cerca una pared (piscina,

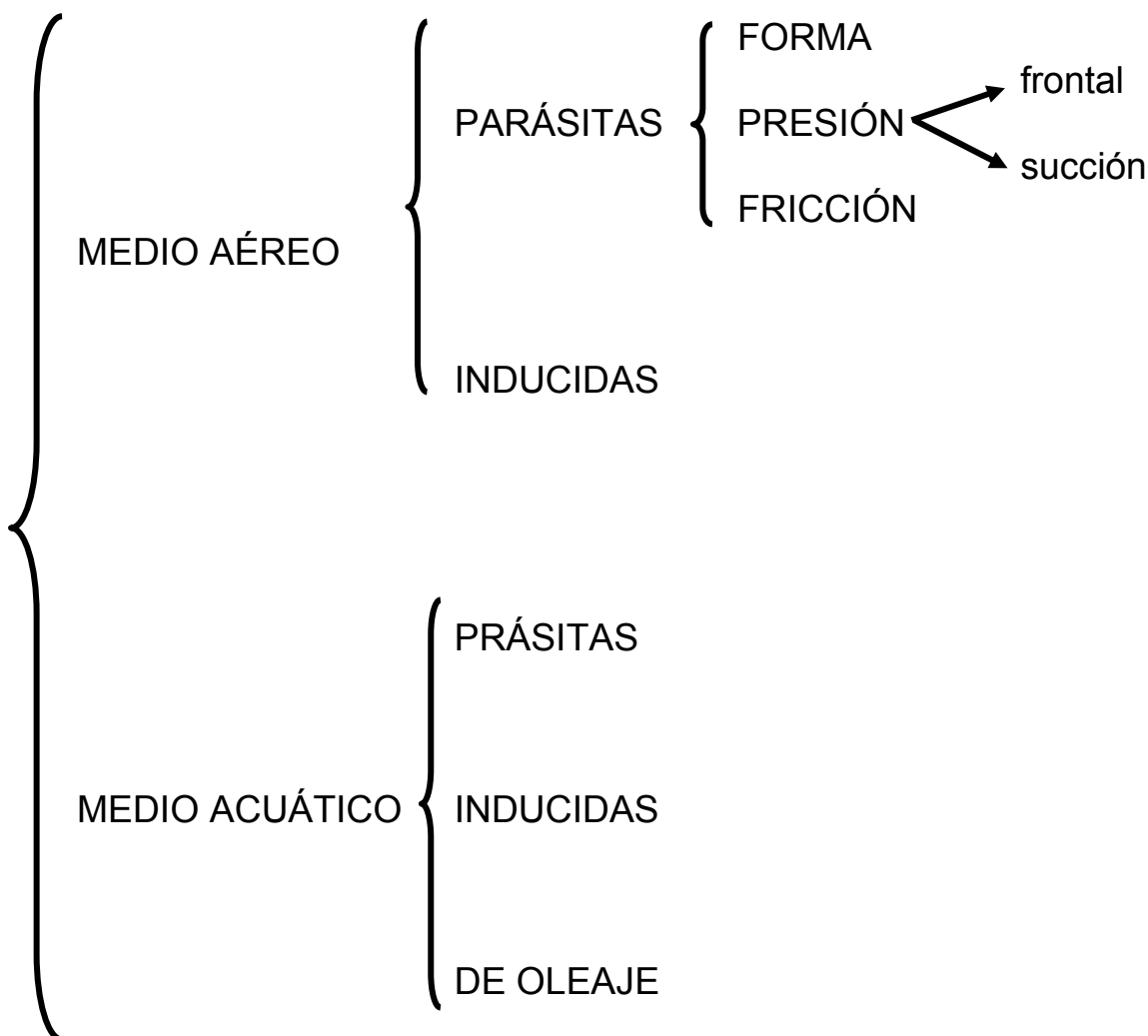


arterias,..) lo que aumentará más aun esta resistencia. De hecho las capas de sangre que circulan cerca de las paredes de los vasos lo hacen a menor velocidad que las que circulan por el centro. Por otro lado en una piscina las calles más rápidas son las centrales, que no tienen las paredes cerca y si fuera muy poco profunda aumentaría también la resistencia de fricción.

Las pelotas de golf poseen mayor resistencia de fricción que si fueran lisas (sin *dimples*). Pero con los *dimples* les compensa el hecho de que disminuye de forma importante la resistencia de succión.

Las pelotas de tenis nuevas (con más pelaje) tienen mayor resistencia de fricción que las viejas.

Clasificación de tipos de fuerza de resistencia:



Algunos deportes se ven afectados a la vez por resistencias del medio aéreo y acuático, como por ejemplo el piragüismo o la vela (en ellos se habla de resistencias de la fase aérea y de la fase acuática).

Las denominadas fuerzas aero e hidrodinámicas no son más que la resultante de las diferentes fuerzas generadas entre el perfil y el fluido: por ejemplo entre fuerza de sustentación y fuerza de resistencia.

La única fórmula sencilla y que calcula de forma general mejor la influencia de varios tipos de resistencia, se conoce ya desde la época de Newton:

$$F_R = S \cdot C_x \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2$$

C_x = Coeficiente aerodinámico o penetrabilidad

$S \cdot C_x$ = Área frontal efectiva

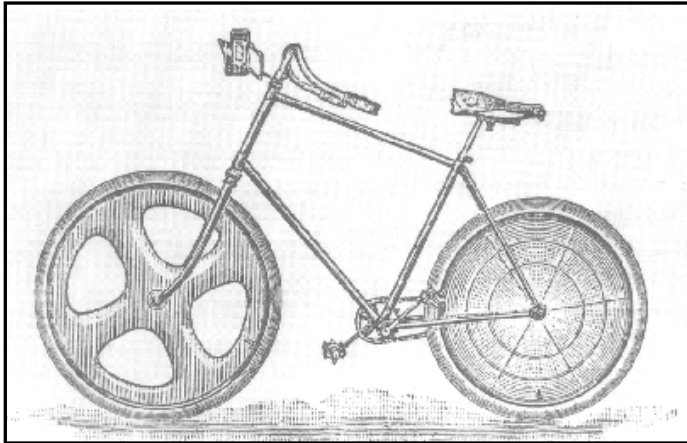
$(1 / 2) \cdot \rho \cdot v^2$ = Presión dinámica



2- ¿CÓMO DISMINUIR LA RESISTENCIA

¿Qué pasa con el ciclismo de la UCI?:

El reglamento de la UCI prohíbe añadidos aerodinámicos en la bicicleta, además limita un número mínimo de radios en las ruedas. Los inspectores de la UCI deben supervisar cualquier bicicleta que compita en carreras de ciclismo.

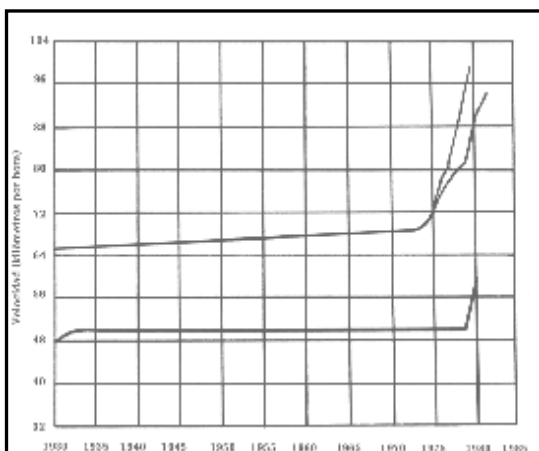


Bicicleta de 1896, con ruedas que parecen actuales y manillar con un cierto parecido al de triatlón.

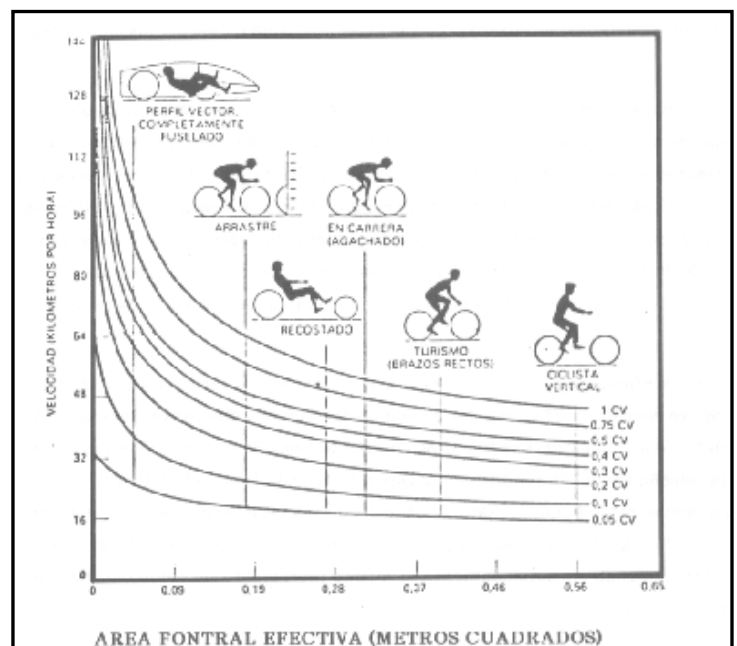
(Abbott y Wilson, 1995).

En 1986 ya se conseguían velocidades de bicicletas de hasta 108 km / h tras un tren y se conocía bien la importancia de la aerodinámica en ciclismo. Hoy en día tras una pantalla las bicicletas superan ampliamente velocidades de 200 km / h.

En 1976 nace la asociación de vehículos de propulsión humana sin límites de diseño. Hoy en día hay varios diseños de bicicletas capaces de lograr y mantener en distancias cortas (1 milla) velocidades medias de 100 km / h. Y en grandes distancias lograr medias superiores a 80 km / h.



(Kyle, 1988).



A una velocidad de 16 km / h un ciclista con bicicleta clásica emplea el 50 % de la energía en vencer la resistencia del aire. A una velocidad de 32 km / h el ciclista más bicicleta “perturban” unos 450 kp de aire por minuto.

A partir del record de la hora de Mosser y de la contrareloj del Tour de Francia que ganó Lemon la UCI ha relajado algo sus normas y ha ido permitiendo diversas mejoras en la aerodinámica de las bicicletas: cascos aerodinámicos, ruedas lenticulares, trajes ceñidos y de una pieza, sección de los cuadros en forma de gota, ...

Posturas sobre la bicicleta:

En 1976 Bernard Hinault a 50 km / h ejercía una potencia de 682 w. Con su postura y bicicleta obtenía un $S \bullet Cx$ de $0,37 \text{ m}^2$.

Hoy en día, los cambios en las bicicletas permiten obtener mejores $S \bullet Cx$ de ciclista más bicicleta. Los mejores ciclistas dan $S \bullet Cx$ en torno a $0,25 \text{ m}^2$. Esto teóricamente supondría una mejora teórica en la velocidad (respecto a Hinault) de un 13 %.

Dal Monte midió a Mosser, antes del record de la hora del 1984, en túnel de viento $S \bullet Cx$ de $0,246$ hasta $0,281 \text{ m}^2$.

No obstante estos valores son ridículos si los comparamos con los obtenidos por los mejores esquiadores del kilómetro lanzado en su posición de descenso. Así Goitschel marcaba un $S \bullet Cx$ de $0,065 \text{ m}^2$ (casi 4 veces mejor al de los buenos ciclistas). Esquiadores de segundo nivel en el kilómetro lanzado dan $S \bullet Cx$ de $0,13 \text{ m}^2$ que siguen siendo mucho mejores a los de los más destacados ciclistas.



Perfil de un buen esquiador del kilómetro lanzado.

Las ruedas lenticulares y las de radios:

Tras varios estudios se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- 1- Usar el menor número posible de radios.
- 2- Usar radios planos o alargados antes que de sección roma
- 3- Usar llantas y tubulares lo más estrechos posible
- 4- Usar llantas aerodinámicas sobredimensionadas antes que las convencionales.
- 5- Asegurar una separación en régimen laminar de la capa límite que envuelve llanta, buje y radios.

No obstante no hay una rueda ideal para todo tipo de carrera y todas tienen sus ventajas e inconvenientes. Por otro lado las mejoras en las velocidades gracias a ruedas de mejor aerodinámica no son tan espectaculares y cuestan mucho más dinero que las atribuidas, por ejemplo al manillar de triatlón respecto al convencional.

Cx de ruedas con diferentes vientos relativos:

ángulo de ataque	Cx rueda normal (1)	Cx rueda lenticular (2)	Cx 1 / Cx 2
0	0,0206	0,0103	2,00
10	0,0252	0,0077	3,27
20	0,0350	0,0101	3,47
30	0,0324	0,0075	4,32
40	0,0270	0,0040	6,75

Federación Española de Ciclismo (1990): *Coefficiente de resistencia y aerodinámica en rueda normal y de disco*. Instituto de Mecánica de la Universidad de Moscú. Tema 5, Meta 92 Boletín Técnico nº 2, páginas 125-128.

Al aumentar el ángulo de ataque aumenta la mejora del cociente de Cx a favor de las lenticulares (porque se crea una fuerza de sustentación tal como ocurre en el lanzamiento de disco de atletismo). Pero precisamente con viento de costado no es recomendable usar ruedas lenticulares por el efecto de vela del viento que tiende a tumbar la bicicleta.



Criterios generales para disminuir la resistencia:

- 1- Ofrecer la mínima área frontal de choque, intentando golpear contra el fluido por una misma pequeña sección.
- 2- Disminuir la succión al máximo con la postura o con añadidos cuando estén permitidos.
- 3- Colocarse en una postura con buena penetrabilidad.
- 4- Disminuir cuando sea conveniente la resistencia de fricción asegurando una capa límite laminar o disminuyendo la viscosidad del fluido (agua más caliente o aire más frío). Cuando se quiera asegurar una capa límite laminar hay que evitar arrugas en la vestimenta, depilado de la piel, rasurado de cabeza o uso de gorro o casco, evitando fisuras, cavidades, .. Cuando los beneficios de una capa límite turbulenta que proporcione una considerablemente más baja resistencia de succión lo aconsejen se optará por provocarla a costa de tener una mayor resistencia de fricción.
- 5- Siempre que se pueda y el reglamento lo permita aprovechar la pantalla de un compañero (ciclismo en una etapa de una vuelta, piragüismo de fondo, patinaje de velocidad...
- 6- Usar ropas ajustadas y lo más delgadas posible.

ALGUNAS APLICACIONES A LA NATACIÓN

En natación no se puede mantener una postura inmóvil y a lo largo de las diferentes fases temporales en cada uno de los estilos la fuerza de resistencia va variando. Aun así eso se pueden buscar posturas en cada fase que provoque la mínima resistencia al avance.

Por ejemplo en el estilo de braza se han estudiado las fuerzas de resistencia en diferentes fases temporales.

La resistencia se incrementa en el siguiente orden de fases: deslizamiento, respiración, post patada, pre patada y recobro.

Pero en estas diferentes fases no avanza el nadador a la misma velocidad. Si en todas ellas mantuviera una misma velocidad de 1,5 m / s el deslizamiento

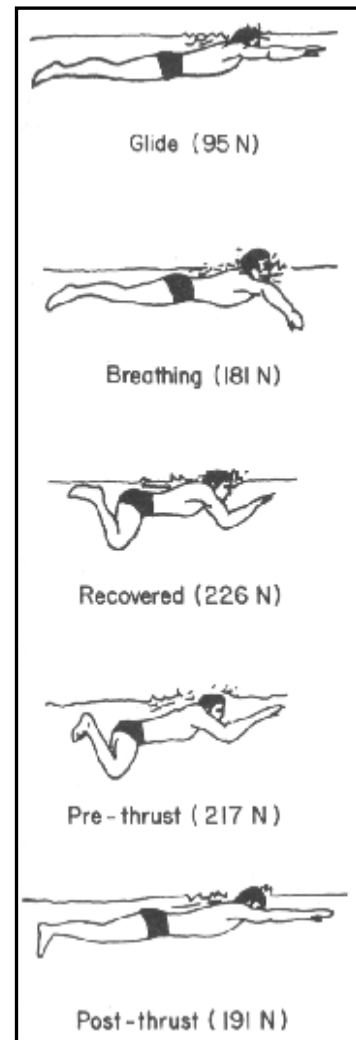


seguiría siendo la que menor resistencia ofrecería, en la fase de respiración ofrecería 1,91 veces más resistencia, en la fase de post patada 2,01, en la de pre patada 2,28 y 2,37 en el recobro.

Así, a la misma velocidad de avance de 1,5 m / s se obtendrían las siguientes resistencias en las fases:

Deslizamiento: 95 N
 Respiración: 181 N
 Recobro: 226 N
 Pre patada: 217 N
 Post patada: 191 N

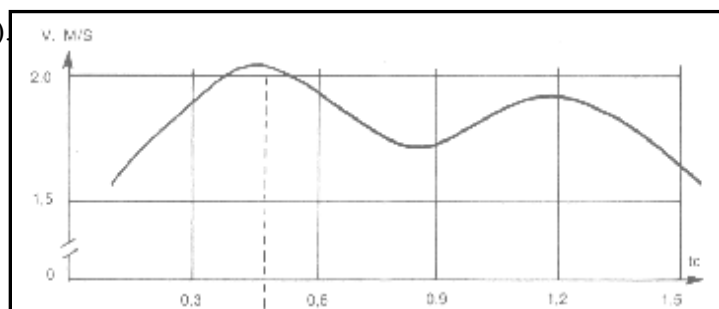
(Hay,1993).

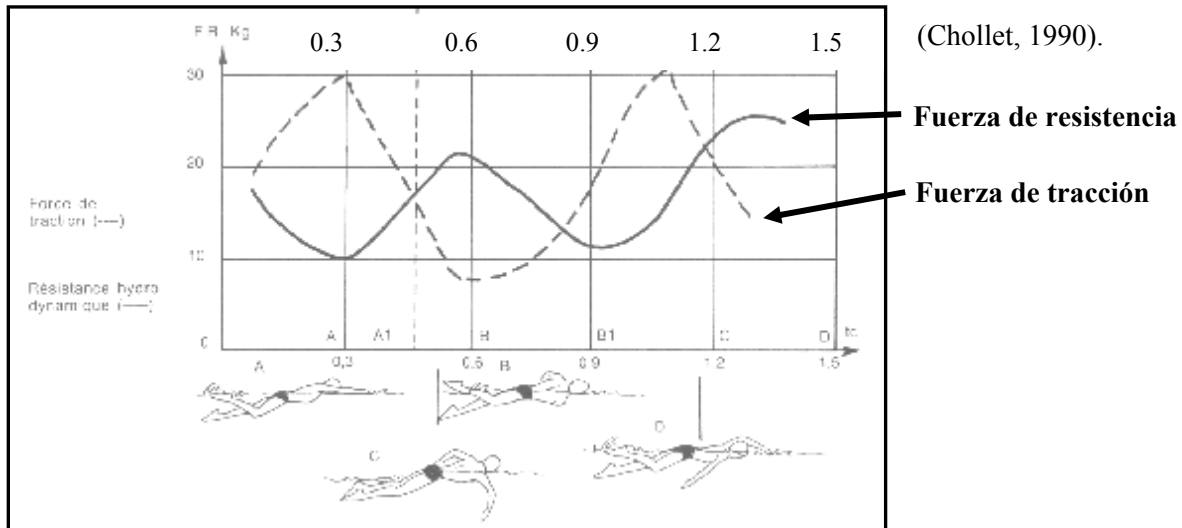


Se ha comprobado también en natación que la fuerza de resistencia está relacionada con la velocidad de avance elevada al cuadrado.

(Issourin, 1977; en Chollet, 1990)

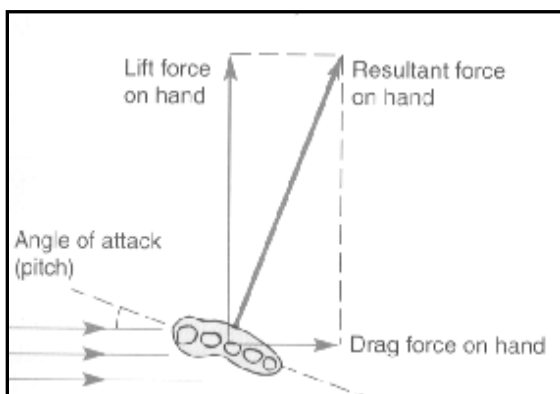
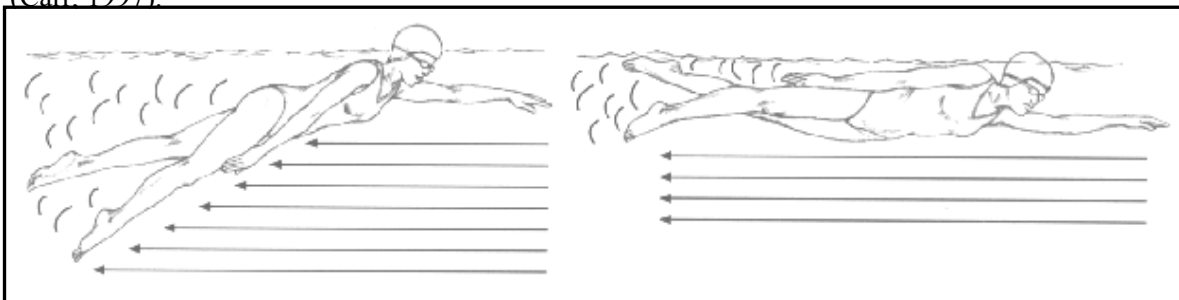
La velocidad a lo largo del ciclo de nado va variando y por tanto la resistencia. Los siguientes gráficos muestran la variación de velocidad en crawl.





Tener muy distanciado el CF del CG aumenta el momento de giro del cuerpo y facilita el aumento del área frontal de choque. El batido de pies en *crawl* tiene un papel importante en la posición de avance del cuerpo y en que el área frontal de choque no sea muy grande.

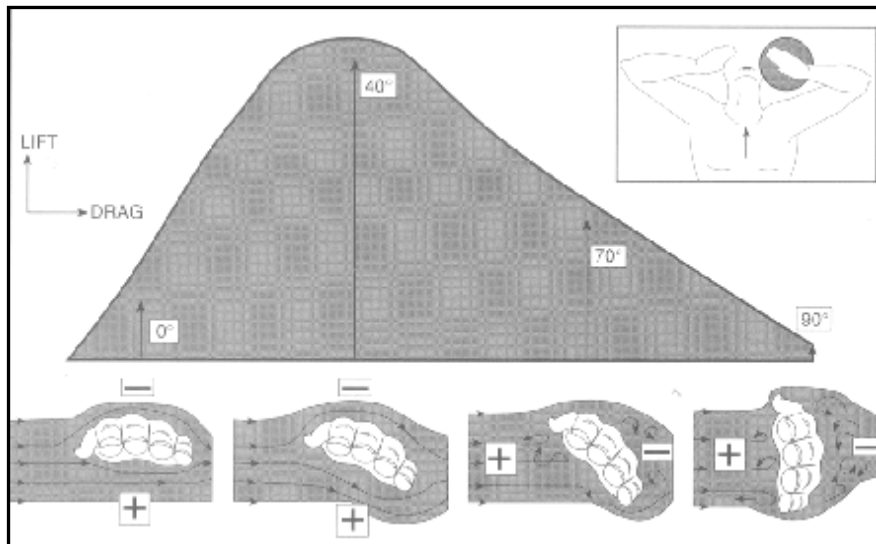
(Carr, 1997).



Tanto en el conjunto del cuerpo, como en los elementos propulsores se componen las fuerzas de resistencia y sustentación, entre otras, para obtener las direcciones, sentidos y módulos de las fuerzas hidrodinámicas

(Keighbaum y Barthels, 1996).

En función de la dirección que adopte la mano respecto al flujo relativo van a variar la fuerza de sustentación y la de resistencia que se obtengan. La máxima fuerza de resistencia se obtiene con 90° de ángulo de ataque y la mínima con 0°, mientras que la máxima sustentación se obtiene con unos 40° de ángulo de ataque. Cambiando la curvatura de la mano o la simple colocación del primer o 5º dedo se está cambiando el ángulo de ataque sin modificar la posición del conjunto de la mano (igual que sucede con los *flaps* de un avión).



(Adrian y Cooper, 1995)

En cuanto a la temperatura del agua al aumentar esta disminuirá progresivamente la viscosidad y con ella la importante resistencia de fricción para los nadadores aunque por otro lado el aumento de temperatura significará una ligera pérdida en la eficacia de la propulsión (para la que es necesaria la viscosidad). Pero por otro lado el reglamento de natación especifica que la temperatura del agua se mantendrá entre 22 y 25°. Cazorla recomienda para distancias cortas, en las que se debe buscar optimizar la propulsión entre 20 y 22°, mientras que en distancias largas en las que jugará un papel más importante la economía de esfuerzo recomienda como temperatura óptima 26-28°.

Temperatura del agua	viscosidad (pascales•segundo)
0°	1,79
20°	1
30°	0,8
40°	0,65

EMBARCACIONES DE COMPETICIÓN DE REMOS

La resistencia aumenta con:

- el aumento del ancho del casco
- el aumento de la longitud del casco

Los datos están tomados para un mismo peso de la embarcación más tripulación de 8450 N

Longitud del casco (m)	Ancho (cm)	Área mojada (m ²)	Resistencia de presión (N)
17	50	8,5	276
17	60	9	294
17	70	9,6	307
18,5	50	9	289
18,5	60	9,6	302
18,5	70	10	320
20	50	9,7	302
20	60	10,1	316
20	70	10,6	329

Al aumentar la longitud de la embarcación también aumenta la resistencia de presión ya que aumenta el rebufo.

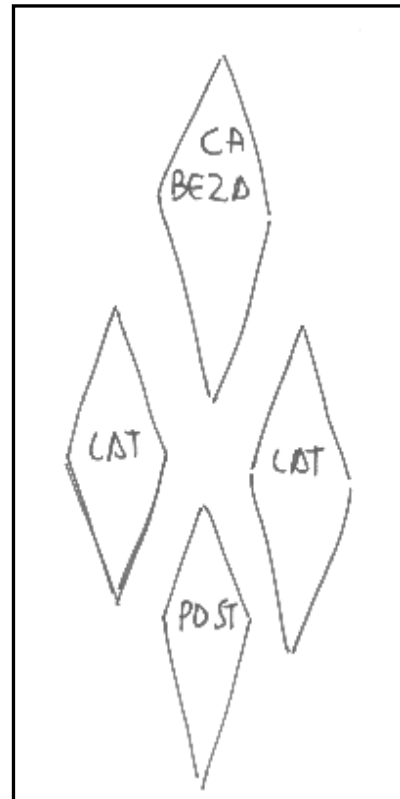
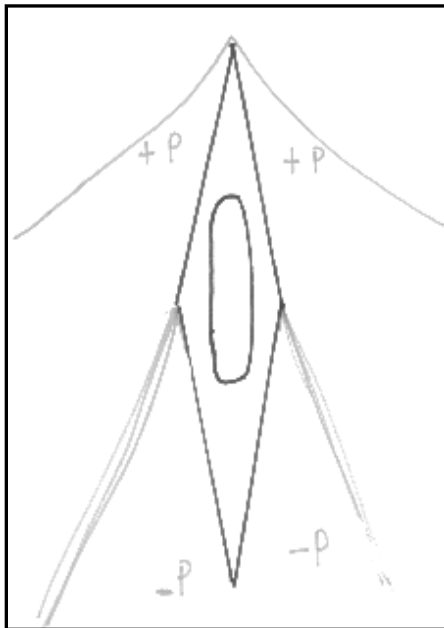
LOS PIRAGUISTAS DE FONDO TAMBIÉN SIGUEN LA ESTELA DEL QUE VA DELANTE PARA DISMINUIR LA RESISTENCIA, PERO NO COMO LO HARÍAN LOS CICLISTAS

La mayor ventaja la tiene el que va en posición posterior, que se aprovecha de la estela de 2 que van por delante.

Se ha medido la frecuencia cardiaca a una misma velocidad y quien de forma significativa la tiene más alta es el que va en cabeza, el las posiciones laterales disminuye y el que menor tiene es el que va en cola.

Los piragüistas que van lateralmente se aprovechan por un lateral de una zona de bajas presiones de su predecesor. Si se acercan demasiado a él entrarán dentro de la capa límite de la piragua que va delante. La mejor forma de saber que han entrado en esa capa límite es porque sentirán una fuerza que les hará girar hacia dicha piragua.

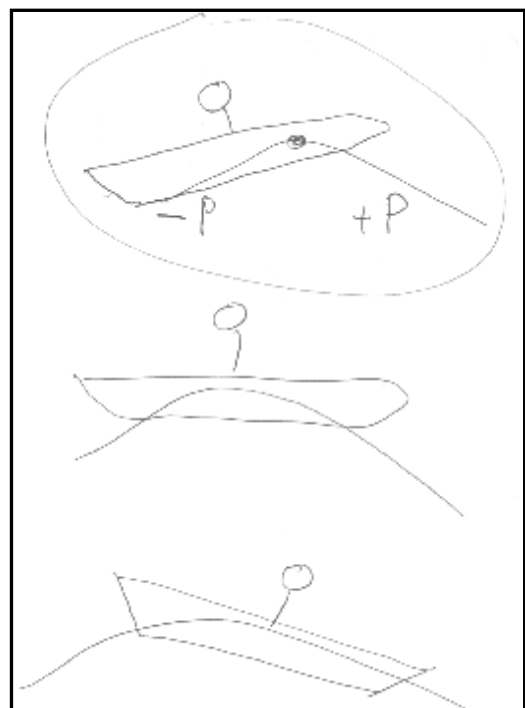




Si van en cola la zona de bajas presiones es por lado y lado, de los 2 piragüistas que le preceden (mayor).

Respecto a un corte sagital el piragüista puede preguntarse ¿qué posición es mejor respecto a una ola que levanta su predecesor? Parece ser que la mejor posición es ir encima de la ola o ligeramente por delante. Las olas tiene mayor presión por detrás y menor por delante

Este trabajo está publicado en Archivos de Medicina (Pérez Landaluce y cols.;1997).



3- ALGUNOS Cx DE DIFERENTES PERFILES

Los Cx varían en función del número de Reynolds (Re) por el que son calculados y también con el efecto o ángulo de ataque del perfil.

Perfil		Cx	Velocidad (m/s)	Re	Ángulo de ataque
Balones	Fútbol sin efecto	0.3		90000	no
	Tenis sin efecto	0.55		200000-270000	no
	Tenis nuevas sin efecto en saque	0.6-0.7	19-70	167000-284000	
	Voleibol en saque	0.14-0.48		110000-310000	
Cuerpo humano	Corredor atletismo	1.1			
	Ciclista sin bicicleta	0.8			
	Ciclista en mountain bike en posición vertical	1.1			
	Ciclista en bici carreras con codos extendidos	1			
	Ciclista en posición aerodinámica con casco y manillar de triathlon	0.83			
	Natación	variable, de 0.0 a 1.20; 0.85 de media	2		
Lanzamientos de atletismo	Peso	0.49			
	Disco	variable, 0.10 a 11°; 0.68 a 35°			
	Jabalina	variable, 0.4 de media; 0.18 a 20°			
Ruedas ciclismo	Radios convencional	0.0206-0.27			0-40°
	Lenticular	0.0103-0.004			0-40°

