

Universidad Nacional de La Plata

Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación

Especialización en programación y evaluación del ejercicio

Trabajo final

# Evaluación y entrenamiento de la resistencia en un equipo de fútbol amateur de primera división de la ciudad de Mar del Plata

Autor: Leandro Alberto Núñez

2019



## **Contenido**

Resumen .....	3
1. Introducción .....	4
1.1. La resistencia en el deporte .....	6
1.2. Adaptaciones básicas que genera el entrenamiento cardiovascular .....	6
1.3. Consumo máximo de O <sub>2</sub> y Resistencia .....	7
1.4. Diferentes propuestas de entrenamiento de la resistencia para deportes Cíclicos y Acíclicos .....	11
1.5. Demandas fisiológicas más relevantes del fútbol en relación a la resistencia	16
1.6. Factores que afectan la tasa de esfuerzo en el fútbol .....	18
1.7. Test para evaluar resistencia .....	19
2. Diseño metodológico .....	21
3. Resultados .....	22
4. Conclusiones .....	24
Bibliografía .....	25
Anexo I .....	27
Anexo II: Diseño de entrenamiento .....	28
Anexo III: Resultados de los test estadísticos .....	38

## **Resumen**

El objetivo general de este trabajo fue describir y analizar los resultados de un método de entrenamiento de la resistencia (basado en la combinación de diferentes protocolos) en jugadores de fútbol. Se aplicó una propuesta por áreas funcionales y una propuesta del entrenamiento intermitente. Previo y posterior al entrenamiento se evaluó la resistencia a través de dos test muy utilizados en el fútbol: Luc Leger y el Yo Yo de recuperación intermitente nivel uno. Para llevar adelante este estudio se tomó una muestra de 12 jugadores de entre 18 y 35 años de edad. Las características descriptas y analizadas fueron el Vo<sub>2</sub> máximo indirecto, los estadios completados en los test, las distancias recorridas y la velocidad aeróbica máxima. Para llevar adelante este protocolo de entrenamiento se recolectaron datos de los test como diagnóstico inicial y luego de la aplicación del entrenamiento para ver el progreso de los deportistas. Las mejoras obtenidas en ambos test se vieron reflejadas en un aumento de los estadios completados, en la mejora del Vo<sub>2</sub> máximo indirecto, la distancia recorrida y la velocidad aeróbica máxima (aunque solo fueron estadísticamente significativas los valores del test: Luc Leger y el Yo Yo). Se concluye que la resistencia en el fútbol se puede mejorar por medio de un protocolo de entrenamiento que utilice diferentes metodologías para desarrollar la resistencia.

**Palabras claves:** Fútbol, Resistencia, test Luc Léger, course navette, YoYo Intermittent Recovery Test, VAM, Vo<sub>2</sub>max.

# **Evaluación y entrenamiento de la resistencia en un equipo de fútbol amateur de primera división de la ciudad de Mar del Plata**

## **1. Introducción**

En los últimos años en el fútbol se han realizado diversos test con el objetivo de evaluar la resistencia. Algunos son de carácter continuo, es decir, sin pausa hasta el final del mismo y sin cambios de dirección. Dentro de estas características se encuentra el test de Cooper (aunque podrían mencionarse muchos más), el cual es de gran utilidad ya que requiere sólo algunos elementos básicos (cronómetro y un odómetro). De todos modos, es un test que carece de evidencia científica y es poco representativo de lo que ocurre en un deporte de conjunto de características intermitente y acíclico como es el fútbol (Casas, 2010), básquet, rugby, etcétera. Pero, en caso de no contar con ningún elemento, puede ser de utilidad para tener una referencia indirecta sobre el consumo de oxígeno de los evaluados y la velocidad aeróbica máxima de los mismos. Otro test de características similares es el test de 1000 metros o de Klissouras, ya que también es continuo, sin cambios de dirección y sin pausa hasta el final.

Los test elegidos para este trabajo son el test de Leger (naveta con estadios de 1 min) y el Yo-Yo de recuperación intermitente nivel uno. El primero mide la potencia aeróbica máxima (López, 2010) y aporta de forma indirecta cual es el consumo máximo de oxígeno de los deportistas. Por otra parte, nos permite identificar la VAM (velocidad aeróbica máxima) (López, 2010). Con el primero se pueden comparar los valores encontrados en la literatura con los valores de los deportistas. Con esto, se puede establecer si los deportistas tienen valores de consumo de oxígeno similares a las referencias del deporte en cuestión, en este caso el fútbol. Con referencia a la velocidad aeróbica máxima es un parámetro que sirve para dosificar los entrenamientos en diferentes zonas de la resistencia. Se realiza en 20 metros y se solicita a los deportistas que tienen que correr ida y vuelta esa distancia, de forma ininterrumpida, con cambios de dirección de 180 grados. El test es incremental, arranca de forma muy suave, es decir a baja velocidad de carrera para luego ir aumentando la velocidad cada un minuto. El test finaliza cuando el deportista no puede mantener la intensidad impuesta por una señal sonora, es decir el deportista no logra llegar a la línea de los 20 metros en el momento de la señal sonora (beep).

En cuanto al test yoyo recovery nivel uno (o Yo de recuperación intermitente), presenta características similares a las previamente descritas, pero con algunas diferencias como una pausa luego de realizar los 20 metros ida y vuelta. La misma es

de una duración de 10 segundos. Lo interesante este test es que posee una alta correlación entre los estadios alcanzados y la distancia recorrida a alta intensidad en un partido de fútbol (Castagna Carlo, 2005). Esto quiere decir que a más estadios avanzados en el test más distancia a alta intensidad puede recorrer un jugador de fútbol en un partido. Por otra parte, evalúa la capacidad de recuperación del jugador después de realizar un ejercicio intenso. Esta capacidad es importante en el fútbol, ya que influye en el potencial de los jugadores para ejecutar ejercicios de alta intensidad durante un partido (López, 2010). En este trabajo se realizaron ambos test, el de Leger (naveta con estadios de 1 min) y el Yo-Yo de recuperación intermitente nivel uno. Una vez obtenidos los resultados de ambos test, se analizó la performance física de los jugadores y luego se dosificó el entrenamiento teniendo en cuenta los resultados de ambas evaluaciones. La pregunta que guió el trabajo fue: ¿La aplicación de un protocolo utilizando diversos sistemas de entrenamiento de la resistencia mejora el consumo máximo de oxígeno, la velocidad aeróbica máxima y la distancia recorrida? A partir de esta pregunta se delimitaron los objetivos de este trabajo enumerados a continuación.

#### Objetivo General

Describir y analizar los resultados de un método de entrenamiento de la resistencia (basado en la combinación de diferentes protocolos) en jugadores de fútbol.

#### Objetivos Específicos

1. Evaluar la influencia del protocolo sobre las siguientes variables indicadoras de resistencia: consumo máximo de oxígeno, velocidad aeróbica máxima (VAM) y estadios completados.
2. Generar algunas recomendaciones en base a los resultados que orienten el proceso de pretemporada en fútbol.

## 1.1. La resistencia en el deporte

Existen varias definiciones de la resistencia como: “capacidad del deportista para resistir la fatiga”, “la capacidad física y psíquica para resistir la fatiga”, “capacidad de resistir la fatiga en trabajos de prolongada duración”, “la capacidad para sostener un determinado rendimiento durante el más largo periodo de tiempo posible”, “la capacidad para realizar un ejercicio de manera eficaz, superando la fatiga que se produce”, “se refiere al tiempo durante el cual el sujeto puede efectuar un trabajo de una cierta intensidad”. Casi todas coinciden y hacen referencia a resistir y superar la fatiga.

Se han propuesto diversas clasificaciones del entrenamiento de la resistencia en base a distintos aspectos como:

- la duración del esfuerzo: resistencia de corta, media y larga duración.
- los grupos musculares que participan: en resistencia general (más de 1/6 de la musculatura) y en resistencia local (menos de 1/6 de la musculatura). Según el sistema energético que predomina en resistencia aeróbica, anaeróbica láctica y aláctica. Según la relación con otras cualidades físicas, resistencia a la fuerza, a la velocidad. Según como participa la musculatura, estática o dinámica. Según la especificidad con la disciplina deportiva, en resistencia general o específica.

## 1.2. Adaptaciones básicas que genera el entrenamiento cardiovascular

Las adaptaciones del entrenamiento de resistencia pueden agruparse de acuerdo al sistema cardiaco, circulatorio, respiratorio y muscular (Tabla 1).

**Tabla 1. Adaptaciones del entrenamiento de resistencia**

<b>Ejercicio Cardiovascular</b>
<p>Sistema cardíaco</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● Incremento de tamaño cardíaco</li><li>● Aumento del volumen sistólico</li><li>● Aumento del gasto cardíaco</li><li>● Disminución de la frecuencia cardíaca submáxima y de reposo</li><li>● Incremento de la densidad capilar del corazón</li></ul>
<p>Sistema Circulatorio</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● Incremento del volumen sanguíneo</li><li>● Adaptaciones del hematocrito</li><li>● Adaptaciones vasculares</li></ul>

#### Sistema Respiratorio

- Aumento de la ventilación máxima
- Ventilación e intensidad submáxima desciende

#### Sistema Muscular

- Densidad capilar aumenta
- Aumenta densidad mitocondrial
- Actividad enzimática aumenta

### 1.3. Consumo máximo de O<sub>2</sub> y Resistencia

#### **Gasto cardíaco**

El gasto cardíaco es el producto del volumen sistólico de eyección y la frecuencia cardíaca y como adaptación del entrenamiento el mismo aumenta. El gasto cardíaco estándar del varón joven y sano es en promedio 5 litros por minuto (en condiciones normales, Gasto Cardíaco = 70 ml/latido x 75 latidos/min  $\approx$  5 L/min).

Los valores correspondientes al gasto cardíaco en reposo son similares a los observados en sujetos sedentarios, pero es durante el ejercicio cuando se aprecia la mejora. A intensidades máximas, los deportistas de alto nivel pueden llegar a doblar los valores de gasto cardíaco de sujetos sedentarios, hasta alcanzar los 40 l/min (Santalla Hernandex alfredo, 2011). Estos valores de mayor gasto cardíaco máximo son debidos a un volumen sistólico muy superior (hasta 170-180 ml). El gasto cardiaco se expresa normalmente como el volumen de sangre, bien en litros o mililitros, expulsados por minuto.

#### **Diferencia a-v O<sub>2</sub>**

Como adaptación al entrenamiento de resistencia la diferencia arteriovenosa de oxígeno aumenta y genera una mejor redistribución del oxígeno, por lo tanto, las arterias se encontrarán mejor oxigenadas.

#### **Frecuencia cardiaca**

Luego de un mínimo de 10 semanas de entrenamiento cardiovascular se pueden apreciar adaptaciones en la frecuencia cardiaca de reposo, la misma disminuye, incluso se puede evidenciar a partir de la segunda semana (Santalla Hernandex alfredo, 2011). Esto permite que el corazón tenga que latir menos veces para distribuir la sangre en el organismo.

El típico cuadro de bradicardia del deportista de fondo (más marcada y consistente) requiere más tiempo y nivel de entrenamiento (Fernández, 2001). En deportistas de fondo es frecuente encontrar una bradicardia de 45 a 50 latidos por minuto. La frecuencia cardiaca también disminuye en ejercicio submáximo. La menor FC de los individuos entrenados también se hace evidente durante el ejercicio físico, cuando la comparación se realiza a intensidades submáximas.

Este fenómeno está directamente relacionado con el aumento del volumen sistólico, por ejemplo, en un entrenado de 20 años de edad que presenta una frecuencia cardiaca máxima de 200 latidos por minutos, previo a las adaptaciones que pueden generar el entrenamiento de la resistencia posee una frecuencia cardiaca de 180 latidos por minuto corriendo a 18 kilómetros por hora y posterior al entrenamiento necesita 175 latidos por minutos para correr a la misma velocidad.

### **Incremento de la densidad capilar del corazón**

El aumento de la densidad capilar (número de capilares por miofibrillas) es proporcional al engrosamiento de la pared miocárdica y se trata de uno de los aspectos que diferencia la hipertrofia fisiológica de la patológica. La mejora en la distribución de oxígeno y sustratos al miocardio hipertrófico de los deportistas parece estar relacionada tanto con la angiogénesis (proceso fisiológico que consiste en la formación de vasos sanguíneos nuevos a partir de los vasos preexistentes) como adaptaciones funcionales (mayor relajación de las pequeñas arterias coronarias y/o producción de óxido nítrico del endotelio coronario).

En el intento de mantener una adecuada perfusión de la mayor masa miocárdica, el entrenamiento de resistencia parece también aumentar el calibre de los vasos coronarios epicárdicos (Fernández, 2001). La perfusión se ve además mejorada por la bradicardia, que tanto en reposo como en ejercicio prolonga la duración de la diástole. Durante el ejercicio, todas estas adaptaciones supondrán una clara facilitación del riego sanguíneo al musculo cardíaco.

Otras adaptaciones que genera el entrenamiento de la resistencia son el aumento del volumen de sangre (Volemia) debido al aumento de plasma y hemoglobina, aumento del área transversal de las arterias coronarias como consecuencia de esto las arterias presenta mayor diámetro por lo que la circulación de sangre con oxígeno es mayor. Por último, el aumento de la densidad de las arteriolas coronarias, esto hace referencia a la cantidad de arteriolas contemplando el espacio que ocupan.



### Vasculatura esquelética o periférica

Se produce un aumento de densidad de capilares que permite una mejor difusión de oxígeno y otros metabolitos (Lee E Brown, 2008). El aumento puede llegar hasta un 15%. Aumento en fibras de contracción lenta y rápida. Esto permite mejor captación de oxígeno en los músculos. Todas las adaptaciones antes desarrolladas se encuentran sintetizadas en la tabla 2.

**Tabla 2. Resumen de las adaptaciones del ejercicio aeróbico. Adaptado de Vallejo (2007) y Sheila (2007)**

<b>Variable</b>	<b>Adaptación</b>
Vo2max	Aumenta
Frecuencia cardiaca en reposo	Disminuye
Frecuencia cardiaca submáxima	Disminuye
Frecuencia cardiaca máxima	Igual o disminuye ligeramente
Dif a-Vo2	Aumenta
Volumen sistólico	Aumenta
Gasto cardíaco	Aumenta
Presión sanguínea sistólica	Igual o disminuye ligeramente
Capacidad oxidativa del músculo	Aumenta
Densidad mineral ósea	Aumenta
Porcentaje de grasa	Disminuye
Resistencia muscular local	Aumenta
Lípidos Séricos HDL	Aumenta
Lípidos Séricos LDL	Disminuye

### Cambios metabólicos

En cuanto a los cambios metabólicos los más importantes se expresan en la Tabla 3.

**Tabla 3. Cambios metabólicos del entrenamiento cardiovascular**

<b>Variable</b>	<b>Adaptación</b>
Almacenamiento de más energía	Esta adaptación hace referencia a la concentración, al almacenamiento de energía. A modo de ejemplo podríamos considerar al almacenamiento de energía como si fuera la reserva de combustible, combustibles necesario y capaz de resintetizar ATP. El organismo, luego de un estímulo físico que disminuye la reserva de alguna fuente energética, con el

	descanso adecuado y la alimentación correspondiente vuelve aumentar los valores de dicha reserva, incluso por encima de los valores previos al estímulo físico.
Aumento del glucógeno muscular	En el caso del glucógeno muscular, reserva energética que se encuentra en el hígado, sangre y masa muscular, las investigaciones han revelado un descenso en las concentraciones de dicha reserva luego de una competición. Claro está que, en función del deporte en cuestión, habrá mayor o menor vaciamiento glucogénico. Esto se debe a las características del deporte que estemos analizando. En el caso concreto del fútbol es un deporte con gran vaciamiento glucogénico. Con una buena alimentación podemos lograr el aumento del glucógeno muscular (Lee E Brown, 2008).
Aumenta concentración intramuscular de triglicéridos	La concentración intramuscular de los triglicéridos aumenta, pero en menor proporción que el glucógeno muscular.
Tarda más el agotamiento	Como consecuencia del aumento de las reservas energéticas tarda más en llegar el agotamiento, factor clave para prevenir la fatiga.
El umbral de lactato	Otro de los cambios o adaptaciones que ocurren con el entrenamiento es la modificación del umbral de lactato, es decir se generan adaptaciones que permiten al organismo trabajar con mayor intensidad previo al aumento del ácido láctico en sangre comparando la misma persona o deportista previo a las adaptaciones provocadas por el entrenamiento. Estas adaptaciones vienen acompañadas de un aumento de las enzimas lo que permite entre otras cosas catalizar, acelerar las reacciones químicas y como consecuencia aumentar la capacidad para utilizar energía.

### **Umbral y máximo estado estable de lactato**

El umbral láctico se lo define como la intensidad del ejercicio a partir de la cual se producen elevaciones en la concentración de lactato en sangre (refleja el inicio de la contribución anaeróbica a la producción de energía para el ejercicio desarrollado)

(Lopez Chicharro, 2013). En cuanto al máximo estado estable del lactato, refleja la intensidad de ejercicio máxima compatible con un equilibrio entre la producción de lactato y el aclaramiento (Lopez Chicharro, 2013). Por encima de esta intensidad se establecerá un estado de acidosis metabólica. La máxima carga asociada a un aumento de los niveles de lactato en sangre inferior a 1 mm/l define el máximo estado estable de lactato.

#### **1.4. Diferentes propuestas de entrenamiento de la resistencia para deportes Cíclicos y Acíclicos**

Farfel, en 1960, clasificó las habilidades deportivas en tres grupos de ejercicios cíclicos acíclicos y acíclicos combinados (Casas A. , 2011). En cuanto a los deportes cíclicos, la característica fundamental radica en el hecho de que la técnica a realizar en los mismos está compuesta de una serie concreta de movimientos que se repite una y otra vez configurando una sucesión de ciclos. En cada ciclo es posible distinguir fases que se repiten durante un tiempo prolongado, siendo cada ciclo idéntico. Ejemplos de estos deportes son el atletismo, el ciclismo, la natación, el remo, etcétera. Las habilidades acíclicas se emplean en deportes como lanzamiento de disco, gimnasia, deporte de conjunto, de lucha, etcétera. Estas habilidades consisten en integrar funciones en una acción. Por último, las habilidades acíclicas combinadas consisten en un movimiento cíclico seguidos de uno acíclico, por ejemplo, los saltos en largo, en alto, etcétera (Casas A. , 2011).

En mi opinión, la propuesta de Skinner y Hegedus, que se desarrolla a continuación, es aplicable a los deportes cíclicos. En cuanto a la forma de ejercicio predominante, en los deportes conjunto, ésta es el ejercicio intermitente. El ejercicio intermitente implica periodos de trabajo muscular intensivo seguidos por periodos de ejercicio moderado o incluso de reposo (Casas A. , 2011). Los deportes de conjunto como el fútbol se basan en el ejercicio acíclico e intermitente, por lo tanto, el entrenamiento de la resistencia debe contemplar esencialmente este aspecto. Por dichos motivos considero que la propuesta de Adrián Casas, que se describe como propuesta metodológica para organizar el entrenamiento de la resistencia por zonas de entrenamiento específicas es más específica para el deporte analizado en este trabajo.

En primera instancia se expone una breve revisión sobre diferentes propuestas de entrenamiento de la resistencia o diferentes zonas. En primer lugar se describe el modelo trifásico de intensidad (Skinner 1980) adaptado y modificado por López Chicharro (Lopez Chicharro, 2013).

La fase uno va desde el inicio del ejercicio hasta el umbral aeróbico. Predomina el metabolismo aeróbico. Entre <60-65% del vo2max (Intensidad donde aproximadamente se da el umbral aeróbico). Con una frecuencia respiratoria entre 20-29 respiraciones por minuto. La percepción del esfuerzo (RPE) se ubica entre 7-11 en la escala que va desde 6 a 20. Por último, presenta una frecuencia cardiaca entre 90-145 latidos por minuto.

Luego de esta fase aparece una transición aeróbica anaeróbica o (umbral aeróbico) que se da de 60-70% vo2max, intensidad que coincide con el umbral láctico, intensidad del ejercicio o vo2 que precede (previa) inmediatamente al incremento inicial y continuo del lactato sanguíneo desde los valores de reposo. La RPE se ubica en 12-13. (Lopez Chicharro, 2013). Este umbral láctico se suele dar en personas desentrenadas al 67%vo2max y en entrenados al 80%del vo2max.

La fase dos o fase aeróbica-anaeróbica. Se caracteriza porque el metabolismo pasa a ser mixto. Los porcentajes del Vo2max van Entre 60-80%. Presenta una frecuencia respiratoria entre 29-43 respiraciones por minuto, una RPE por encima de 12-13 hasta 15-16, una frecuencia cardiaca entre 145-177 latidos por minuto. Luego nuevamente otra transición que se da entre el 80-85% del vo2max que coincide con el máximo estado estable de lactato o umbral anaeróbico (Lopez Chicharro, 2013).

Por último, la fase tres o de Inestabilidad metabólica, es por encima del umbral anaeróbico, con una RPE por encima de 15-16 hasta 20, una frecuencia cardiaca superior a los 175 latidos por minuto y un vo2max mayor al 80-85% hasta el 100%.

En la tabla 4 se resaltan las características más importantes de cada zona.

**Tabla 4. Resumen de las diferentes fases con sus características más relevantes.**

Fase 1	Transición	Fase 2	Transición	Fase 3
<p>Va desde el inicio del ejercicio hasta el umbral aeróbico y predomina el metabolismo aeróbico</p> <p>Menor al 60-65%vo2max Frecuencia respiratoria entre 20-29 respiraciones por minuto</p> <p>RPE entre 7-11</p> <p>Frec. cardiaca: 90-145</p>	<p>Transición aeróbica anaeróbica o (umbral aeróbico) se da al 60-70%vo2max</p> <p>Coincide con el Umbral Láctico</p> <p>RPE:12-13</p>	<p>Es una fase aeróbica-anaeróbica. El metabolismo pasa a ser mixto.</p> <p>Entre 60-80%vo2max.</p> <p>Frecuencia respiratoria entre 29-43 respiraciones por minuto.</p> <p>RPE por encima de 12-13 hasta 15-16</p> <p>Frec. cardiaca: 145-177</p>	<p>Umbral anaeróbico o máximo estado estable de lactato:(80-85%vo2max) cercano a 4mmol/l lactato</p> <p>RPE: 15-16</p>	<p>Inestabilidad metabólica, es por encima del umbral anaeróbico.</p> <p>RPE por encima de 15-16 hasta 20</p> <p>Frec. cardiaca: &gt;175</p> <p>Desde 80-85%vo2max hasta 100%</p>

**Propuesta y efectos del entrenamiento**

A continuación en la Tabla 5 y 6 se sintetiza la propuesta de varios autores por zonas de áreas funcionales elaborado por (de Hegedus, 2008).

**Tabla 5. Áreas funcionales de entrenamiento**

Área de entrenamiento	Frecuencia cardiaca en un minuto	Frecuencia respiratoria en 15 segundos	Efectos del entrenamiento
Aeróbico bajo regenerativa			Aumento del número de mitocondrias, mioglobina y las enzimas oxidativas. Se estimula la acción hemodinámica (capilarización), cardiovascular y respiratoria. Aumento de oxidación de las grasas, remoción y oxidación de lactato residual. Alto efecto regenerativo celular en los procesos de restauración.

Subaeróbica	130-165	5-8	Aumento del número y tamaño de las mitocondrias, con incremento de la mioglobina y actividad enzimática. Aumento del nivel de oxidación de los ácidos grasos. Alta tasa de remoción y oxidación del lactato residual. Aumento de las reservas de glucógeno y su economía, aunque en menor medida que en el caso anterior. Efecto regenerativo celular en los procesos de restauración, con desarrollo de la capacidad aeróbica. Efecto cardio-respiratorio similar al de la zona anterior. Ritmo competitivo más específico.
-------------	---------	-----	--

**Tabla 6. Áreas funcionales de entrenamiento**

<b>Área de entrenamiento</b>	<b>Frecuencia cardíaca en un minuto</b>	<b>Frecuencia respiratoria en 15 segundos</b>	<b>Efectos del entrenamiento</b>
Superaeróbico o nivel medio	165-175	8-12	Aumento de la capacidad de producción- remoción del lactato (turnover) durante y después del esfuerzo, con aumento de la capacidad y velocidad enzimática mitocondrial, metabolización del piruvato, con aumento de la densidad mitocondrial. Bases para el aumento del máximo consumo de oxígeno. Aumento de la eficiencia metabólica glucolítica.
Vo2M o nivel aeróbico alto	175-190	12-13	Aumento de la potencia aeróbica, elevando la velocidad mitocondrial para oxidar moléculas de piruvato. Incremento de la velocidad de las reacciones oxidativas, con la correspondiente eficiencia en el trabajo enzimático del ciclo de Krebs y la cadena respiratoria. Aumenta el potencial redox NAD/NADH+ hasta las máximas posibilidades. Aumenta la eficiencia del sistema de transporte y difusión de oxígeno con modificaciones centrales y periféricas. Aumenta la capacidad de trabajar en estados estables de lactato a velocidades por encima de

			la velocidad umbral. La combustión glucogénica aeróbica llega a sus máximas posibilidades, mientras la oxidación de los ácidos grasos llega a reducirse al mínimo.
Área de tolerancia y potencia láctica	>190	>13	Se incrementa la producción y concentración de lactato, tanto muscular como sanguíneo. Se incrementa la producción de amonio. La actividad mitocondrial se acrecienta a los máximos valores, de la misma manera que a nivel citoplasmático glucolítico. Se eleva la actividad de la fosforilaza, fosfofructoquinasa (PFK), como también la láctica deshidrogenasa (LHD). Se oxida en el NADH+ a nivel del ácido pirúvico por encima de la capacidad de la cadena respiratoria. Incremento del metabolismo de fosfágeno. Se activa la producción de los tampones alcalinos para neutralizar la acidosis.

**Propuesta metodológica para organizar el entrenamiento de la resistencia por zonas de entrenamiento específicas, ZERE**

La propuesta del autor (Casas, 2011) se fundamenta en su concepto de los deportes acíclicos, en el caso del fútbol el autor lo define como un deporte acíclico y la forma de ejercicio predominante es intermitente. Ambas características implican que las acciones de juego presentan variaciones significativas en intensidad, duración, frecuencia, cinética y cinemática de las acciones musculares, con implicancias directas sobre las respuestas del sistema cardiovascular, neuromuscular y metabólico. Las acciones del futbolista en competición se basan en patrones de movimiento muy específicos, que requieren, por ejemplo, cambios de dirección en gran velocidad y el desarrollo de la capacidad para repetir aceleraciones y frenadas bruscas (Casas, 2010).

A partir de las categorías de movimiento y umbrales de velocidad utilizados en los diversos estudios para análisis de la competición del fútbol el autor propone el desarrollo

de las zonas de entrenamiento de la resistencia específica (ZERE, tabla 7) (Casas A. , 2011).

**Tabla 7. Las zonas de entrenamiento de la resistencia específica (ZERE) (Casas A. , 2011)**

(ZERE) Zona/denominación	ORIENTACION	INTENSIDAD
ZERE 0	Regeneración	75 a 85 % VAM ** (dr/cd/f) ***
*ZERE 1	Intermitente aeróbico	100 a 120% VAM (dr/cd/f)
ZERE 2	Intermitente aeróbico de alta intensidad	>120 a 130 % VAM (dr/cd/f)
ZERE 3	Intermitente de sprint	100% vs <sub>20m</sub> **** (dr/cd/f)

Zonas de entrenamiento de la resistencia específica \*ZERE 1 es la zona de alta intensidad; la región sombreada indica zona de muy alta intensidad; \*\*Velocidad aeróbica máxima (VAM); \*\*\*dr/cd/f significa: dirección del recorrido (dr, hacia adelante, hacia atrás, en diagonal a la derecha, a la izquierda y sus combinaciones), cambio de dirección (cd, 0-90°; >90°-180°; >180°, etc.) Y frecuencia (f, cantidad por repetición), \*\*\*\* velocidad de sprint 20 metros (vs20m)

La duración del trabajo, pausa y relación varía entre las diferentes zonas de entrenamiento de la resistencia específica (Tabla 8) (Casas A. , 2011).

**Tabla 8. Duración de cargas, pausas y relación entre ambas en cada zona de entrenamiento (ZERE) (Casas A. , 2011).**

ZERE	Duración (s) Carga	Duración (s) Pausa	Relación C/P
0	45-60	45-60	1:1
1	10-30	10-45	1:1; 1:1,5
2	5-10	10-30	1:2; 1:3
3	2-3	*15 a 20 o 50 a 75	1:6; 1:7

\*No se aplican para el período competitivo (los valores indicados son para el período preparatorio).

### **1.5. Demandas fisiológicas más relevantes del fútbol en relación a la resistencia**

Al momento de determinar un entrenamiento específico para el fútbol es muy importante considerar la tasa de esfuerzo (tabla 9 y 10). La tasa de esfuerzo está conformada por la tasa global y la tasa relativa (Casas A. , 2011). Entendiendo a la tasa global del esfuerzo como la distancia total recorrida durante la competición. La tasa relativa incluye varias categorías, algunas son tipos de acciones individuales o movimientos (estar quieto, caminar, correr a diferentes velocidades, saltar, etc),



distribución de las acciones durante el partido (diferencias entre el primer y segundo tiempo), descripción de las acciones por posición, etc. (Casas A. , 2011).

**Tabla 9. Medición de las diferencias posicionales en la distancia recorrida a diferentes velocidades (Metral, 2010).**

Posición de juego	Distancia recorrida a diferentes intensidades				
	0-11km/h	11,1-14km/h	14,1-19km/h	19,1-23km/h	>23km/h
Defensores Centrales (DC)	7080+-420m	1380+-232m*	1257+-244m*	397+-114m*	215+-100m*
Defensores Laterales (DL)	7012+-377m	1590+-257m+	1730+-262m+	652+-179m+	402+-165m†
Mediocampistas centrales (MC)	7061+-272m	1965+-288m#	2116+-369m†	627+-184m+	248+-116m*
Mediocampistas Laterales (ML)	6960+-601m	1743+-309m°	1987+-412m†	738+-174m#	446+-161m†
Delanteros (D)	6958+-438m	1562+-295m+	1683+-413m+	621+-161m+	404+-140m†

11,1-19 km/h: \*significativamente menor que cualquier otro subgrupo, + significativamente diferente de DC, MC,ML; # significativamente mayor que cualquier otro subgrupo, ° Significativamente diferente de DC, DL, MC, D; † significativamente diferente de DC, DL, D. 19,1-23 km/h: \*significativamente menor a todos los subgrupos; + significativamente diferente a DC y ML, # Significativamente mayor que cualquier otro subgrupo. >23 km/h: \*significativamente menor que cualquier otro subgrupo, † significativamente diferente de DC, MC.

**Tabla 10. Promedios de distancias recorridas en diferentes puestos y ligas (Metral, 2010)**

Posición de Juego	N	Promedio de Distancia Recorrida
Independiente de la posición	300	11393+-1016
Defensores Centrales (DC)	63	10267+-893
Defensores Laterales (DL)	60	11410+-708
Mediocampistas Centrales (MC)	67	12027+-625
Mediocampistas Laterales (ML)	58	11990+-776
Delanteros (DE)	52	11254+-894
Posición de Juego	N	Promedio de Distancia Recorrida
Independiente de la posición	55	10012+-1024
Defensores Centrales (DC)	15	9029+-860
Defensores Laterales (DL)	12	10642+-663
Mediocampistas Centrales (MC)	11	10476+-702
Mediocampistas Laterales (ML)	9	10598+-890
Delanteros (DE)	8	9612+-772

## **1.6. Factores que afectan la tasa de esfuerzo en el fútbol**

### **Nivel de acondicionamiento aeróbico**

El nivel de acondicionamiento aeróbico afecta la distancia total recorrida durante un partido (Smaros, 1980). También la mejora en el Vo2max puede incrementar la distancia total cubierta, número de sprint realizados, distancia recorrida a alta intensidad y el número de contactos de un jugador con el balón (Helgerud J, 2001).

En otro estudio y en concordancia con estos datos se encontró que el nivel de vo2max correlacionó con la distancia recorrida a alta intensidad durante un partido (Krustrup P, 2005).

Por otra parte, también se cree que una elevada capacidad aeróbica ayuda a la recuperación durante el ejercicio intermitente de alta intensidad.

Por último, es importante reflexionar sobre el hecho de que a medida que se van repitiendo más aceleraciones la contribución de la energía aeróbica para este tipo de actividad podría ser cada vez mayor.

En la literatura aparecen otras investigaciones que asocian a la capacidad de repetir ejercicio de alta intensidad (velocidades mayores a 15km/h o 4,2m/s) con la distancia recorrida en el test yo-yo recovery nivel 1 (Krustrup, y otros, 2003).

Por último, existe una relación entre la capacidad de repetir aceleraciones RSA (repeat sprint hability) y la distancia recorrida en sprint así como la distancia recorrida a muy alta intensidad durante un partido (Rampinini, Bishop, Marcora, & Bravo, 2007).

El resto de los factores que afectan a la tasa de esfuerzo en el fútbol se analizarán brevemente a continuación.

Con relación al nivel de competencia siempre que nos enfrentemos con futbolistas de más alto nivel o la liga sea de más nivel, vamos a tener una mayor distancia recorrida, principalmente a alta intensidad y en velocidades de sprint.

El nivel del equipo rival complementa un poco el punto anterior, ya que si el rival es débil tenderemos a exigirnos menos y viceversa.

La fatiga es un tema que merece mayor profundidad. Cuando hay más fatiga, como suele ocurrir en los segundos tiempos de los partidos de fútbol se realizan menos sprint, carreras de alta intensidad y distancia total, comparándolo con el primer tiempo.

Por otra parte, la tasa de esfuerzo manifestada durante el primer tiempo incide sobre su prestación física durante el segundo tiempo, es decir que si el esfuerzo es muy importante en el primer tiempo se va a ver reflejado en el segundo un deterioro físico que se visualizará en algunos parámetros físicos.

El estilo de juego es un factor que afecta a la tasa de esfuerzo en fútbol y en cualquier deporte de equipo. Muchos ejemplos se nos podrían ocurrir como ser el caso de los defensores laterales que pasen o no al ataque y con qué frecuencia, no es lo mismo para un volante central jugar solamente con dos volantes por afuera que estar acompañado de otro volante central y los dos mediocampistas laterales, es decir tener una línea de 3 o 4 en el medio también puede afectar la tasa de esfuerzo de los jugadores y modificarla ya que cambia la tasa de esfuerzo.

Otros puntos que afecten la tasa de esfuerzo pueden ser una expulsión temprana que obliga al equipo que sufrió la baja cubrir más distancia, principalmente carrera moderada y tener menor tiempo de recuperación entre actividades de alta intensidad. También hay una caída significativa en la distancia total recorrida durante el segundo tiempo, si la expulsión fue en el comienzo del primer tiempo, tanto en velocidades bajas y altas de desplazamiento.

En cuanto al clima y altitud son factores que también modifican esta tasa de esfuerzo. Por último, la temperatura y humedad pueden afectar la tasa de esfuerzo, así como la disminución en la presión parcial de oxígeno ocasionado por la altura.

### **1.7. Test para evaluar resistencia**

#### **Test de Luc Leger**

Es un test de ida y vuelta también denominado course navette, fue elaborado por Léger y Lambert (1982), luego sufrió modificaciones, también fue validado por otros autores. Es un test de resistencia que mide la potencia aeróbica máxima, y permite estimar de manera indirecta el  $\dot{V}O_2$  máximo y la velocidad aeróbica máxima (López, 2010). El mismo es indirecto, continuo, incremental y máximo. Consiste en recorrer tramos de 20 metros con cambios de dirección de 180 grados respetando la señal sonora emitida por un audio (beeps). Un aspecto importante de esta evaluación radica en que la misma se puede realizar en una superficie de 20 metros y teniendo una separación de aproximadamente un metro entre participantes permite la realización de varios deportistas a la vez (López, 2010). El deportista debe respetar el ritmo impuesto por el audio, es decir debe coincidir su llegada a la línea de 20 metros con la señal sonora, el test finaliza cuando el deportista no logra llegar al ritmo que impone el audio, esto debe ocurrir dos veces. Como se mencionó anteriormente el test es incremental por lo que a medida que avanza el tiempo la velocidad de carrera aumenta, esto ocurre cada un minuto y coincide con el avance de un estadio o palier. Cuando más estadios alcance en deportistas mayor será el resultado en el test.

En la versión que se utiliza actualmente la duración de cada estadio es de un minuto. En el inicio la velocidad de carrera es de 8 kilómetros por hora aumenta 0,5 kilómetros por hora cada un minuto (figura 1).

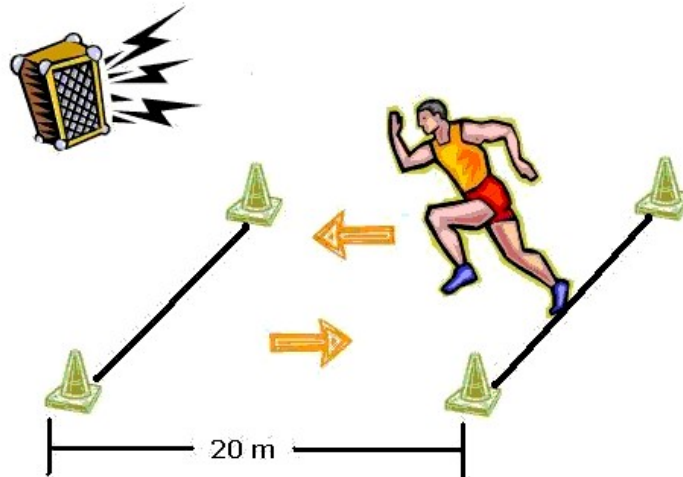


Figura 1. Test de Leger. Tomada de (López, 2010)

#### Yo Yo recovery test nivel 1 (o Yo Yo de recuperación intermitente nivel 1)

Es un test creado por Bangsbo en 1994. Evalúa la capacidad para recuperarse del jugador después de realizar un ejercicio intenso. Presenta cambios de dirección de 180° de manera repetida y tiene una gran demanda mecánica. Puede ser considerado bastante específico del fútbol, ya que aparece en numerosas situaciones del juego y presenta una alta validez y confiabilidad (Krustrup, y otros, 2003). En la tabla 11 se presentan algunas referencias de las distancias alcanzadas en el test en diferentes puestos de fútbol.

Tabla 11. Distancias alcanzadas en el test Yo-Yo de recuperación intermitente nivel uno. Tomada de (López, 2010)

Puesto	N	Distancia (m)	Rango (m)
Defensa lateral (carrilero)	7	2241+-25	1920-2680
Defensa central	9	1919+-47	1160-2280
Delantero	8	1966+-30	1480-2320
Centrocampista	13	2173+-23	1840-2560

## **2. Diseño metodológico**

El tipo de diseño de esta investigación es descriptivo, ya que el objetivo principal es comprobar la efectividad de distintos métodos de entrenamiento de la resistencia en el fútbol. La finalidad es aplicada, la intención no se limita a conocer, sino a aplicar nuevos aportes para el campo de la preparación física. La investigación es longitudinal porque se estudiará cómo evolucionan o cambian las variables o las relaciones entre ellas.

La muestra estuvo representada por jugadores de fútbol de primera división de la ciudad de Mar del Plata. La muestra compuesta por 12 jugadores, entre 18 y 35 años de edad que se encontraban jugando al fútbol en la primera división de la liga de Mar del Plata y que concurren a entrenar al Club River Plate de Mar del Plata. Además, la muestra debía cumplir los siguientes criterios:

- Criterios de inclusión: hombres entre 18 y 35 años de edad. Que concurren al club River de la ciudad de Mar del Plata, pertenecientes al plantel de primera división.
- Criterios de exclusión: Todas aquellas personas que no cumplan con los requisitos de los criterios de inclusión.

El diseño del entrenamiento aplicado en los jugadores evaluados se encuentra explicado en el Anexo II. La recolección de datos se realizó mediante una planilla diseñada con el objetivo de contar con información de cada jugador. La planilla tuvo en cuenta los datos necesarios para una correcta evaluación y un posterior análisis, con el propósito de obtener conclusiones acerca de este estudio y poder cumplir con los objetivos planteados al principio de la investigación. Una vez finalizadas las sesiones de entrenamiento se reevaluaron las variables ya mencionadas.

### **Definición de las variables**

#### **Resistencia**

Conceptualmente: La capacidad psíquica y física que posee un deportista para resistir a la fatiga (Weineck, 1992).

Operacionalmente: la resistencia se evaluó mediante dos test de resistencia el Luc Leger y el yoyo recovery test nivel uno (ver explicación de ambos test más arriba en apartado 1.7.).

## **Vo2 máximo**

Conceptualmente: es la cantidad máxima de oxígeno (O<sub>2</sub>) que el organismo puede absorber, transportar y consumir en un tiempo determinado, es decir, el máximo volumen de oxígeno en la sangre que nuestro organismo puede transportar y metabolizar.

Operacionalmente: se predice de forma indirecta por medio de los resultados obtenidos en el test de Luc Leger. Las fórmulas para su cálculo se encuentran en el Anexo 1.

## **Velocidad aeróbica máxima (VAM)**

Conceptualmente: es la velocidad de carrera alcanzada por un atleta cuando su consumo de oxígeno es máximo (VO<sub>2</sub>MAX). Depende de factores genéticos y del nivel de entrenamiento del atleta. Conocer la VAM es indispensable para planificar el entrenamiento y establecer la velocidad del entrenamiento en función de diferentes objetivos. Todas las velocidades de entrenamiento se trabajan a un cierto porcentaje del VAM.

Operacionalmente: se establece por medio de los resultados obtenidos en el test de Luc Leger (ver explicación de ambos test más arriba en apartado 1.7.).

## **Distancia recorrida en el test**

Conceptualmente: es la distancia que recorrió el deportista cuando finaliza el test.

Operacionalmente: se la determina en metros en función de la distancia recorrida.

## **Análisis estadísticos**

Se realizaron pruebas t de Student para conocer si las diferencias encontradas en las mediciones de estadios completados (medidos con ambos test), el VO<sub>2</sub> y la VAM diferían significativamente antes y después del entrenamiento. Las pruebas se realizaron el software R (RStudio Team 2015).

## **3. Resultados**

En las siguientes tablas (tablas 12-15) se pueden apreciar los resultados de los test realizados. Al comparar los valores obtenidos de la primera y segunda evaluación se encontraron diferencias significativas<sup>1</sup> en los resultados del test de Luc-Leger Course

---

<sup>1</sup> Los resultados completos de los test estadísticos se encuentran en el Anexo III.

Navette ( $p < 0.05$ ) y el Yo Yo recovery ( $p < 0.01$ ). El VO<sub>2</sub> y la VAM no arrojaron diferencias significativas ( $p = 0.07$ ).

**Tabla 12. Resultados del test de Luc-Leger Course Navette (naveta con estadios de 1min)**

Test/evaluación	1era evaluación estadio	2da evaluación Estadio	1era evaluación Vo <sub>2</sub> max estimado (ml.kg.min)	2da evaluación Vo <sub>2</sub> máx. estimado (ml.kg.min)
Fecha de evaluación	13/2/13	14/5/13	13/2/13	14/5/13
Mínima	7,6	8,5	45,0	47,9
Promedio	9,3	10,3	50,8	53,4
Máxima	12,2	12,1	59,6	59,6

**Tabla 13. Resultados de la velocidad aeróbica máxima (VAM)**

Test/evaluación Luc- Leger Course Navette	1era evaluación VAM m/s 13/2	2da evaluación VAM m/s 14/5
Mínima	3,5	3,7
Promedio	3,9	4,1
Máxima	4,5	4,5

**Tabla 14. Distancia recorrida en 1er y 2do test de Leger.**

Test/evaluación Luc- Leger	1era evaluación (Distancia recorrida en metros)	2da evaluación (Distancia recorrida en metros)
Mínima	1300	1480
Promedio	1640	1860
Máxima	2300	2280

**Tabla 15. Resultados del test Yo-Yo de recuperación intermitente nivel uno, estadios completados y distancia recorrida.**

<b>Yo Yo de recuperación intermitente nivel uno</b>	<b>1era evaluación estadio 14/2</b>	<b>2da evaluación estadio 16/4</b>	<b>1era evaluación Distancia recorrida (metros)</b>	<b>2da evaluación Distancia recorrida (metros)</b>
Mínima	15,1	17,1	800	1440
Promedio	17,0	19,3	1400	2160
Máxima	20,4	22,4	2520	3160

#### **4. Conclusiones**

Todas las variables indicadoras de la resistencia mejoraron bajo el método de entrenamiento empleado en los jugadores de fútbol. Sin embargo, las únicas mejoras que estadísticamente fueron significativas fueron los estadios alcanzados en ambos test, no así la VAM y el VO<sub>2</sub>. Los resultados de este trabajo permitirían afirmar que la aplicación de metodologías de entrenamiento por medio de áreas funcionales y zonas de entrenamiento de la resistencia específicas, con las dosis empleadas en este protocolo influyen positivamente sobre la resistencia. Serían necesarios otros estudios con una muestra mayor de individuos que permitan avalar lo antes expuesto.

Por otra parte, gracias a la obtención de la VAM se pudo orientar las cargas de la pretemporada y se obtuvieron incrementos en todas las variables en el corto plazo. Como recomendaciones finales para futuras investigaciones se proponen indagar acerca de posibles causas que influyen en la mejora de los resultados de ambos test.



## **Bibliografía**

Bahr, R. & Maehlum, S. (2007). Tipos de lesiones y sus causas. Lesiones deportivas diagnóstico, tratamiento y rehabilitación. Medica panamericana, 3-22.

Bosco, C. (1991). Aspectos fisiológicos de la preparación física del futbolista. Paidotribo.

Castagna, C. (2005). El test Yo-Yo de recuperación intermitente nivel 1. Revista de entrenamiento deportivo, 21-27.

Casas, A. (2010). Curso superior de entrenamiento en fútbol. Metodología del entrenamiento de la resistencia en el fútbol. Grupo Sobre Entrenamiento.

Casas, A. (2011). Entrenamiento de la resistencia para deportes de conjunto. En Naclerio, F. Entrenamiento deportivo, fundamentos y aplicaciones en diferentes deportes. Médica panamericana.

de Hegedus, J. (2008). Teoría y práctica del entrenamiento deportivo. Stadium.

Fernández, L. (2001). Adaptaciones cardiovasculares del deportista. 2do Congreso Virtual de Cardiología.  
<http://www.fac.org.ar/scvc/llave/exercise/serrato1/serratoe.htm#>). Federación Argentina de Cardiología.

Helgerud, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. Medicine & Science in Sports & Exercise.

Krustrup, P. (2005). Physical demands during an elite female soccer game: importance of training status. Med Sci Sports Exerc.

Krustrup, P., Mohr, M., Amstrup, T., Rysgaard T., Johansen J., Steensberg A., Pedersen P., Bangsbo J. (2003). The yo-yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. Med Sci Sports Exerc.

Kenney, L. Manual ACSM para la valoración y prescripción del ejercicio. Paidotribo

Brown, L. (2008). Adaptaciones al entrenamiento aeróbico. En. Baechle, Manual NSCA fundamentos del entrenamiento personal. Paidotribo.

Lopez Chicharro. (2013). La intensidad en el ejercicio aeróbico. Fisiología del entrenamiento aeróbico. Médica panamericana.

López, M. (2010). Curso superior de entrenamiento en fútbol. Evaluación de la condición física del futbolista. Grupo Sobreentrenamiento.

Metral, G. (2010). Curso superior de entrenamiento en fútbol. Grupo Sobreentrenamiento.

Rampinini, E., Bishop, D., Marcora, S., & Bravo, D. (2007). Validity of Simple Field Tests as Indicators of Match-Related Physical Performance in Top-Level Professional Soccer Players. *International Journal of Sports Medicine*.

Rodriguez, V., López, C., & Mesana. (2008). El sistema esquelético y sus articulaciones. En Izquierdo, M. *Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física y el deporte* (pág. 53). Medica panamericana.

Santalla Hernandex alfredo, P. R. (2011). Sistema cardiovascular y respiratorio: bases fisiológicas, respuestas y adaptaciones al ejercicio. En Naclerio, F. *Entrenamiento deportivo* (págs. 21-31). Medica panamericana.

Smaros, G. (1980). Energy usage during a football match. In *Proceedings of the 1st International Congress on Sports Medicine Applied to Football*. Roma.

## Anexo I

### **Fórmulas para estimar el Vo2max**

Es aconsejable utilizar las formulas desarrolladas por Stickland & col. (2003), que introducen el sexo como variable para alcanzar mayor fiabilidad (López, 2010).

$$VO_{2max} = -24.4 + 6.0 (VE) \text{ (Léger \& col., 1988).}$$

$$VO_{2max} (>18 \text{ años}) = (5.857 * VE) - 19.458 \text{ (Léger \& col., 1988).}$$

$$VO_{2max} (6 \text{ a } 18 \text{ años}) = 31.025 + (3.238 * VE) - (3.248 * E) + (0.1536 * VE * E) \text{ (Léger \& col., 1988).}$$

$$VO_{2max} = -32.678 + 6.592 * VE \text{ (Léger \& Gadoury, 1989).}$$

$$VO_{2max} (\text{Mujeres } 18 \text{ a } 38 \text{ años}) = 2.85 (VE) + 25.1 \text{ (r } 0.81\text{- r}^2 0,66) \text{ error estándar } 3.64 \text{ ml.kg.min}^{-1} \text{ (Stickland \& col., 2003).}$$

$$VO_{2max} (\text{Hombres } 18 \text{ a } 38 \text{ años}) = 2.75 (VE) + 28.8 \text{ (r}^2 0.77 \text{ r } 0.88) \text{ error estándar } 3.64 \text{ ml.kg.min} \text{ (Stickland \& col., 2003).}$$

Donde:

- El VO<sub>2</sub>max viene expresado en ml·kg·min.
- “VE” es la velocidad de carrera alcanzada en el último estadio completado por el jugador expresada en km.h<sup>-1</sup>.
- “E” la edad en años del futbolista.

Otra fórmula es la siguiente:

$$>18 \text{ años } VO_{2max} = (5,857 * VE) - 19,458$$

VeE: velocidad alcanzada por el deportista en el último estadio realizado de forma completa y expresado en km/h.

### **Fórmula para estimar la VAM (velocidad aeróbica máxima) de Bisciotti**

Según Casas (2008) citado en (López, 2010), es preferible utilizar el Course Navette para el cálculo indirecto de la VAM en deportes acíclicos como el fútbol. Teniendo en cuenta que la VEL final de este test es menor a la VAM.

$$=(1,502 * VE - 4,0109)$$

VE: velocidad del último estadio anunciado en Km/h

## Anexo II: Diseño de entrenamiento

### **Metodología de la pretemporada**

En la figura A1 se muestra el esquema general de la pretemporada. En la misma se pueden apreciar las zonas de trabajo para las diferentes cualidades físicas haciendo énfasis sobre los aspectos relacionados con la cualidad resistencia.

Mes		Febrero				Marzo			Abril		
Fecha		11 al 17	18 al 24	25 al 3	4 al 10	11 al 17	18 a 24	25 a 31	1 a 7	8 a 14	15 a 21
		Mesociclo 1 Adaptación Anatómica/hipertrofia aumento de R. Fza pesos medios(60-75%)				Mesociclo 2 Fza Máx-Fza Pot. Aum.Fmax.F-V (80-100/55-80%)			Meso3 FzaMax-FzaExplo AumFzamaxF-V(80-100/30-55%)		
Después Entrada calor	Fuerza Pesas/intensidad/Volumen	Evaluar	Pesas series 65% 8 rep	Pesas series 70% 10 rep	Pesas series 75% 8 rep	Pesas series 80% 6 rep 60%3	Pesas series 85% 4 rep 60%3	Pesas series 90% 2 rep 60%3	Pesas series 85% 4 rep 40%6	Pesas series85% 5 rep 40%6	Pesas series85% 2 40%6
Después Entrada calor	Resistencia	Evaluación	Capac A	Capac A	Pot. A	ITA	Bosco25	Bosco25	RSA	RSA	ITA
									c cambios direccion	ITA	
			Capac A	Pot. A	Pot.a	ITAI	ITA	ITAI	ITA	trab pelota	Pot.Aer
Después Entrada calor	Velocidad	Evaluación				Frec-ampl	Frec-ampl	Frec-ampl	Trineo Pot	Trineo Pot	Trineo Pot
						MaxParacai	MaxParacai	MaxParacai	VelFacilita	VelFacilita	VelFacilita
						TrineFzaMax	TrineFzaMax	TrineFzaMax	Vel acel	Vel acel	Vel acel
						Vel reacción	Vel reacción	Vel reacción	Agilidad	Agilidad	Agilidad
Después Entrada calor	Saltos	Evaluación				Nivel 0 200	Nivel 1 250	Nivel 2 150	Nivel 2 200	Nivel 2 250	Evaluar
									Nivel 2 200	Nivel 2 250	Nivel 2 150
Entrada Calor y después	Propiocep	Evaluación	Estable	Estable	Estable	Inestable	Inestable	Inestable	Esta-Inest	Esta-Inest	Esta-Inest
			Estático	Estático	Estático	Estático	Estático	Estático	Estático	Estático	Estático
			Dinámico	Dinámico	Dinámico	Dinámico	Dinámico	Dinámico	Dinámico	Dinámico	Dinámico
Entrada Calor y después	Core-Estabilidad	Alternar 3 ejercicios 2 series de cada uno									
Entrada Calor y después	Flexibilidad	Siempre en entrada en calor es dinámica o estática pocos segundos. Al final de la sesión flexibilidad estático- asistido prolongado 2 series de 15-20 seg por grupo muscular									

Figura A1. Esquema general de la pretemporada

## Primera semana

### Evaluaciones y resultados previos al programa de entrenamiento

En base a los datos que arrojaron los diferentes test se aplicaron las fórmulas correspondientes para obtener los resultados de los mismos (tabla A2).

Tabla A2. Resultados de diferentes variables en ambos test.

Nombre y apellido	Course Navette 13/2/2013 Leger-Estadio	Vel.Km/h último estadio completo	Vo2 ml-kg-min	Vam Km/h	Vam mts/seg	Yo-yo N 1 14 de feb2013 Recovery-Estadio
X	9,1	12	50,83	14,01	3,9	17,7
X	12,2	13,5	59,61	16,27	4,5	20,4
X	9,1	12	50,83	14,01	3,9	16,4
X	9,1	12	50,83	14,01	3,9	15,3
X	9,60	12	50,83	14,01	3,9	18,1
X	9,2	12	50,83	14,01	3,9	16,3
X	8,1	11,5	47,90	13,26	3,7	16,3
X	9,9	12	50,83	14,01	3,9	18,5
X	8,4	11,5	47,90	13,26	3,7	15,1
X	11,2	13	56,68	15,52	4,3	17,8
X	7,6	11	44,97	12,51	3,5	16,1
x	8,10	11,5	47,90	13,26	3,7	16,1
<b>Min</b>	<b>7,6</b>	<b>11,0</b>	<b>45,0</b>	<b>12,5</b>	<b>3,5</b>	<b>15,1</b>
<b>promedio</b>	<b>9,3</b>	<b>12,0</b>	<b>50,8</b>	<b>14,0</b>	<b>3,9</b>	<b>17,0</b>
<b>Máxima</b>	<b>12,2</b>	<b>13,5</b>	<b>59,6</b>	<b>16,3</b>	<b>4,5</b>	<b>20,4</b>

Antes de comenzar a detallar las sesiones de entrenamiento se exponen en la tabla A3 y A4 los tiempos (expresados en segundos) correspondientes a las diferentes distancias en función de la velocidad aeróbica máxima de los deportistas y los porcentajes de la misma. Lo que se hace en el plantel de aproximadamente 35 jugadores (entrenaba junto a la primera división la quinta división que es la categoría que le sigue) es separar en cuatro grupos contemplando las velocidades aeróbicas máximas extraídas de los resultados del test de Luc Leger. Esto permite que dos jugadores que obtuvieron un resultado similar en las pruebas se encuentren en el mismo grupo de trabajo, por lo que los porcentajes de las diferentes intensidades van a representar una carga similar en ambos deportistas. Ejemplo para diferentes VAM (velocidad aeróbica máxima):

Grupo 1: 4,5 m/seg.

Grupo 2: 4,2 m/seg.

Grupo 3: 3,9m/seg.

Grupo 4: 3,7m/seg.

**Tabla A3. Tiempos (expresados en segundos) correspondientes a las diferentes distancias en función de la velocidad aeróbica máxima de los deportistas y los porcentajes de la misma.**

Porcentaje	Pasadas en segundos					
	1000 mts	800 mts	600 mts	400 mts	200 mts	100 mts
<b>60%</b>						
Grupo 1	311,11	248,89	186,67	124,44	62,22	31,11
Grupo 2	333,33	266,67	200,00	133,33	66,67	33,33
Grupo 3	358,97	287,18	215,38	143,59	71,79	35,90
Grupo 4	378,38	302,70	227,03	151,35	75,68	37,84
<b>65%</b>						
Grupo 1	300,00	240,00	180,00	120,00	60,00	30,00
Grupo 2	321,43	257,14	192,86	128,57	64,29	32,14
Grupo 3	346,15	276,92	207,69	138,46	69,23	34,62
Grupo 4	364,86	291,89	218,92	145,95	72,97	36,49
<b>70%</b>						
Grupo 1	288,89	231,11	173,33	115,56	57,78	28,89
Grupo 2	309,52	247,62	185,71	123,81	61,90	30,95
Grupo 3	333,33	266,67	200,00	133,33	66,67	33,33
Grupo 4	351,35	281,08	210,81	140,54	70,27	35,14
<b>75%</b>						
Grupo 1	277,78	222,22	166,67	111,11	55,56	27,78
Grupo 2	297,62	238,10	178,57	119,05	59,52	29,76
Grupo 3	320,51	256,41	192,31	128,21	64,10	32,05
Grupo 4	337,84	270,27	202,70	135,14	67,57	33,78
<b>80%</b>						
Grupo 1	266,67	213,33	160,00	106,67	53,33	26,67
Grupo 2	285,71	228,57	171,43	114,29	57,14	28,57
Grupo 3	307,69	246,15	184,62	123,08	61,54	30,77
Grupo 4	324,32	259,46	194,59	129,73	64,86	32,43
<b>85%</b>						
Grupo 1	255,56	204,44	153,33	102,22	51,11	25,56
Grupo 2	273,81	219,05	164,29	109,52	54,76	27,38
Grupo 3	294,87	235,90	176,92	117,95	58,97	29,49
Grupo 4	310,81	248,65	186,49	124,32	62,16	31,08
<b>90%</b>						
Grupo 1	244,44	195,56	146,67	97,78	48,89	24,44
Grupo 2	261,90	209,52	157,14	104,76	52,38	26,19
Grupo 3	282,05	225,64	169,23	112,82	56,41	28,21
Grupo 4	297,30	237,84	178,38	118,92	59,46	29,73
<b>95%</b>						
Grupo 1	233,33	186,67	140,00	93,33	46,67	23,33
Grupo 2	250,00	200,00	150,00	100,00	50,00	25,00
Grupo 3	269,23	215,38	161,54	107,69	53,85	26,92
Grupo 4	283,78	227,03	170,27	113,51	56,76	28,38

100%	1000 mts	800 mts	600 mts	400 mts	200 mts	100 mts
Grupo 1	222,22	177,78	133,33	88,89	44,44	22,22
Grupo 2	238,10	190,48	142,86	95,24	47,62	23,81
Grupo 3	256,41	205,13	153,85	102,56	51,28	25,64
Grupo 4	270,27	216,22	162,16	108,11	54,05	27,03

**Tabla A4. Tiempos (expresados en segundos) correspondientes a las diferentes distancias en función de la velocidad aeróbica máxima de los deportistas y los porcentajes de la misma.**

105%	1000 mts	800	600	400	200	100
grupo1	211,11	168,89	126,67	84,44	42,22	21,11
grupo2	226,19	180,95	135,71	90,48	45,24	22,62
grupo3	243,59	194,87	146,15	97,44	48,72	24,36
grupo4	256,76	205,41	154,05	102,70	51,35	25,68
110%	1000,00	800,00	600,00	400,00	200,00	100,00
grupo 1	200,00	160,00	120,00	80,00	40,00	20,00
grupo 2	214,29	171,43	128,57	85,71	42,86	21,43
grupo 3	230,77	184,62	138,46	92,31	46,15	23,08
grupo 4	243,24	194,59	145,95	97,30	48,65	24,32
115%	1000,00	800,00	600,00	400,00	200,00	100,00
grupo 1	188,89	151,11	113,33	75,56	37,78	18,89
grupo 2	202,38	161,90	121,43	80,95	40,48	20,24
grupo 3	217,95	174,36	130,77	87,18	43,59	21,79
grupo 4	229,73	183,78	137,84	91,89	45,95	22,97

En la tabla número A5 se establecen los porcentajes por encima del 100% de la VAM para trabajar las zonas de entrenamiento específicas de la resistencia, es decir los trabajos intermitentes.

**Tabla A5. Porcentajes por encima del 100% de la VAM y metros por segundo.**

VAM%(m/s)	100%	105	110	115	120	125	130	135	140
Grupo 1	4,5	4,73	4,96	5,21	5,47	5,74	6,03	6,33	6,65
Grupo 2	4,2	4,41	4,63	4,86	5,11	5,36	5,63	5,91	6,21
Grupo 3	3,9	4,10	4,30	4,51	4,74	4,98	5,23	5,49	5,76
Grupo 4	3,7	3,89	4,08	4,28	4,50	4,72	4,96	5,21	5,47



**Tabla A6. Programa de entrenamiento**

Núm de Sem	Contenidos y dosis en función de los días de la semana					
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	sábado
1			<ul style="list-style-type: none"> <li>•Test de Leger</li> <li>•Sit and reach (flexión de tronco)</li> <li>•Flexibilidad de hombros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Yo-Yo de recuperación intermitente nivel uno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Test Squat Jump</li> <li>•Test Abalakov</li> </ul>	Des
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Sup</li> <li>•Vol:7200M</li> <li>• 6 Pas de 800M</li> <li>• 4 Pas de 600M</li> <li>•Int: 80% VAM</li> <li>•Mic: 2'</li> <li>•Mac: 3'</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Trab de fza en zona de fza Resist o Hip</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Sup</li> <li>•Vol: 7800M</li> <li>• 6 Pas de 800M</li> <li>• 5 Pas de 600M</li> <li>•Int: 80% VAM</li> <li>•Mic: 1'30"</li> <li>•Mac: 3'</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Trab de fza en zona de fza Resist o Hip</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Reg</li> <li>•Rec</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•ITA Lineal</li> <li>•Vol: 2900M</li> <li>•15 Pas de 10"Tx10"P</li> <li>• 15 Pas de15"Tx 15"P</li> <li>•15 Pas de 20"Tx20"P</li> <li>•Int: 100%VAM</li> </ul>

3	<ul style="list-style-type: none"> <li>•RSA Lineal</li> <li>•Vol: 900M</li> <li>•3 Ser de 10 Rep de 30M</li> <li>•Int: Max Vel</li> <li>•Mic: 15"</li> <li>•Mac: 5'</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Trab de fza en zona de fza</li> <li>Resist o Hip</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pot Aero</li> <li>•Vol: 3000 M</li> <li>•15 Pas de 200M</li> <li>•Int: 100% VAM</li> <li>•Mic: 1'30"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Trab de fza en zona de fza</li> <li>Resist o Hip</li> </ul>	Des	Des
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pot Aero</li> <li>•Vol:4000M</li> <li>•8Pas de 400M</li> <li>•4Pas de 200M</li> <li>•Int: 95% VAM</li> <li>•Mic: 1'</li> <li>•Mac: 3'</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Trab de fza en zona de fza</li> <li>Resist o Hip</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pot Aero</li> <li>•Vol:4000M</li> <li>•8Pas de 400M</li> <li>•4Pas de 200M</li> <li>•Int: 95% VAM</li> <li>•Mic: 45"</li> <li>•Mac: 3'</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Trab de fza en zona de fza</li> <li>Resist o Hip</li> </ul>	Des	Des
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>•ITA Lineal</li> <li>•Vol: 7500M</li> <li>•20 Pas de 30"Tx30"P</li> <li>•20 Pas de 20"Tx20"P</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Trab de fza en zona de fza</li> <li>Máx</li> <li>•Trab de Vel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•ITAI Lineal</li> <li>•Vol: 2300M</li> <li>•18 Pas de 10"Tx20"P</li> <li>•17 Pas de 7"Tx21"P</li> <li>•17 Pas de 5"Tx15"P</li> <li>•Int: 125%VAM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Trab de fza en zona de fza</li> <li>Pot</li> <li>•Trab de Vel</li> </ul>	Des	Des

	<ul style="list-style-type: none"> <li>●20 Pas de 15"Tx15"P</li> <li>●20 Pas de 10"Tx10"P con un cambio de dirección de 90 grados</li> <li>●Int: 100%VAM</li> </ul>					
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>●ITA Lineal</li> <li>●Vol: 2500M</li> <li>●20 Pas de 10"Tx10"P</li> <li>●20 Pas de 15"Tx15"P</li> <li>●Int: 100% VAM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Trab de fza en zona de fza Máx</li> <li>●Trab de Vel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Part de Fútbol Amis solo algunos jugadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●CCVV Mod</li> <li>●Duración total: 25'</li> <li>●Alternando aceleraciones máximas con un trote "liviano"</li> <li>● 1'50" de trote, 3" D Max Vel, 30" de trote, 6" D Max Vel, 1'10" de trote 9"de Max Vel y se repite hasta completar los 25'</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Trab de fza en zona de fza Pot</li> <li>●Trab de Vel</li> </ul>	Des
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Trab de fza en zona de fza Máx</li> <li>●Trab de Vel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●ITAI Lineal</li> <li>●Vol: 2000M</li> <li>●15 Pas de 10"Tx20"P</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Trab fza en zona de fza Pot</li> <li>●Trab de Vel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Part de Fútbol Amis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Des</li> </ul>	●Des

		<ul style="list-style-type: none"> <li>•15 Pas de 7"Tx21"P</li> <li>•15 Pas de 5"Tx15"P</li> <li>•Int: 130%VAM</li> </ul>				
8	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Des</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•RSA Lineal</li> <li>•Vol: 1080M</li> <li>•3 Ser de 12 Rep de 30M</li> <li>•Int: Max Vel</li> <li>•Mic: 10"</li> <li>•Mac:4'</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Preventivos</li> <li>•Propiocepción</li> <li>•Zona media</li> <li>•Core</li> <li>•Flex</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Trab de fza en zona de fza máx</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Part de Fútbol Amis</li> </ul>	
9	<ul style="list-style-type: none"> <li>•RSA con dos cambios de dirección de 45 grados</li> <li>•Vol: 1350M</li> <li>•3 Ser de 15 Rep de 30M</li> <li>•Int: max Vel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Trab de fza en zona de fuerza máxima</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Práctica de Fútbol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Trab de coor y Vel con y sin pelota</li> </ul>	Des	Primera Fecha del torneo

	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Mic: 10''</li> <li>•Mac:3'</li> </ul>					
--	---	--	--	--	--	--

Referencias. Núm: número, Sem: semana, VAM: velocidad aeróbica máxima, Vol: volumen (distancia expresada en metros), Int: intensidad, Pas: pasadas, '' : segundos, ': minutos, Mic: micropausa, Mac: macropausa, ITA: intermitente aeróbico, ITAI: intermitente de alta intensidad, T: trabajo, P: pausa, RSA: repeat sprint ability, Ser: series, Rep: repeticiones, M: metros, Max Vel: máxima velocidad, Pau: pausa, Pot Aer: potencia aeróbica, Sup: superaeróbico, CCVV Mod: Carrera continúa con variación de velocidades modificado, Part: partido, Fút: fútbol, Amis: amistoso, Des: descanso, Trab: trabajos, Coor: coordinación, Vel: velocidad, Fza: fuerza, Pot: potencia, Máx: máxima, Flex: flexibilidad, Resis: resistencia, Hip: hipertrofia, Reg: regenerativo, Rec: recreativo.

## Decima semana de entrenamiento en adelante

Las semanas siguientes se reevaluaron los test de Luc Leger y Yo-Yo de recuperación intermitente nivel uno. En cuanto a las cargas físicas de la resistencia se empleó un estímulo semanal de alguna de las zonas de entrenamiento de la resistencia nombradas con anterioridad (potencia aeróbica, intermitente aeróbico, intermitente de alta intensidad y RSA) y de forma alternada es decir una semana RSA, otra semana Intermitente aeróbico, otra potencia aeróbica, otra intermitente de alta intensidad, otra se aplicó la modificación de la propuesta de Bosco de carrera continua con variación de la velocidad. Estos estímulos se realizaron con volúmenes muy inferiores a los presentados en la pretemporada ya que se realizaban en periodo competitivo como cargas de mantenimiento o leve mejoría de los valores obtenidos en la pretemporada.

## Anexo III: Resultados de los test estadísticos

```
Call:
lm(formula = CNAV ~ T, data = datos)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-1.8417 -0.6167 -0.1708  0.3646  2.9000

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  8.2583     0.7486   11.03 1.96e-10 ***
T              1.0417     0.4735    2.20  0.0386 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.16 on 22 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.1803, Adjusted R-squared:  0.1431
F-statistic: 4.841 on 1 and 22 DF, p-value: 0.0386

> lm2 <- lm(VO2 ~ T, data=datos)
> summary(lm2)

Call:
lm(formula = VO2 ~ T, data = datos)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-5.857 -2.684  0.000  0.244  8.786

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  48.142     2.241   21.483 2.97e-16 ***
T              2.684     1.417    1.894  0.0714 .
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 3.472 on 22 degrees of freedom  
Multiple R-squared: 0.1402, Adjusted R-squared: 0.1011  
F-statistic: 3.588 on 1 and 22 DF, p-value: 0.07144

```
> lm3 <- lm(VAM ~ T, data=datos)  
> summary(lm3)
```

Call:  
lm(formula = VAM ~ T, data = datos)

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.41722	-0.19123	0.00000	0.01738	0.62583

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	3.7013	0.1596	23.187	<2e-16 ***
T	0.1912	0.1010	1.894	0.0714 .

---  
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.2473 on 22 degrees of freedom  
Multiple R-squared: 0.1402, Adjusted R-squared: 0.1011  
F-statistic: 3.588 on 1 and 22 DF, p-value: 0.07144

```
> lm4 <- lm(YOYO ~ T, data=datos)  
> summary(lm4)
```

Call:  
lm(formula = YOYO ~ T, data = datos)

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.1500	-0.9750	-0.7083	0.8667	3.3917

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	14.7667	1.1362	13.00	8.46e-12 ***
T	2.2417	0.7186	3.12	0.00499 **

---  
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.76 on 22 degrees of freedom  
Multiple R-squared: 0.3067, Adjusted R-squared: 0.2752  
F-statistic: 9.732 on 1 and 22 DF, p-value: 0.004991