



# Universidad Interamericana de Puerto Rico

*Recinto Metropolitano*

Fisiología del Ejercicio

SEFR 417

Prof. Edgar Lopategui

## EXPERIMENTO DE LABORATORIO # 8

PREDICCIÓN DEL CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO

LA PRUEBA DE ASTRAND Y RHYMING

### I. PROPOSITOS

1. Demostrar y evaluar pruebas modernas que miden la capacidad cardiorespiratoria (aeróbica).
2. Estimar el consumo máximo de oxígeno (capacidad aeróbica).

### II. EQUIPO REQUERIDO

1. Cicloergómetro.
2. Metrónomo.
3. Estetoscopio.
4. Cronómetro o reloj.

### III. FUNDAMENTOS TEORICOS DEL EXPERIMENTO

El término aptitud física implica la habilidad de hacer ajustes fisiológicos adecuados a las cargas impuestas por una tarea específica. Los investigadores han encontrado que una buena capacidad cardiorespiratoria es el factor fisiológico más importante; su deficiencia es un alto riesgo para estar expuesto a las cardiopatías coronarias.

La prueba que se considera la mejor para medir los efectos cardiovasculares agudos del ejercicio es la prueba del consumo máximo de oxígeno o la prueba de máxima capacidad aeróbica. Esta prueba mide la cantidad máxima del consumo de oxígeno que obtienen las células activas durante el ejercicio, es decir, la cantidad máxima de oxígeno que puede ser extraído de la sangre y utilizado efectivamente por las células activas. Mediante el uso de pruebas submáximas y la medición de la frecuencia cardíaca durante dichas pruebas, se puede estimar con aceptable validez el consumo máximo de oxígeno.

Las bases teóricas de todas estas pruebas submáximas de basan en las relaciones existentes entre la frecuencia cardíaca, carga de trabajo y el consumo de oxígeno.

### IV. PROCEDIMIENTO

#### A. Medidas Preparatorias

##### 1. Instrucciones al sujeto:

##### a. El día anterior a la prueba:

- 1) Las condiciones de la noche anterior a la prueba y durante el día de la prueba deben ser lo más normal posible (dormir bien, no ingerir alcohol, etc.).
- 2) El sujeto debe traer o poseer un atuendo adecuado para realizar la prueba (zapatos cómodos de ejercicio, pantalones cortos, camisa ventilable y las mujeres usar un brassiere que ofrezca apoyo adecuado para la prueba).

##### b. Durante las horas previas el día de la prueba:

- 1) El sujeto debe abstenerse de una actividad física energética dos horas antes de la prueba de trabajo.
  - 2) No se debe realizar la prueba antes de una hora después de una comida ligera o de 2 a 3 horas después de una comida mas pesada.
  - 3) El sujeto de la prueba no debe fumar durante la última hora anterior al comienzo de la prueba.
- c. La prueba no debe llevarse a cabo si el sujeto tiene fiebre o sufre de alguna infección.
2. Registra el peso, la edad y el sexo del sujeto.
  3. Ajusta la altura del asiento del cicloergómetro:  
La altura del sillín se graduará de manera tal que el sujeto, sentado con el pedal en su posición mas baja, quede con una discreta flexión de la rodilla.
  4. Determina la carga inicial para el sujeto:
    - a. Individuos sedentarios y en mala condición física:
      - 1) 1 kp (300 kpm/min) para mujeres.
      - 2) 2 kp (600 kpm/min) para varones.
    - b. Individuos activos y acondicionados:
      - 1) 2 kp (600 kpm/min) para mujeres.
      - 2) 3 kp (900 kpm/min) para varones.
    - c. Utilice el nomograma para estimar la carga inicial de trabajo para hombres (véase Figura 1). Esto debe realizarse el día antes de la prueba:
      - 1) Ejercita al sujeto en el cicloergómetro durante un minuto a una carga de trabajo de 600 kpm/min.
      - 2) Inmediatamente después del minuto, palpe la arteria carótida o radial y cuente el número de latidos durante 10 segundos y luego lo multiplica por 6 para adquirir el pulso por minuto.
      - 3) Utilizado la Figura 1, coloque una línea recta que conecte la frecuencia cardíaca durante 1-min de ejercicio (eje izquierdo) con el peso corporal del individuo (eje derecho).
      - 4) Lea la carga de trabajo inicial estimada en el punto por donde pase la línea en la escala del centro.
  5. Prepare una práctica/calentamiento para la prueba:
    - a. Coloca el metrónomo a 100 latidos/minuto.
    - b. Con el sujeto sentado en el cicloergómetro, pero sin tocar los pedales, coloca la marca roja en la pesa del péndulo de forma tal que lea "0" en la escala.
    - c. Instruye al sujeto a que realice una revolución completa del pedal por cada 2 latidos del metrónomo. Esto provee una cadencia de 50 revoluciones por minuto (50 rpm).

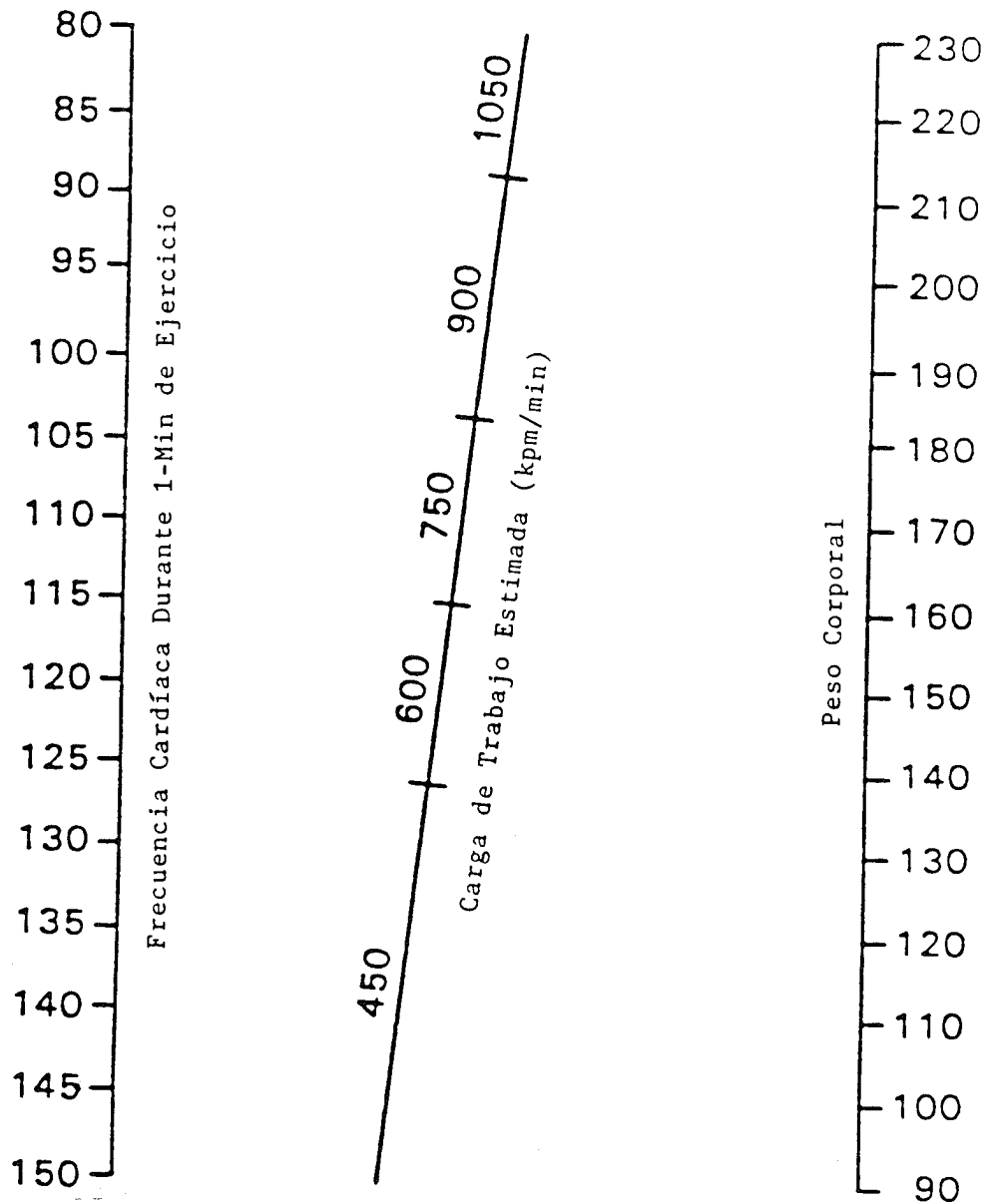


Figura 1

Nomograma para Estimar la Carga Inicial de Trabajo en Varones  
(Tomado de Heyward: Design for Fitness: Guide to Physical Fitness Appraisal & Exercise Prescription. Minneapolis: Burgess, 1984, 206 págs.)

- d. Si en vez del metrónomo se utiliza el velocímetro, instruye al sujeto a que pedalee sin resistencia hasta que el indicador del velocímetro marque 50 rpm.
- B. Administración de la Prueba
1. Prepara el reloj y/o cronómetro.
  2. Instruye al sujeto para que comience el pedaleo a 50 rpm.
  3. Coloque la primera carga de trabajo (es importante que la carga de traba-

- jo produzca una frecuencia cardíaca entre 130 y 150 latidos/min) y active el reloj.
4. Cada etapa de trabajo tendrá una duración de 6 minutos.
  5. Toma y registra la frecuencia cardíaca durante los últimos 15-20 segundos de cada minuto del ejercicio:
    - a. Utiliza la arteria radial (debajo de la mandíbula, sin apretar muy fuerte) o mediante auscultación (estetoscopio) sobre el pecho.
    - b. Toma el tiempo para 30 pulsaciones (comienza el cronómetro en la pulsación "0").
    - c. Utilizando la Tabla 2 (véase Anexo C), el tiempo registrado para 30 pulsaciones puede ser convertido en frecuencia cardíaca por minuto.
    - d. De igual manera se puede utilizar la Tabla 3 (véase Anexo D), para convertir el tiempo de 20 pulsaciones en frecuencia cardíaca por minuto.
  6. Si las frecuencias cardíacas registradas durante el 5to y 6to minuto difieren en más de 5 latidos, extiende el ejercicio un minuto adicional (y toma de nuevo la frecuencia cardíaca) o hasta que se alcance un valor menor de 5 latidos/min (con el fin de alcanzar un estado estable).
  7. Si la frecuencia cardíaca es menor de 130 latidos/min al final de la prueba, se debe añadir otra etapa de 6 minutos a la prueba, utilizando un aumento de 300 kpm/min a la carga de trabajo inicial.
  8. Termina la prueba cuando:
    - a. El sujeto alcance una frecuencia cardíaca entre 130 y 150 al finalizar 6 minutos de ejercicio.
    - b. Se presenten signos y síntomas de respuestas inadecuadas hacia el ejercicio.
  9. Al finalizar la prueba, la resistencia del cicloergómetro se baja a "0" kp y el sujeto sigue pedaleando lentamente hasta que la frecuencia cardíaca alcance un valor menor de 100 latidos/min.

## V. RESULTADOS

### A. Predicción del Consumo de Oxígeno Máximo ( $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ )

#### 1. Método 1:

Utilizando las Tablas 4 y 5 (para hombres y mujeres respectivamente) estima el  $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$  del sujeto:

- a. Registra en la Tabla 1 la carga de trabajo que obtuvo el sujeto al finalizar la prueba (la que se necesitó para producir una frecuencia cardíaca entre 120 y 170 latidos/min).
- b. Determina el promedio de la frecuencia cardíaca para los dos (2) últimos minutos de trabajo. Anota este valor en la Tabla 1.
- c. Observando las Tablas 4 (hombres) ó 5 (mujeres), lee hacia abajo en la columna vertical que indica el ritmo cardíaco, la frecuencia cardíaca según fue determinada en el renglón b que corresponda a la columna de

la carga de trabajo alcanzada al finalizar la prueba (renglón a). El número interceptado es el consumo máximo de oxígeno estimado ( $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ ) en litros/min (valor absoluto). Interpola si es necesario. Registra dicho valor en la Tabla 1.

- d. Corrige el valor obtenido de las Tablas 4 ó 5 (según corresponda), i.e., del renglón c, con el factor de edad (véase Tabla 6), multiplicando el valor del  $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$  estimado en litros/min (del renglón c) por el factor de edad dado en la Tabla 6; si es necesario, interpola. Anota el resultado en la Tabla 1.
- e. Calcula el consumo de oxígeno máximo relativo, i.e., expresado en mililitros de oxígeno por kilogramo del peso corporal por minuto ( $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ , ml/kg-min):

1) Utiliza la siguiente fórmula para dicho cálculo:

$$\dot{V}O_{2m\acute{a}x}, \text{ ml/kg-min} = \frac{(\dot{V}O_{2m\acute{a}x}, \text{ litros/min}) \times (1000 \text{ ml/litros})}{\text{Peso Corporal, kg}}$$

NOTA: Para convertir libras (lb) a kilogramos (kg), divida entre 2.2 (1 kg = 2.2 lb) o utilice la Tabla 7.

2) Como alternativa, se puede utilizar la Tabla 8-a o 8-b.

- f. Busca la clasificación de aptitud del sujeto (véase Tabla 9-a y 9-b).
- g. Anote estos resultados en la Tabla 1.

## 2. Método 2:

El consumo de oxígeno máximo previsto ( $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ ) puede ser estimado también utilizando el nomograma de la figura 2 (véase Anexo G):

- a. Traza una línea recta que conecte la frecuencia del pulso (promedio de la frecuencia cardíaca para los dos últimos minutos de trabajo) del eje izquierdo con el efecto (carga de trabajo que obtuvo el sujeto al finalizar la prueba), localizado en el eje derecho.
- b. Lea el consumo máximo de oxígeno l/min en el punto donde intersectan la línea recta y la escala del centro (entre los dos ejes de los extremos).
- c. Siga los pasos d y e del método 1 para estimar el consumo de oxígeno máximo relativo (ml/kg-min).
- d. Determine la clasificación del sujeto utilizando las Tablas 9-a y 9-b.
- e. Anote estos resultados en la Tabla 1 (si no utilizó el método 1).

## VI. REFERENCIAS

1. Astrand, I., "Aerobic Work Capacity in Men and Women with Special Reference to Age". Acta Physiologica Scandinava. 49 (supplementum 169:51), 1960. Págs. 45-60.
2. Astrand, Per-Olof. Ergometry - Test of "Physical Fitness". Varberg, Sweden: Monark-Crescent AB. 35 págs.
3. Astrand, Per-Olof y Kaare Rodahl. Fisiología del Trabajo Físico: Bases Fisiológicas del Ejercicio. 2da. ed.; Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana, 1985. 488 págs.

4. Cooper, Kenneth H. The Aerobics Way. New York: Batam Books, Inc., 1977.
5. De Vries, Herbert A. Laboratory Experiments in Physiology of Exercise. Dubuque, Iowa: Wm C. Brown, 1971. 139 págs.
6. Heyward, Vivian H. Designs for Fitness: A Guide to Physical Fitness Appraisal and Exercise Prescription. Minnesota: Burgess Publishing Co., 1984.
7. Magel, John y William McArdle. Laboratory Experiments in Exercise Physiology. New York: Queens College of the City University of New York, 1976. 56 págs.
8. Shaver, Larry G. Experiments in Physiology of Exercise. Minneapolis: Burgess Publishing Company, 1973. 172 págs.
9. Sinning, Wayne E. Experiments and Demonstrations in Exercise Physiology. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1975. 162 págs.
10. Tunturi Ergometer W. Finland: TUNTURIPYÖRÄ OY, 583.103.79 Painoprisma Oy. 30 págs.

Experimento # 8

Anexo A

HOJA PARA RECOLECTAR LA DATA

Fecha:   /  /    
DIA MES AÑO

Nombre \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_\_ Sexo: M \_\_\_ F \_\_\_

Hora: \_\_\_\_\_ A.M.  
P.M.

Peso: lb \_\_\_\_\_ kg \_\_\_\_\_ Altura: pulg \_\_\_\_\_ cm \_\_\_\_\_ Temperatura: °F. \_\_\_\_\_ °C. \_\_\_\_\_

Frecuencia Cardíaca: Sentado \_\_\_\_\_ lat/min Presión Arterial: Sentado \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
De Pie \_\_\_\_\_ lat/min De Pie \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Frecuencia Cardíaca Máxima (Prevista: 220 - Edad): \_\_\_\_\_ latidos/minuto

85% de la FCmáx. \_\_\_\_\_ 75% de la FCmáx. \_\_\_\_\_ 65% de la FCmáx. \_\_\_\_\_

Administrador de la Prueba: \_\_\_\_\_

Protocolo de la Prueba: La Prueba de Astrand y Rhyming:

Pruebas Realizadas	Duración (Minutos)	Carga de Trabajo (kpm/min.)	Frecuencia Cardíaca (latidos/min)	Presión Arterial (mm. Hg)
1	1			/
	2			/
	3			/
	4			/
	5			/
	6			/
2	1			/
	2			/
	3			/
	4			/
	5			/
	6			/
3	1			/
	2			/
	3			/
	4			/
	5			/
	6			/

Tabla 1  
 Tabulación de los Datos Para Determinar  
 El Consumo de Oxígeno Máximo

Pruebas Realizadas	1	2	3
CARGA DE TRABAJO AL FINALIZAR LA PRUEBA (kpm/min)			
PROMEDIO DE LA FRECUENCIA CARDIACA (5to y 6to min)			
$\dot{V}O_2$ máx (litros/min)			
Factor De Edad			
$\dot{V}O_2$ máx (litros/min) CORREGIDO POR EDAD			
$\dot{V}O_2$ máx (ml/kg-min)			
Clasificación:			
Tabla -a			
Tabla -b			



Tabla 2

Anexo C

Tabla Para la Conversión del Tiempo Para 30 Latidos  
En Frecuencia Cardíaca por Minuto

Tiempo	F.C.	Tiempo	F.C.	Tiempo	F.C.
22.0 seg.	82/min.	17.3 seg.	104/min.	12.6 seg.	143/min.
21.9	82	17.2	105	12.5	144
21.8	83	17.1	105	12.4	145
21.7	83	17.0	106	12.3	146
21.6	83	16.9	107	12.2	148
21.5	84	16.8	107	12.1	149
21.4	84	16.7	108	12.0	150
21.3	85	16.6	108	11.9	151
21.2	85	16.5	109	11.8	153
21.1	85	16.4	110	11.7	154
21.0	86	16.3	110	11.6	155
20.9	86	16.2	111	11.5	157
20.8	87	16.1	112	11.4	158
20.7	87	16.0	113	11.3	159
20.6	87	15.9	113	11.2	161
20.5	88	15.8	114	11.1	162
20.4	88	15.7	115	11.0	164
20.3	89	15.6	115	10.9	165
20.2	89	15.5	116	10.8	167
20.1	90	15.4	117	10.7	168
20.0	90	15.3	118	10.6	170
19.9	90	15.2	118	10.5	171
19.8	91	15.1	119	10.4	173
19.7	91	15.0	120	10.3	175
19.6	92	14.9	121	10.2	176
19.5	92	14.8	122	10.1	178
19.4	93	14.7	122	10.0	180
19.3	93	14.6	123	9.9	182
19.2	94	14.5	124	9.8	184
19.1	94	14.4	125	9.7	186
19.0	95	14.3	126	9.6	188
18.9	95	14.2	127	9.5	189
18.8	96	14.1	128	9.4	191
18.7	96	14.0	129	9.3	194
18.6	97	13.9	129	9.2	196
18.5	97	13.8	130	9.1	198
18.4	98	13.7	131	9.0	200
18.3	98	13.6	132	8.9	202
18.2	99	13.5	133	8.8	205
18.1	99	13.4	134	8.7	207
18.0	100	13.3	135	8.6	209
17.9	101	13.2	136	8.5	212
17.8	101	13.1	137	8.4	214
17.7	102	13.0	138	8.3	217
17.6	102	12.9	140	8.2	220
17.5	103	12.8	141	8.1	222
17.4	103	12.7	142	8.0	225

Tabla 3

Tabla Para la Conversión del Tiempo Para 20 Latidos  
En Frecuencia Cardíaca por Minuto

TIEMPO	F.C.	TIEMPO	F.C.	TIEMPO	F.C.	TIEMPO	F.C.
20.0 seg.	60/min	16.3 seg.	74/min	12.6 seg.	95/min	9.0 seg.	133/min
19.9	60	16.2	74	12.5	96	8.9	135
19.8	61	16.1	75	12.4	97	8.8	136
19.7	61	16.0	75	12.3	98	8.7	138
19.6	61	15.9	75	12.2	98	8.6	140
19.5	62	15.8	76	12.1	99	8.5	141
19.4	62	15.7	76	12.0	100	8.4	143
19.3	62	15.6	77	11.9	101	8.3	145
19.2	63	15.5	77	11.8	102	8.2	146
19.1	63	15.4	78	11.7	103	8.1	148
19.0	63	15.3	78	11.6	103	8.0	150
18.9	63	15.2	79	11.5	104	7.9	152
18.8	64	15.1	79	11.4	105	7.8	154
18.7	64	15.0	80	11.3	106	7.7	156
18.6	65	14.9	81	11.2	107	7.6	158
18.5	65	14.8	81	11.1	108	7.5	160
18.4	65	14.7	82	11.0	109	7.4	162
18.3	66	14.6	82	10.9	110	7.3	164
18.2	66	14.5	83	10.8	111	7.2	167
18.1	66	14.4	83	10.7	112	7.1	169
18.0	67	14.3	84	10.6	113	7.0	171
17.9	67	14.2	85	10.5	114	6.9	174
17.8	67	14.1	85	10.4	115	6.8	176
17.7	68	14.0	86	10.3	116	6.7	179
17.6	68	13.9	86	10.2	117	6.6	182
17.5	69	13.8	87	10.1	118	6.5	185
17.4	69	13.7	88	10.0	120	6.4	188
17.3	69	13.6	88	9.9	121	6.3	190
17.2	70	13.5	89	9.8	122	6.2	194
17.1	70	13.4	89	9.7	124	6.1	197
17.0	71	13.3	90	9.6	125	6.0	200
16.9	71	13.2	91	9.5	126	5.9	203
16.8	71	13.1	92	9.4	128	5.8	207
16.7	72	13.0	92	9.3	129	5.7	211
16.6	72	12.9	93	9.2	130	5.6	214
16.5	73	12.8	94	9.1	132	5.5	218
16.4	73	12.7	94				

Tabla 4

Predicción del Consumo Máximo de Oxígeno Sobre la Base de la Frecuencia Cardíaca y Carga de Trabajo en el Cicloergómetro\*\*

\* APLICABLE PARA HOMBRES \*

Se Debe Corregir el Valor Para Tener en Cuenta La Edad Utilizando el Factor Dado en la Tabla 5

Ritmo car- díaco	Consumo máx. de oxígeno, litros/min.					Ritmo car- díaco	Consumo máx. de oxígeno, litros/min.				
	300 kpm/ min.	600 kpm/ min.	900 kpm/ min.	1200 kpm/ min.	1500 kpm/ min.		300 kpm/ min.	600 kpm/ min.	900 kpm/ min.	1200 kpm/ min.	1500 kpm/ min.
120	2.2	3.5	4.8			148		2.4	3.2	4.3	5.4
121	2.2	3.4	4.7			149		2.3	3.2	4.3	5.4
122	2.2	3.4	4.6			150		2.3	3.2	4.2	5.3
123	2.1	3.4	4.6			151		2.3	3.1	4.2	5.2
124	2.1	3.3	4.5	6.0		152		2.3	3.1	4.1	5.2
125	2.0	3.2	4.4	5.9		153		2.2	3.0	4.1	5.1
126	2.0	3.2	4.4	5.8		154		2.2	3.0	4.0	5.1
127	2.0	3.1	4.3	5.7		155		2.2	3.0	4.0	5.0
128	2.0	3.1	4.2	5.6		156		2.2	2.9	4.0	5.0
129	1.9	3.0	4.2	5.6		157		2.1	2.9	3.9	4.9
130	1.9	3.0	4.1	5.5		158		2.1	2.9	3.9	4.9
131	1.9	2.9	4.0	5.4		159		2.1	2.8	3.8	4.8
132	1.8	2.9	4.0	5.3		160		2.1	2.8	3.8	4.8
133	1.8	2.8	3.9	5.3		161		2.0	2.8	3.7	4.7
134	1.8	2.8	3.9	5.2		162		2.0	2.8	3.7	4.6
135	1.7	2.8	3.8	5.1		163		2.0	2.8	3.7	4.6
136	1.7	2.7	3.8	5.0		164		2.0	2.7	3.6	4.5
137	1.7	2.7	3.7	5.0		165		2.0	2.7	3.6	4.5
138	1.6	2.7	3.7	4.9		166		1.9	2.7	3.6	4.5
139	1.6	2.6	3.6	4.8		167		1.9	2.6	3.5	4.4
140	1.6	2.6	3.6	4.8	6.0	168		1.9	2.6	3.5	4.4
141		2.6	3.5	4.7	5.9	169		1.9	2.6	3.5	4.3
142		2.5	3.5	4.6	5.8	170		1.8	2.6	3.4	4.3
143		2.5	3.4	4.6	5.7						
144		2.5	3.4	4.5	5.7						
145		2.4	3.4	4.5	5.6						
146		2.4	3.3	4.4	5.6						
147		2.4	3.3	4.4	5.5						

\*\*Adaptado de: Astrand, Per-Olof y Kaare Rodahl. Fisiología del Trabajo Físico. 2da ed Buenos Aires: Panamericana, 1985. pág. 258.

Tabla 5

Predicción del Consumo Máximo de Oxígeno Sobre la Base de la Frecuencia Cardíaca y Carga de Trabajo en el Cicloergómetro\*\*

\* APLICABLE PARA MUJERES \*

Se Debe Corregir el Valor Para Tener en Cuenta la Edad, Utilizando el Factor Dado en la Tabla 5

Ritmo car- díaco	Consumo máx. de oxígeno, litros/min.					Ritmo car- díaco	Consumo máx. de oxígeno, litros/min.				
	300 kpm/ min.	450 kpm/ min.	600 kpm/ min.	750 kpm/ min.	900 kpm/ min.		300 kpm/ min.	450 kpm/ min.	600 kpm/ min.	750 kpm/ min.	900 kpm/ min.
120	2.6	3.4	4.1	4.8		148	1.6	2.1	2.6	3.1	3.6
121	2.5	3.3	4.0	4.8		149		2.1	2.6	3.0	3.5
122	2.5	3.2	3.9	4.7		150		2.0	2.5	3.0	3.5
123	2.4	3.1	3.9	4.6		151		2.0	2.5	3.0	3.4
124	2.4	3.1	3.8	4.5		152		2.0	2.5	2.9	3.4
125	2.3	3.0	3.7	4.4		153		2.0	2.4	2.9	3.3
126	2.3	3.0	3.6	4.3		154		2.0	2.4	2.8	3.3
127	2.2	2.9	3.5	4.2		155		1.9	2.4	2.8	3.2
128	2.2	2.8	3.5	4.2	4.8	156		1.9	2.3	2.8	3.2
129	2.2	2.8	3.4	4.1	4.8	157		1.9	2.3	2.7	3.2
130	2.1	2.7	3.4	4.0	4.7	158		1.8	2.3	2.7	3.1
131	2.1	2.7	3.4	4.0	4.6	159		1.8	2.2	2.7	3.1
132	2.0	2.7	3.3	3.9	4.5	160		1.8	2.2	2.6	3.0
133	2.0	2.6	3.2	3.8	4.4	161		1.8	2.2	2.6	3.0
134	2.0	2.6	3.2	3.8	4.4	162		1.8	2.2	2.6	3.0
135	2.0	2.6	3.1	3.7	4.3	163		1.7	2.2	2.6	2.9
136	1.9	2.5	3.1	3.6	4.2	164		1.7	2.1	2.5	2.9
137	1.9	2.5	3.0	3.6	4.2	165		1.7	2.1	2.5	2.9
138	1.8	2.4	3.0	3.5	4.1	166		1.7	2.1	2.5	2.8
139	1.8	2.4	2.9	3.5	4.0	167		1.6	2.1	2.4	2.8
140	1.8	2.4	2.8	3.4	4.0	168		1.6	2.0	2.4	2.8
141	1.8	2.3	2.8	3.4	3.9	169		1.6	2.0	2.4	2.8
142	1.7	2.3	2.8	3.3	3.9	170		1.6	2.0	2.4	2.7
143	1.7	2.2	2.7	3.3	3.8						
144	1.7	2.2	2.7	3.2	3.8						
145	1.6	2.2	2.7	3.2	3.7						
146	1.6	2.2	2.6	3.2	3.7						
147	1.6	2.1	2.6	3.1	3.6						

\*\*Adaptado de: Astrand, Per-Olof y Kaare Rodahl. Fisiología del Trabajo 2da ed Físico. Buenos Aires: Panamericana, 1985. pág. 258.

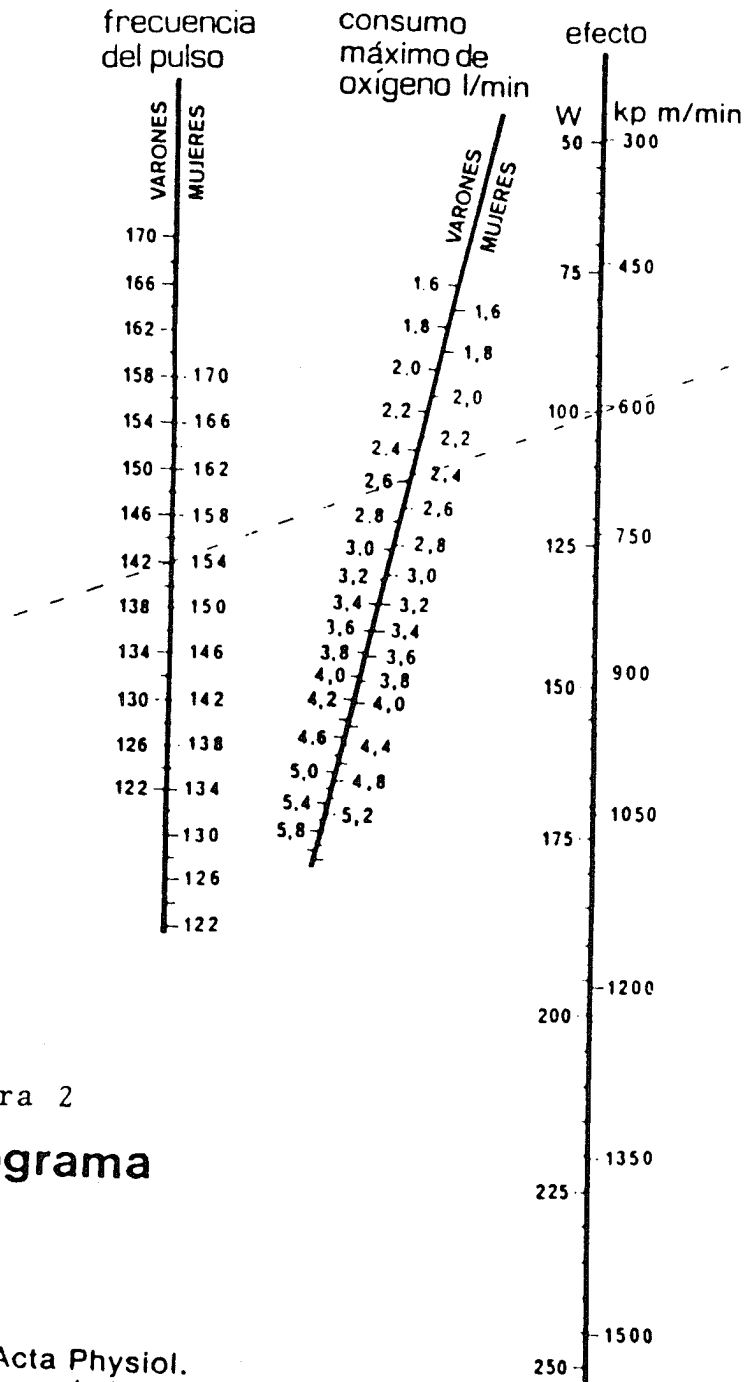


Figura 2  
Nomograma

Ref.  
I Astrand. Acta Physiol.  
Scand. 49 (suppl. 169). 1960.

Tabla 6

Factor a Utilizar Para Corregir El Consumo de Oxígeno Máximo Previsto Cuando El Sujeto Tiene de 30 Hasta 35 Años o Cuando se Conoce la Frecuencia Cardíaca Máxima del Sujeto. Se Debe Multiplicar El Factor Real Por El Valor Que Se Obtiene de la Tabla 4 ó 5 o Por El Valor Que Resulta de la Figura 2\*

<i>Edad</i>	<i>Factor</i>	<i>Frecuencia cardíaca máxima</i>	<i>Factor</i>
15	1.10	210	1.12
25	1.00	200	1.00
35	0.87	190	0.93
40	0.83	180	0.83
45	0.78	170	0.75
50	0.75	160	0.69
55	0.71	150	0.64
60	0.68		
65	0.65		

\* Adaptado de : Astrand, Per-Olof y Kaare Rodahl. Fisiología del Trabajo Físico. Buenos Aires: Panamericana, 1985. Pág. 259.

Tabla 7  
 Conversión del Peso Corporal en Libras al Peso Corporal  
 en Kilogramos

Peso Corporal		Peso Corporal	
Libras	Kilogramos	Libras	Kilogramos
110	50	168	76
112	51	170	77
115	52	172	78
117	53	174	79
119	54	179	80
121	55	181	81
123	56	183	82
126	57	185	83
128	58	187	84
130	59	190	85
132	60	192	86
134	61	194	87
137	62	196	88
139	63	198	89
141	64	201	90
143	65	203	91
146	66	205	92
148	67	207	93
150	68	209	94
152	69	212	94
154	70	214	96
157	71	216	97
159	72	218	98
161	73	220	99
163	74		
165	75		

Tabla 8-a

Calculo del Consumo de Oxígeno Máximo - ml/kg-min.\*

Peso Corporal Libras kg	Consumo de Oxígeno Máximo - litros/min.																								
	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9
110 50	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78
112 51	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	76
115 52	29	31	33	35	37	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	63	65	67	69	71	73	75
117 53	28	30	32	34	36	38	40	42	43	45	47	49	51	53	55	57	58	60	62	64	66	68	70	72	74
119 54	28	30	31	33	35	37	39	41	43	44	46	48	50	52	54	56	57	59	61	63	65	67	69	70	72
121 55	27	29	31	33	35	36	38	40	42	44	45	47	49	51	53	55	56	58	60	62	64	65	67	69	71
123 56	27	29	30	32	34	36	38	39	41	43	45	46	48	50	52	54	55	57	59	61	63	64	66	68	70
126 57	26	28	30	32	33	35	37	39	40	42	44	46	47	49	51	53	54	56	58	60	61	63	65	67	68
128 58	26	28	29	31	33	34	36	38	40	41	43	45	47	48	50	52	53	55	57	59	60	62	64	66	67
130 59	25	27	29	31	32	34	36	37	39	41	42	44	46	47	49	51	53	54	56	58	59	61	63	64	66
132 60	25	27	28	30	32	33	35	37	38	40	42	43	45	47	48	50	52	53	55	57	58	60	62	63	65
134 61	25	26	28	30	31	33	34	36	38	39	41	43	44	46	48	49	51	52	54	56	57	59	61	62	64
137 62	24	26	27	29	31	32	34	35	37	39	40	42	44	45	47	48	50	52	53	55	56	58	60	61	63
139 63	24	25	27	29	30	32	33	35	37	38	40	41	43	44	46	48	49	51	52	54	56	57	59	60	62
141 64	23	25	27	28	30	31	33	34	36	38	39	41	42	44	45	47	48	50	52	53	55	56	58	59	61
143 65	23	25	26	28	29	31	32	34	35	37	38	40	42	43	45	46	48	49	51	52	54	55	57	58	60
146 66	23	24	26	27	29	30	32	33	35	36	38	39	41	42	44	45	47	48	50	52	53	55	56	58	59
148 67	22	24	25	27	28	30	31	33	34	36	37	39	40	42	43	45	46	48	49	51	52	54	55	57	58
150 68	22	24	25	26	28	29	31	32	34	35	37	38	40	41	43	44	46	47	49	50	51	53	54	56	57
152 69	22	23	25	26	28	29	30	32	33	35	36	38	39	41	42	43	45	46	48	49	51	52	54	55	57
154 70	21	23	24	26	27	29	30	31	33	34	36	37	39	40	41	43	44	46	47	49	50	51	53	54	56
157 71	21	23	24	25	27	28	30	31	32	34	35	37	38	39	41	42	44	45	46	48	49	51	52	54	55
159 72	21	22	24	25	26	28	29	31	32	33	35	36	38	39	40	42	43	44	46	47	49	50	51	53	54
161 73	21	22	23	25	26	27	29	30	32	33	34	36	37	38	40	41	42	44	45	47	48	49	51	52	53
163 74	20	22	23	24	26	27	28	30	31	32	34	35	36	38	39	41	42	43	45	46	47	49	50	51	53
165 75	20	21	23	24	25	27	28	29	31	32	33	35	36	37	39	40	41	43	44	45	47	48	49	51	52
168 76	20	21	22	24	25	26	28	29	30	32	33	34	36	37	38	39	41	42	43	45	46	47	49	50	51
170 77	19	21	22	23	25	26	27	29	30	31	32	34	35	36	38	39	40	42	43	44	45	47	48	49	51
172 78	19	21	22	23	24	26	27	28	29	31	32	33	35	36	37	38	40	41	42	44	45	46	47	49	50
174 79	19	20	22	23	24	25	27	28	29	30	32	33	34	35	37	38	39	41	42	43	44	46	47	48	49
176 80	19	20	21	23	24	25	26	28	29	30	31	33	34	35	36	38	39	40	41	43	44	45	46	48	49
179 81	19	20	21	22	23	25	26	27	28	30	31	32	33	35	36	37	38	40	41	42	43	44	46	47	48
181 82	18	20	21	22	23	24	26	27	28	29	30	32	33	34	35	37	38	39	40	41	43	44	45	46	48
183 83	18	19	20	22	23	24	25	27	28	29	30	31	33	34	35	36	37	39	40	41	42	43	45	46	47
185 84	18	19	20	21	23	24	25	26	27	29	30	31	32	33	35	36	37	38	39	40	42	43	44	45	46
187 85	18	19	20	21	22	24	25	26	27	28	29	31	32	33	34	35	36	38	39	40	41	42	44	45	46
190 86	17	19	20	21	22	23	24	26	27	28	29	30	31	33	34	35	36	37	38	40	41	42	43	44	45
192 87	17	18	20	21	22	23	24	25	26	28	29	30	31	32	33	34	36	37	38	39	40	41	43	44	45
194 88	17	18	19	20	22	23	24	25	26	27	28	30	31	32	33	34	35	36	38	39	40	41	42	43	44
196 89	17	18	19	20	21	22	24	25	26	27	28	29	30	31	33	34	35	36	37	38	39	40	42	43	44
198 90	17	18	19	20	21	22	23	24	26	27	28	29	30	31	32	33	34	36	37	38	39	40	41	42	43
201 91	16	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	40	41	42	43
203 92	16	17	18	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
205 93	16	17	18	19	20	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	37	38	39	40	41	42
207 94	16	17	18	19	20	21	22	23	24	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
209 95	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
212 96	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
214 97	15	16	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
216 98	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
218 99	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
220 100	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39

\* Tomado de Astrand, Per-Olof. Ergometry - Test of "Physical Fitness". Varberg, Sweden: Monark-Crescent AB. Pág. 26.



Tabla 8-b

Anexo K

Calculo del Consumo de Oxígeno Máximo - ml/kg-min.\*

Peso Corporal		Consumo de Oxígeno Máximo - litros/min																				
Libras	kg	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	5.0	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	6.0
110	50	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118	120
112	51	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118
115	52	77	79	81	83	85	87	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	113	115
117	53	75	77	79	81	83	85	87	89	91	92	94	96	98	100	102	104	106	108	109	111	113
119	54	74	76	78	80	81	83	85	87	89	91	93	94	96	98	100	102	104	106	107	109	111
121	55	73	75	76	78	80	82	84	85	87	89	91	93	95	96	98	100	102	104	105	107	109
123	56	71	73	75	77	79	80	82	84	86	88	89	91	93	95	96	98	100	102	104	105	107
126	57	70	72	74	75	77	79	81	82	84	86	88	89	91	93	95	96	98	100	102	104	105
128	58	69	71	72	74	76	78	79	81	83	84	86	88	90	91	93	95	97	98	100	102	103
130	59	68	69	71	73	75	76	78	80	81	83	85	86	88	90	92	93	95	97	98	100	102
132	60	67	68	70	72	73	75	77	78	80	82	83	85	87	88	90	92	93	95	97	98	100
134	61	66	67	69	70	72	74	75	77	79	80	82	84	85	87	89	90	92	93	95	97	98
137	62	65	66	68	69	71	73	74	76	77	79	81	82	84	85	87	89	90	92	94	95	97
139	63	63	65	67	68	70	71	73	75	76	78	79	81	83	84	86	87	89	90	92	94	95
141	64	63	64	66	67	69	70	72	73	75	77	78	80	81	83	84	86	88	89	91	92	94
143	65	62	63	65	66	68	69	71	72	74	75	77	78	80	82	83	85	86	88	89	91	92
146	66	61	62	64	65	67	68	70	71	73	74	76	77	79	80	82	83	85	86	88	89	91
148	67	60	61	63	64	66	67	69	70	72	73	75	76	78	79	81	82	84	85	87	88	90
150	68	59	60	62	63	65	66	68	69	71	72	74	75	76	78	79	81	82	84	85	87	88
152	69	58	59	61	62	64	65	67	68	70	71	72	74	75	77	78	80	81	83	84	86	87
154	70	57	59	60	61	63	64	66	67	69	70	71	73	74	76	77	79	80	81	83	84	86
157	71	56	58	59	61	62	63	65	66	68	69	70	72	73	75	76	77	79	80	82	83	85
159	72	56	57	58	60	61	63	64	65	67	68	69	71	72	74	75	76	78	79	81	82	83
161	73	55	56	58	59	60	62	63	64	66	67	68	70	71	73	74	75	77	78	79	81	82
163	74	54	55	57	58	59	61	62	64	65	66	68	69	70	72	73	74	76	77	78	80	81
165	75	53	55	56	57	59	60	61	63	64	65	67	68	69	71	72	73	75	76	77	79	80
168	76	53	54	55	57	58	59	61	62	63	64	66	67	68	70	71	72	74	75	76	78	79
170	77	52	53	55	56	57	58	60	61	62	64	65	66	68	69	70	71	73	74	75	77	78
172	78	51	53	54	55	56	58	59	60	62	63	64	65	67	68	69	71	72	73	74	76	77
174	79	51	52	53	54	56	57	58	59	61	62	63	65	66	67	68	70	71	72	73	75	76
176	80	50	51	53	54	55	56	58	59	60	61	63	64	65	66	68	69	70	71	72	74	75
179	81	49	51	52	53	54	56	57	58	59	60	62	63	64	65	67	68	69	70	72	73	74
181	82	49	50	51	52	54	55	56	57	59	60	61	62	63	65	66	67	68	70	71	72	73
183	83	48	49	51	52	53	54	55	57	58	59	60	61	63	64	65	66	67	69	70	71	72
185	84	48	49	50	51	52	54	55	56	57	58	60	61	62	63	64	65	67	68	69	70	71
187	85	47	48	49	51	52	53	54	55	56	58	59	60	61	62	64	65	66	67	68	69	71
190	86	47	48	49	50	51	52	53	55	56	57	58	59	60	62	63	64	65	66	67	68	71
192	87	46	47	48	49	51	52	53	54	55	56	57	59	60	61	62	63	64	66	67	69	70
194	88	45	47	48	49	50	51	52	53	55	56	57	58	59	60	61	63	64	65	66	67	68
196	89	45	46	47	48	49	51	52	53	54	55	56	57	58	60	61	62	63	64	65	66	67
198	90	44	46	47	48	49	50	51	52	53	54	56	57	58	59	60	61	62	63	64	66	67
201	91	44	45	46	47	48	49	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	62	63	64	65	66
203	92	43	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	57	58	59	60	61	62	63	64	65
205	93	43	44	45	46	47	48	49	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	65
207	94	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	59	60	61	62	63	64
209	95	42	43	44	45	46	47	48	49	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
212	96	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	63
214	97	41	42	43	44	45	46	47	48	49	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	63
216	98	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61
218	99	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61
220	100	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60

\* Tomado de Astrand, Per-Olof. Ergometry - Test of "Physical Fitness". Varberg, Sweden: Monark-Crescent AB. Pág. 27.

Tabla 9-a

Clasificación de la Aptitud Aeróbica por Sexo y Edad  
(Valores Superiores: litros/min., Valores Inferiores: ml./kg.-min.)\*

EDAD	CONSUMO DE OXÍGENO MÁXIMO, $\dot{V}O_2$ /LITRO, ML./KG.-MIN.				
	Bajo	Algo Bajo	Promedio	Alto	Muy Alto
<b>MUJERES</b>					
20-29	≤1.69	1.70-1.99	2.00-2.49	2.50-2.79	≥2.80
	≤28	29-34	35-43	44-48	≥49
30-39	≤1.59	1.60-1.89	1.90-2.39	2.40-2.69	≥2.70
	≤27	28-33	34-41	42-47	≥48
40-49	≤1.49	1.50-1.79	1.80-2.29	2.30-2.59	≥2.60
	≤25	26-31	32-40	41-45	≥46
50-65	≤1.29	1.30-1.59	1.60-2.09	2.10-2.39	≥2.40
	≤21	22-28	29-36	37-41	≥42
<b>VARONES</b>					
20-29	≤2.79	2.80-3.09	3.10-3.69	3.70-3.99	≥4.00
	≤38	39-43	44-51	52-56	≥57
30-39	≤2.49	2.50-2.79	2.80-3.39	3.40-3.69	≥3.70
	≤34	35-39	40-47	48-51	≥52
40-49	≤2.19	2.20-2.49	2.50-3.09	3.10-3.39	≥3.40
	≤30	31-35	36-43	44-47	≥48
50-59	≤1.89	1.90-2.19	2.20-2.79	2.80-3.09	≥3.10
	≤25	26-31	32-39	40-43	≥44
60-69	≤1.59	1.60-1.89	1.90-2.49	2.50-2.79	≥2.80
	≤21	22-26	27-35	36-39	≥40

\* Tomado de : Astrand, Per-Olof. Ergometry - Test of "Physical Fitness". Varberg, Sweden: Monark-Crescent AB. Pág. 29.

Tabla 9-b  
CAPACIDAD AEROBICA O CARDIORESPIRATORIA  
ESCALA DE CLASIFICACION

CONSUMO DE OXIGENO MAXIMO ESTIMADO (ml/kg-min.)\*

Clasificación	VARONES						Más de 60 Años
	13-19 Años	20-29 Años	30-39 Años	40-49 Años	50-59 Años	Más de 60 Años	
I. Muy Pobre	< 35.0	< 33.0	< 31.5	< 30.2	< 26.1	< 20.5	
II. Pobre	35.0-38.3	33.0-36.4	31.5-35.4	30.2-33.5	26.1-30.9	20.5-26.0	
III. Promedio	38.4-45.1	36.5-42.4	35.5-40.9	33.6-38.9	31.0-35.7	26.1-32.2	
IV. Bueno	45.2-50.9	42.5-46.4	41.0-44.9	39.0-43.7	35.8-40.9	32.2-36.4	
V. Excelente	51.0-55.9	46.5-52.4	45.0-49.4	43.8-48.0	41.0-45.3	36.5-44.2	
VI. Superior	> 56.0	> 52.5	> 49.5	> 48.1	> 45.4	> 44.3	

Clasificación	MUJERES						Más de 60 Años
	13-19 Años	20-29 Años	30-39 Años	40-49 Años	50-59 Años	Más de 60 Años	
I. Muy Pobre	< 25.0	< 23.6	< 22.8	< 21.0	< 20.2	< 17.5	
II. Pobre	25.0-30.9	23.6-28.9	22.8-26.9	21.0-24.4	20.2-22.7	17.5-20.1	
III. Promedio	31.0-34.9	29.0-32.9	27.0-31.4	24.5-28.9	22.8-26.9	20.2-24.4	
IV. Bueno	35.0-38.9	33.0-36.9	31.5-35.6	29.0-32.8	27.0-31.4	24.5-30.3	
V. Excelente	39.0-41.9	37.0-40.9	35.7-40.0	32.9-36.9	31.5-35.7	30.3-31.4	
VI. Superior	> 42.0	> 41.0	> 40.1	> 37.0	> 35.8	> 31.5	

Anexo M

\*Las tablas de arriba fueron adaptadas de Cooper, Kenneth H. The Aerobic Way. New York: Bantam Books, Inc., 1977.