

EVALUACIÓN DE LA CARGA DINÁMICA DE TRABAJO

Profesor J. Malchaire

Pontificia Universidad Javeriana

Agosto 2004

OBJETIVOS

Interrogantes:

- Algunas fases de trabajo son o no son demasiado pesadas?
- El conjunto del trabajo, sobre la duración total de trabajo, es o no es demasiado pesado?
 - Para un trabajador promedio?
 - Para algunos trabajadores en particular?

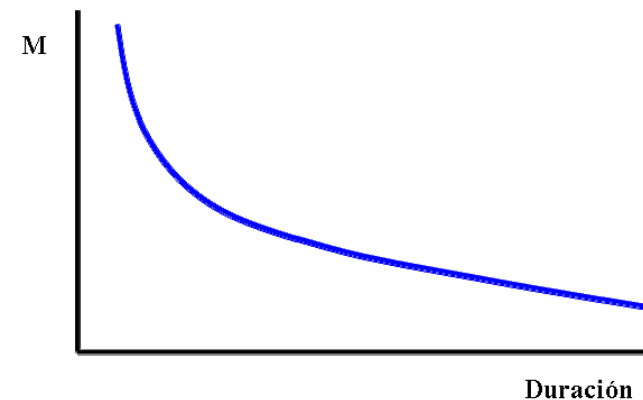
PRINCIPIOS BÁSICOS

- **Trabajo dinámico:** trabajo con movimientos, extensión y contracción de los músculos y, entonces, aporte de oxígeno a los músculos durante el trabajo
 - Caminar...
→ *fatiga física generalizada, debilidad a largo tiempo*
- **Trabajo estático:** trabajo sin movimiento y sin aporte de oxígeno
 - Llevar una maleta, empujar un carro
→ *fatiga muscular localizada y problemas músculo esqueléticos*

El metabolismo = la energía consumida por unidad de tiempo = la POTENCIA

- Por el carro: medición de la cantidad de combustible que, con oxígeno, produce la potencia
 - Por el cuerpo: medición de la cantidad de aire que, con el combustible (azúcar y grasa), produce la potencia
-
- Consumo de 1 l O₂ / min. = 5 kcal / min = 300 kcal / h = 350 watts

(1 watt = 0.87 kcal / h)



- Capacidad Máxima de Trabajo: CMT :
 - Hombre normal (30 años, 70 kg, buena salud) :
CMT = 3 l O₂ / min = 1 kW
 - Mujer (30 años, 55 kg, buena salud):
CMT = 660W (2/3 de la CMT del hombre)
 - Trabajador: CMT = f (edad, peso, forma física....)
- Metabolismo Máximo en función del tiempo: CMT :
- **La ley de BINK: Carga Máxima Aceptable (CMA) dependida del tiempo**

| | | | | | | | | | | |
|------------------------|-------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|------------------|-------------|--------------------|
| % CMT | 100% | 90% | 80% | 70% | 60% | 50% | 40% | 33% | 30% | 20% |
| Duración limite | 5' | 10' | 20' | 40' | 80' | 160' | 320' | 480' = 8h | 640' | 1280'=1 día |

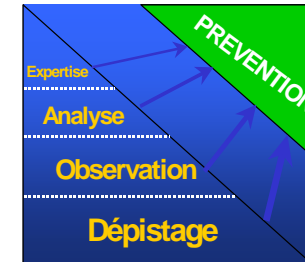
- En valores absolutos

| | | | | | |
|-----------------|----|--------------|------------|----|-------|
| 100% CMT | 5' | 1kW | | | |
| | | | pesado | 8h | 400 W |
| 33% CMT | 8h | 330 W | | | |
| | | | semipesado | 8h | 290 W |
| | | | liviano | 8h | 170 W |
| descanso | | 100 W | | | |

- En valores relativos

| | | |
|------------|----|-----------------------|
| pesado | 8h | 100 + 30% (CMT - 100) |
| semipesado | 8h | 100 + 20% (CMT - 100) |
| liviano | 8h | 100 + 10% (CMT - 100) |

CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS ISO 9886



Según la estrategia **SOBANE**, cuatro niveles:

Comparación de los métodos de determinación del metabolismo

| Nivel | Método | Precisión | Inspección del lugar de trabajo |
|--------------------------------|--|---|---|
| 1 <i>Diagnóstico precoz</i> | A. Clasificación según la profesión | Información aproximada Riesgo alto de error | No es necesario, pero se requiere una información acerca del equipamiento técnico y la organización del trabajo |
| | B. Clasificación según la actividad | | |
| 2 <i>Observación</i> | A. Tablas en función de las posturas y los esfuerzos | Riesgo elevado de error Precisión: $\pm 20\%$ | Estudio de los tiempos necesario |
| | B. Tablas para actividades específicas | | |
| 3 <i>Análisis</i> | Evaluación a partir del registro de la frecuencia cardíaca | Riesgo medio de error Precisión: $\pm 10\%$ | No es necesario |
| 4 <i>Experto</i> | A. Medición del consumo de oxígeno | Precisión de la medida y estudio de tiempos Precisión: $\pm 5\%$ | Estudio de los tiempos necesario |
| | B. Calorimetría directa | | No es necesario |

Los factores principales que afectan a la precisión son:

- Las diferencias en el equipamiento de trabajo
- Las variaciones en la velocidad de trabajo
- Las diferencias de técnicas de trabajo y capacidades profesionales

- Las diferencias de características antropométricas
- Las diferencias culturales
- Las diferencias entre observadores y sus niveles de formación
- En el nivel 3, la precisión de la relación entre la frecuencia cardiaca y el consumo de oxígeno, y la presencia de otros factores que influyen sobre la frecuencia cardiaca



NIVEL 1, DIAGNÓSTICO PRECOZ

1. Evaluación del metabolismo según la profesión

Variaciones importantes debido a diferencias de tecnología, del carácter exacto del trabajo y de la organización del trabajo...

Metabolismo para distintas profesiones

| Oficio | | Metabolismo (watts) |
|------------------|---------------------------|---------------------|
| Artesanos | Albañil | 200 - 290 |
| | Carpintero de obra | 200 - 310 |
| | Vidriero | 160 - 230 |
| | Pintor | 180 - 230 |
| | Panadero | 200 - 250 |
| | Carnicero | 190 - 250 |
| | Relojero | 100 - 130 |
| Industria minera | Minero | 200 - 400 |
| | Obrero de horno a coque | 210 - 310 |
| Siderurgia | Obrero de alto horno | 310 - 400 |
| | Obrero de horno eléctrico | 220 - 260 |

| | | |
|-------------|-------------------------|-----------|
| | Moldeador manual | 250 - 430 |
| | Moldeador a la máquina | 190 - 300 |
| Metalurgia | Obrero de fundición | 250 - 430 |
| | Herrero | 160 - 360 |
| | Soldador | 130 - 220 |
| | Tornero | 130 - 220 |
| | Perforador | 140 - 250 |
| | Mecánico de precisión | 130 - 200 |
| Imprenta | Impresor | 125 - 170 |
| | Encuadernador | 135 - 200 |
| Agricultura | Jardinero | 200 - 340 |
| | Conductor de tractor | 150 - 200 |
| Transporte | Conductor de coche | 125 - 180 |
| | Conductor de autobús | 135 - 225 |
| | Conductor de tranvía | 145 - 210 |
| | Conductor de grúa | 115 - 260 |
| Varios | Auxiliar de laboratorio | 150 - 180 |
| | Profesor | 150 - 180 |
| | Vendedor | 180 - 220 |
| | Secretaria | 125 - 150 |

2. Evaluación del metabolismo por categorías

El cuadro siguiente define 5 clases de metabolismo: descanso, liviano, medio, pesado, muy pesado.

Estos calificativos se utilizan para un trabajo **SIN INTERRUPCIÓN de 8 h** (teniendo en cuenta las pausas habituales).

No tienen sentido para un trabajo ocasional de algunos momentos.

Ejemplo: Subir una escalera es un trabajo muy pesado si se debe realizar durante 8 h sin interrupción.

Es totalmente aceptable si solo dura 30 segundos.

En estas actividades, las pausas cortas ya están incluidas.

Categorías de metabolismo

| Clase | Metabolismo (watts) | Ejemplos |
|------------------|---------------------|--|
| Descanso sentado | 100 | |
| Descanso de pie | 120 | |
| Liviano | 180 (130 – 240) | <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo de secretariado • Trabajo sentado manual liviano (digitar, dibujar, coser...) • Trabajo sentado con pequeñas herramientas, inspección, montaje liviano • Conducción de automóvil, operación de un pedal... • Perforación, pulida suave de pequeñas piezas • Utilización de pequeñas máquinas manuales • Marcha lenta ocasional |
| Medio | 300 (241 – 355) | <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo constante de las manos y brazos (clavado, atornillado...) • Conducción de máquinas de construcción, tractores, camiones... • Manipulación ocasional de objetos un poco pesados • Marcha más rápida (3,5 a 5,5 km / h) |
| Pesado | 410 (356 – 465) | <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo intenso de los brazos y del tronco • Manipulación de objetos pesados, de materiales de construcción • Marcha rápida (5,5 a 7 km / h) • Empujar, halar carros, carretillas |
| Muy pesado | 520 (> 466) | <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo muy intenso y rápido • Excavación pesada • Subida de escaleras o escalas • Marcha muy rápida, curso (> 7km / h) |

NIVEL 2, OBSERVACIÓN

1. Evaluación del metabolismo por descomposición de la tarea

Siguientes observaciones:

- El segmento de cuerpo implicado en el trabajo: las dos manos, un brazo, dos brazos, el cuerpo entero
- La carga de trabajo para este segmento de cuerpo: liviana, media, pesada
- La postura de cuerpo: en reposo, de rodillas, en cuclillas, de pie, de pie inclinado

Se trata de nuevo de liviano, medio y pesado en el sentido de una duración de trabajo de 8h.

La carga debe apreciarse según las capacidades promedio de los trabajadores y **NO** en función de las capacidades de un trabajador particular, ni tampoco, del observador.



Carga de trabajo (en watts) para un trabajador sentado, en función de la intensidad del trabajo y la zona corporal implicada

| Zona corporal implicada | | Trabajo | | |
|-------------------------|-------|---------|---------|--------|
| | | Liviano | Medio | Pesado |
| Las 2 manos | Media | 125 | 155 | 170 |
| | Gama | < 135 | 135-160 | > 160 |
| Un brazo | Media | 160 | 200 | 235 |
| | Gama | < 180 | 180-215 | > 215 |
| Los 2 brazos | Media | 215 | 250 | 290 |
| | Gama | < 235 | 235-270 | > 270 |
| El cuerpo | Media | 325 | 440 | 600 |
| | Gama | < 380 | 380-510 | > 510 |



Tabla mas simple, con valores redondeados

| Zonas corporales implicadas | Trabajo | | |
|-----------------------------|---------|-------|--------|
| | Liviano | Medio | Pesado |
| Las manos | 120 | 150 | 170 |
| Un brazo | 180 | 220 | 250 |
| Los dos brazos | 240 | 270 | 300 |
| El cuerpo | 340 | 460 | 620 |

Adición debido a la postura principal del cuerpo

| Postura del cuerpo | Metabolismo |
|--------------------|-------------|
| Sentado | 0 |
| De rodillas | 20 |
| En cuclillas | 20 |
| De pie | 25 |
| De pie, inclinado | 35 |

2. Evaluación del metabolismo por actividades típicas

| Actividades | M (watts) |
|---|-----------|
| Sueño | 70 |
| Descanso sentado | 100 |
| Descanso de pie | 125 |
| Marcha sobre camino plano, sólido, de nivel | |
| 1. Sin carga a 2 km / h | 200 |
| a 3 km / h | 250 |
| a 4 km / h | 300 |
| a 5 km / h | 360 |

| | |
|--|-----|
| 2. Con carga 10 kg de carga, 4 km / h | 330 |
| 30 kg de carga, 4 km / h | 450 |
| Marcha sobre camino plano, sólido, en subida | |
| 1. sin carga 5° inclinación, 4 km / h | 320 |
| 15° inclinación, 3 km / h | 380 |
| 25° inclinación, 3 km / h | 540 |
| 2. con carga 20 kg 15° inclinación, 4 km / h | 490 |
| 25° inclinación, 4 km / h | 740 |
| Marcha en bajada a 5 km / h, sin carga 5° inclinación | 240 |
| 15° inclinación | 250 |
| 25° inclinación | 320 |
| Escala 70° velocidad 11,2 m de desnivel por minutos: | |
| sin carga | 520 |
| 20 kg de carga | 650 |
| Empujar o extraer vagonetes, 3,6 km / h, camino plano, sólido fuerza de empuje: | |
| 12 kg | 520 |
| fuerza de empuje: 16 kg | 670 |
| Llevar una carretilla en camino plano a 4,5 km/h, rueda inflada, 100 kg de carga | |
| Limar hierro 42 golpes / min | 410 |
| 60 golpes / min | 180 |
| | 340 |
| Trabajo con martillo (2 manos), peso del martillo: 4,4 kg, 15 golpes / min | 520 |
| Carpintería aserrado a la mano | 400 |
| aserrado a la máquina | 180 |
| cepillado a la mano | 540 |

| | |
|----------------------------------|-----|
| Albañilería, 5 ladrillos / min | 310 |
| Atornillada | 180 |
| Cavar una trinchera | 520 |
| Trabajo con herramienta mecánica | |
| liviano (ajuste, montaje) | 180 |
| medio (cargamento) | 250 |
| pesado | 380 |
| Trabajo con una máquina manual | |
| liviano (pulido liviano) | 180 |
| medio (pulimento) | 290 |
| pesado (perforación pesada) | 410 |

Evaluación del metabolismo medio durante un trabajo variable

$$M = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n M_i t_i \quad (1)$$

- M Metabolismo medio del ciclo de trabajo, en watts
- M_i Metabolismo de la actividad i , en watts
- t_i Duración de la actividad i , en segundos
- T Duración total, en segundos, igual a la suma de las duraciones parciales t_i



El registro de las actividades profesionales y de la duración de las actividades durante un día laboral o durante un período particular puede simplificarse, empleando el Diario descrito al cuadro siguiente

Diario de registro de las actividades

| Fecha | | | | | | |
|------------------|---------|--------------------|---|---|--|---|
| Trabajador | | | | | | |
| Lugar de trabajo | | | | | | |
| Hora | Minutos | Número de la tarea | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | | n |
| 8 | 43 | | X | | | |
| 8 | 45 | X | | | | |
| --- | | | | | | |

Procedimiento:

- Elegir a un operador representativo
- Determinar una fase de trabajo, interesándose por su representatividad
- Observar el trabajo de este operador durante la fase determinada
- Determinar los componentes de la tarea y el metabolismo correspondiente, por medio de los cuadros anteriores
- Numerar estos componentes y preparar el diario
- Registrar el número del componente en cuanto comience

Después de la observación:

- Calcular el tiempo transcurrido para cada componente de la tarea
- Calcular el metabolismo medio por la formula arriba descrita

Tarea:..... Fecha:..... Observador:.....

| Componentes | | M _i W | T _i s | M _i x T _i |
|-------------|-----------------------------|------------------|------------------|---------------------------------|
| N° | Descripción | | | |
| 1 | Tarea 1 | M ₁ | | |
| .. | | | | |
| i | Tarea i | M _i | | |
| .. | | | | |
| n | Tarea n | M _n | | |
| | Suma | | | |
| | Metabolismo promedio | | | |

Casos de los trabajadores no "normales"

- Para el mismo trabajo y en las mismas condiciones de trabajo, el metabolismo puede variar cerca de ± un 5% de una persona a otra
- In situ, es decir, cuando la actividad no es exactamente la misma cada vez, una variación puede llegar a ser hasta más de un 20%.

Pues, no se justifica tener en cuenta las diferencias de tamaño, edad, sexo... de los trabajadores.

La consideración del peso del trabajador puede justificarse solamente para actividades que implican movimientos de todo el cuerpo, como caminar, elevarse, levantar un peso...

NIVEL 3, ANÁLISIS

1. Estimación del metabolismo a partir de la frecuencia cardiaca

La frecuencia cardiaca (en latidos por minuto, lpm) en un momento dado puede considerarse como una suma de varios componentes.

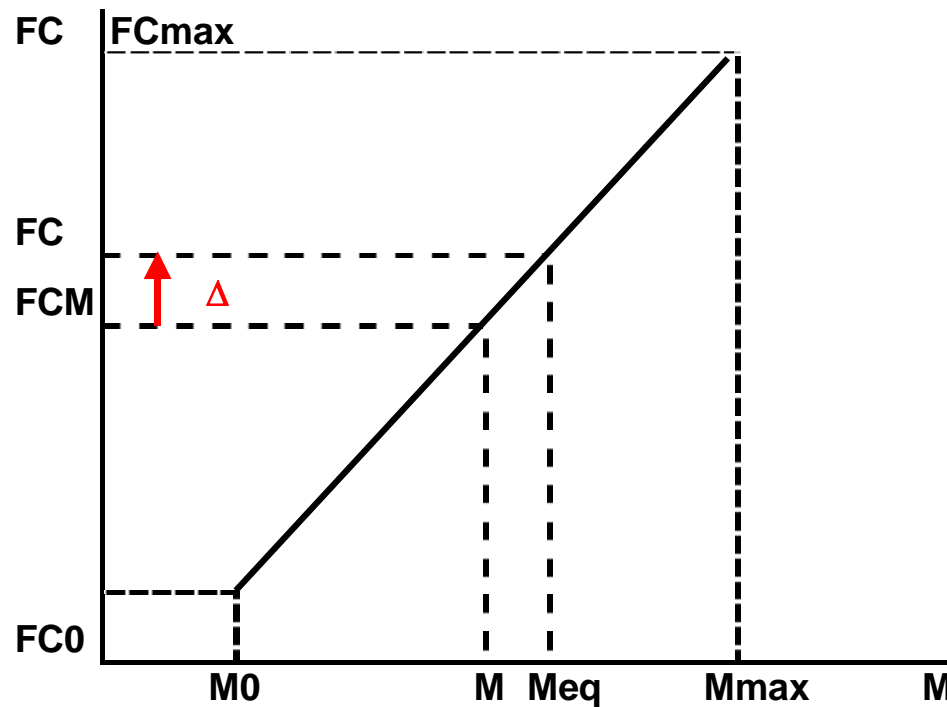
$$FC = FC_0 + \Delta FC_M + \Delta FC_S + \Delta FC_T + \Delta FC_N + \Delta FC_E$$



dónde

- FC_0 : Frecuencia cardiaca en reposo, acostado, en condiciones térmicas neutras
- ΔFC_M : Aumento de FC debido a carga muscular dinámica, en condiciones neutras
- ΔFC_S : Aumento de FC debido al trabajo muscular estático.
 - Este componente depende de la relación entre la fuerza utilizada y la fuerza voluntaria máxima del grupo muscular en funcionamiento
- ΔFC_T : Aumento de FC debido a la carga térmica.
- ΔFC_N : Aumento de FC debido a la carga mental
- ΔFC_E : Componente residual de FC debido, por ejemplo, a los efectos respiratorios, al ritmo circadiano, a la deshidratación.

Predicción de la capacidad máxima de trabajo y de la relación (FC - M) individual



- FC y metabolismo al descanso:
 - Metabolismo en reposo sentado $M_0 = 100 \text{ W}$ (hombres y mujeres).
 - FC en reposo sentado $FC_0 = 75 \text{ lpm}$ o FC_{99} superada durante un 99% del tiempo de observación
- FC máxima y capacidad máxima de trabajo (CMT)
 - $FC_{\max} = 205 - 0.62 \text{ Edad} = \mathbf{(220 - \text{Edad})}$
 - $CMT = (18 - 0.1 * \text{Edad}) \text{ Peso}$ (hombres)
 - $(14.5 - 0.1 * \text{Edad}) \text{ Peso}$ (mujeres)
 - Peso "normal"
 - $P = 0.75 \text{ Estatura} + 0.31 \text{ Edad} - 65$ (hombres)
 - $P = 0.64 \text{ Estatura} + 0.31 \text{ Edad} - 55$ (mujeres)
 - y peso ideal (nutricionistas):
 - $P = (3 \text{ Estatura} - 250)/4$ (hombres y mujeres)
- $FC = a M + b$
 dónde $a = (FC_{\max} - FC_0)/(CMT - M_0)$
 $b = FC_0 - a \cdot M_0$

Validez

- CMT, FC_{\max} , FC_0 et M_0 aproximados.
 - Relación FC-M válida estrictamente para valores de FC superiores a 110-120 lpm.
 - Mas bajo, efectos emocionales u otros
 - Relación depende de los diferentes músculos utilizados y, por consecuencia, si hay trabajo de manos o de piernas.
 - Siempre, como explicado antes:
 - Influencia de las condiciones térmicas de trabajo ΔFC_T
 - Influencia de los esfuerzos estáticos como el sostenimiento de objetos pesados, los esfuerzos de tracción... ΔFC_S
 - Influencia de los otros componentes ΔFC_N y ΔFC_ε
- ➔ **Metabolismo equivalente:** metabolismo que, *sobre la bicicleta ergométrica*, en una prueba de esfuerzo, había dado lugar al mismo valor de FC que la observada en el puesto de trabajo.

**Relación Metabolismo (en watts) – Frecuencia cardiaca,
predicha en función de la edad y el peso del trabajador (mujeres y hombres)**

| Edad (años) | Peso | | | | |
|----------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| | 50 kg | 60 kg | 70 kg | 80 kg | 90 kg |
| <i>Mujeres</i> | | | | | |
| 20 | 5.2 FC-270 | 6.1 FC-324 | 6.8 FC-378 | 7.6 FC-427 | 8.1 FC-473 |
| 30 | 5.0 FC-257 | 6.0 FC-311 | 6.7 FC-361 | 7.2 FC-410 | 7.9 FC-457 |
| 40 | 4.9 FC-244 | 5.6 FC-165 | 6.3 FC-346 | 7.0 FC-392 | 7.7 FC-439 |
| 50 | 4.7 FC-229 | 5.4 FC-279 | 6.1 FC-328 | 6.7 FC-373 | 7.4 FC-418 |
| <i>Hombres</i> | | | | | |
| 20 | 6.7 FC-361 | 7.6 FC-428 | 8.5 FC-491 | 9.4 FC-553 | 10.1 FC-610 |
| 30 | 6.5 FC-355 | 7.4 FC-419 | 8.3 FC-482 | 9.2 FC-542 | 9.9 FC-600 |
| 40 | 6.3 FC-346 | 7.2 FC-410 | 8.1 FC-472 | 9.0 FC-531 | 9.7 FC-587 |
| 50 | 6.1 FC-335 | 7.2 FC-400 | 7.9 FC-461 | 8.8 FC-518 | 9.5 FC-574 |

NIVEL 4, EXPERTO

Evaluación del metabolismo por la medición del consumo de oxígeno

Método

- Extremadamente difícil a aplicar



- Requiere aparatos muy costosos (>150 millones de pesos) incómodos y de uso delicado
- Requiere personal especializado
- Problemas de aceptabilidad por el trabajador (porte de la máscara)
- Modificaciones del comportamiento de trabajo
- Modificaciones del comportamiento fisiológico como la hiperventilación
➔!!!! Medición exacta de un metabolismo no representativo !!!!



INTERPRETACIÓN: SEVERIDAD DEL TRABAJO

OBJETIVOS

Los interrogantes:

- El conjunto del trabajo, sobre la duración total de trabajo, es o no es demasiado pesado?
- Algunas fases de trabajo son o no son demasiado pesadas?
 - Para un trabajador promedio?
 - Para cada trabajador en particular?

La respuesta:

Si se lleva en primer lugar un estudio global ergonómico de la situación de trabajo sobre:

- El procedimiento real (en comparación con el procedimiento teórico) de trabajo.
- El contexto de la situación de trabajo
- Otros aspectos que merecen tanta atención (esfuerzos estáticos, carga mental, presión de tiempo...)
- Opiniones de los trabajadores sobre el esfuerzo del trabajo en su conjunto y por algunas operaciones.

La metodología general de análisis de la carga de trabajo se basa en la colecta de cinco tipos de información.

1. Cuáles son las aptitudes físicas del trabajador?
2. Qué hace el trabajador a un momento preciso?
3. Cómo hace el trabajador? ¿Cuál es su postura? ¿Cuáles son sus movimientos?
- 4.Cuál es el costo fisiológico?
5. Que piensan los trabajadores?

El ejemplo tomado a continuación ilustra un análisis realizado con un trabajador de un puesto de montaje de una industria automotriz.

1. Antes de iniciar el registro cardiaco

- Observación de la secuencia de trabajo durante todo el periodo de trabajo
- Determinación de un periodo de tiempo representativo

- Selección de un trabajador representativo promedio

2. Características personales del trabajador (Hombre)

| | | |
|-------------------|-----------------------------|---------|
| | Edad | 40 años |
| | Estatura | 175 cm |
| | Peso | 83 kg |
| | Peso ideal | 69 kg |
| | Peso normal | 78 kg |
| | Exceso ponderado | 5kg |
| | No fuma, no hace deporte | |
| | Peso tenido en cuenta | 83 kg |
| FC _{max} | Frecuencia cardiaca máxima | 181 lpm |
| CMT | Capacidad máxima de trabajo | 1120 W |

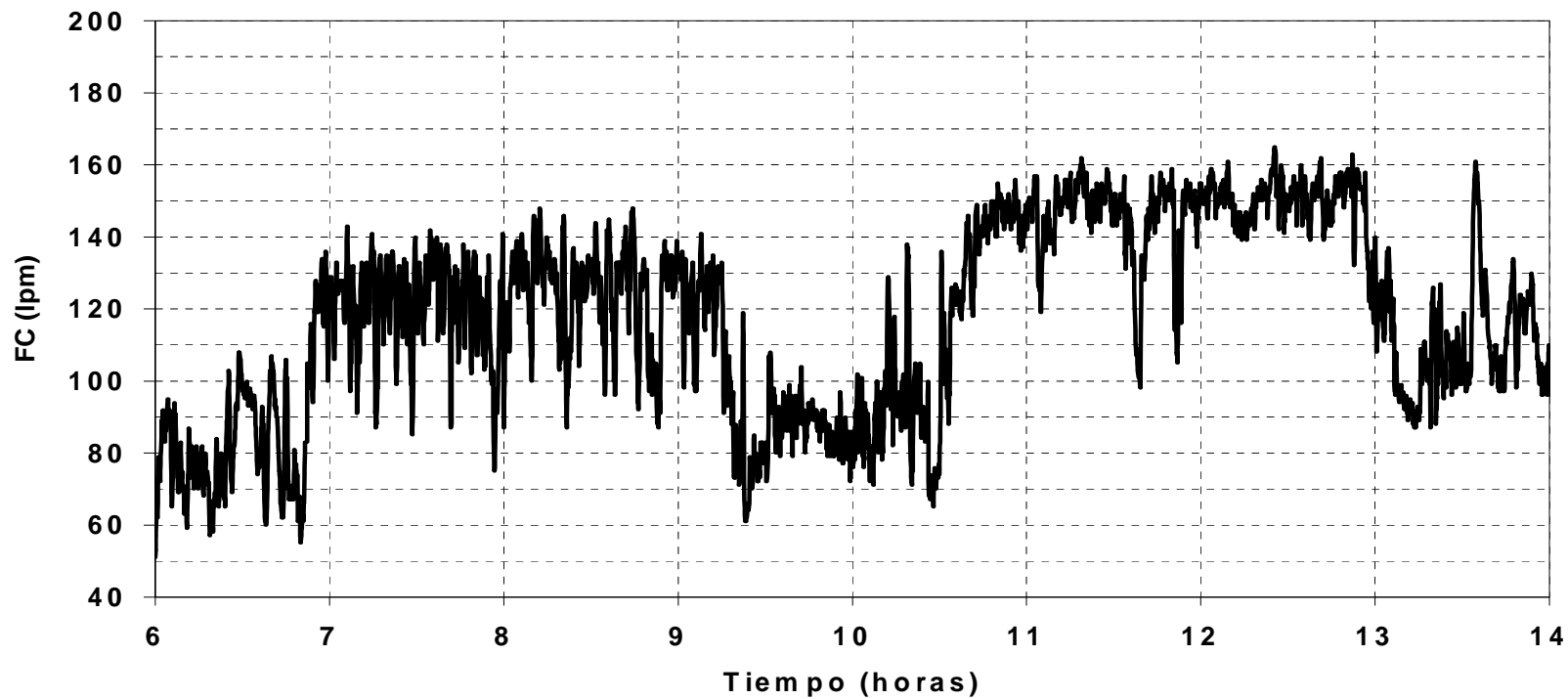
3. Registro de la frecuencia cardiaca

- La primera vez, durante las 8 horas de trabajo con un trabajador representativo
- Después, durante fases específicas y con diferentes trabajadores



Perfil de FC (minuto por minuto, lpm) en el puesto de trabajo





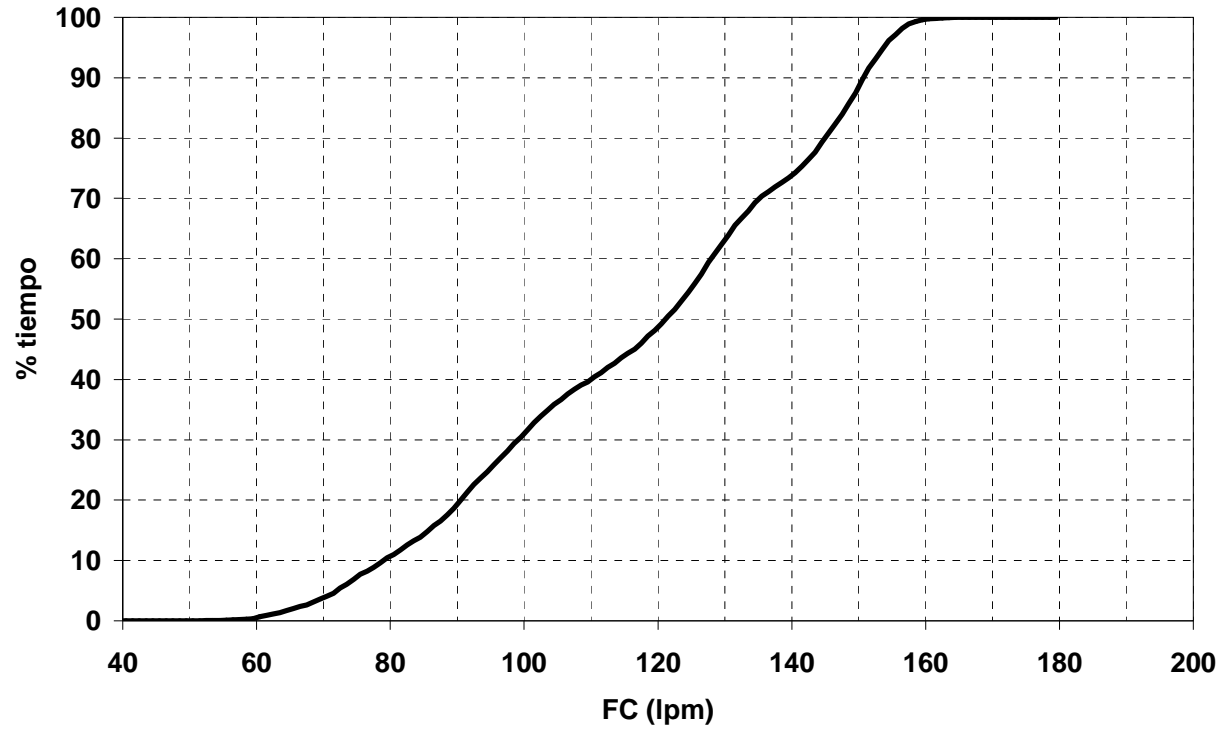
4. Identificación de las fases mas criticas

- Determinación de la naturaleza del trabajo realizado durante estas fases
- Determinación de las prioridades de acciones específicas de mejoramiento, con mediciones de la FC específicas y con diferentes trabajadores.

5. Estudio estadístico

- Del conjunto
- O de las fracciones del registro de FC, correspondiente a las fases críticas identificadas anteriormente, para determinar la distribución de las FC y el valor promedio FC_m .

Histograma acumulado de los valores de frecuencia cardiaca en la jornada de trabajo.



Este histograma da el porcentaje de tiempo durante el cual un valor cualquiera de FC ha sido sobrepasado.

1. Interpretación

A partir de las características individuales del trabajador observado

| | | |
|--------------------------------|--|--------------------|
| d | Duración de la fase de trabajo | 480 min |
| FC ₁ | Valor sobrepasado durante 1% del tiempo | 156 lpm |
| FC ₁₀ | Valor sobrepasado durante 10% del tiempo | 151 lpm |
| FC ₉₀ | Valor sobrepasado durante 90% del tiempo | 79 lpm |
| FC ₉₉ | Valor sobrepasado durante 99% del tiempo | 63 lpm |
| | Metabolismo correspondiente a FC ₉₉ | 105 W |
| | Relación FC – M | FC = 0,116M + 50.8 |
| Alternativa FC ₀ | Descanso | 80 lpm |
| | M ₀ | 105 W |
| FC= f(M) | | FC = 0,100M + 69.5 |

Interpretación global de la carga de trabajo realizada a partir de dos hipótesis de FC de descanso.

| | | 63 lpm | 80 lpm |
|---|--|---------|---------|
| $M_{33\%} = 0.33 \cdot \text{CMT}$ | Metabolismo máximo compatible para 8 horas de trabajo | 370 W | |
| FC _{33%} | frecuencia cardiaca correspondiente | 94 lpm | 106 lpm |
| % tiempo con FC > FC _{33%} | | 75 % | 62 % |
| FC _m | frecuencia cardiaca promedio durante esta fase | 112 | |
| CCA = FC _m – FC ₉₉ | Costo cardiaco absoluto | 49 | 32 |
| CCR = CCA / (FC _{max} – FC ₉₉) | Costo cardiaco relativo | 41.5% | 31.7% |
| M _{eq} | Metabolismo equivalente correspondiente a FC _m | 526 W | 426 W |
| %CMT = 100 · M _{eq} / CMT | Porcentaje promedio de utilización de la capacidad máxima de trabajo durante esta fase | 47% | 38% |
| d _L | Duración límite de trabajo a este % de CMT (Bink) | 200 min | 378 min |
| D = 100 d / d _L | Dosis de exposición durante esta fase | 240 % | 126 % |

REFERENCIAS

1. ISO 8996 (2004) Determinación del metabolismo energético, Organización Internacional de Normalización, Ginebra.

2. Malchaire J., Mairiaux PH (1985) Validez de la predicción del consumo máximo de oxígeno. Arch. Mal. Prof., 46,.6: 379-384.
3. Malchaire J. (1988) Metodología general de interpretación de los registros continuos de frecuencia cardiaca a los puestos de trabajo. Cah. Méd. Semana., Vuelo XXV, 4: 181-186.
4. Bink B. , The physiological working capacity in relation to working time and age. Ergonomics, 1992, 5, 25-28.
5. Gillet Y. , Fréquence cardiaque et consommation d'oxygène au cours d'épreuves d'effort. Populations masculine et féminine. Observations et prédictions. Mémoire de Licence en Médecine du Travail. Bruxelles, Université catholique de Louvain, 1984.