

Resumen: El artículo describe, posteriormente al análisis de una serie de variables biológicas y conductuales, un método para evaluar el grado de adaptación al sistema de trabajo rotativo con ciclo nocturno.

El conocimiento de los ritmos circadianos cardíaco y de temperatura corporal periférica son utilizados para predecir el rendimiento nocturno de un trabajador.

Se comprueba en este estudio, que los sujetos que han permanecido durante cinco años o más sometidos a un sistema de turnos con rotación nocturna, presentan significativas reducciones en la amplitud de diferentes ritmos biológicos circadianos.

Palabras Clave: Circadiano, Turno rotativo, Trabajo nocturno, Turnos de trabajo

Abstract: This study presents the evaluation of some biological and behavioural indicators. The article deals with a method to recognize which indicators are right signals of the adaptation level to the shift-work with night cycle. We can predict the workers efficiency with the knowledge of two circadian rhythms: cardiac rhythm and peripheral temperature.

Therefore, this study detects in workers with more than five years of shift-work, a decrease in the amplitudes of some circadian rhythms.

Key words: Circadian Rhythm, Turnover, Night work, Shift-work

Title: *Toward a model of specific selection for shift-work employees*

Introducción

Está suficientemente demostrado que la gente difiere significativamente en el grado de adaptación a los diferentes turnos de trabajo, Martín y cols (1988). Las diferencias adaptativas han sido investigadas en diferentes aspectos: tipologías adaptativas, Kogi y Saito (1971); Akerstedt (1977); Home y Ostberg (1977); Martín y col (1989); Greenwood (1994), variables de personalidad, Adams y cols (1986); Iskra (1993); Scott (1994), amplitud y estabilidad de ritmos biológicos, Monk y cols (1983); Rohner y Schurig (1990), hábitos de sueño, Williamson y Sanderson (1986), hábitos sociales, Walker (1985), etc.. Tanto estos trabajos mencionados, como algunos más que mencionaremos posteriormente,

desarrollan una ambiciosa línea de investigación que deja patente que el trabajo a turnos, en especial aquel que lleva consigo la rotación nocturna, causa numerosos trastornos en los sujetos que llevan a cabo este tipo de rutinas laborales.

Frecuentemente se realizan numerosos intentos para anular, o cuando menos, disminuir, los efectos perjudiciales que puede provocar este modelo laboral Bohle y Tilley (1989); Martín y col (1989); Barton y Folkard (1991); Totterdell y Smith (1992). Algunas organizaciones, en su intento de reducir estos indeseados efectos, instruyen a los trabajadores que van a someterse a este sistema laboral en cuanto a la adecuación y cantidades de comida, número de horas de sueño, período de aislamiento durante el sueño diurno, etc.. Sin duda, toda esta serie de recomendaciones sirven para disminuir el proceso perjudicial de este sistema de trabajo, pero como veremos a lo largo de este artículo, se podrían efectuar

* Dirigir la correspondencia a: Dr. Jesús Martín García. Dpto de Personalidad, Evaluación y Tratamientos Psicológicos II: Psicología Diferencial y Psicología del Trabajo. Facultad de Psicología. Universidad Complutense de Madrid. Campus de Somosaguas. 28223 Madrid.

© Copyright 1995: de los Editores de **Ansiedad y Estrés**
Artículo recibido: 11-10-95, aceptado: 2-11-95

numerosas correcciones paralelas a todas estas recomendaciones que harían disminuir los efectos indeseables sobre el individuo del trabajo a turnos.

Las organizaciones sindicales, frecuentemente insisten sobre el efecto perjudicial de los sistemas de turnos de trabajo, volviendo a insistir especialmente sobre aquel que lleva consigo rotación nocturna. La solución que proponen con mayor fuerza, es eliminar el trabajo nocturno en aquellas tareas que no son "absolutamente necesarias". Es evidente que desde el estricto punto de vista del mantenimiento de la salud pueda ser la mejor solución para evitar una buena parte del problema, pero esta solución propuesta difiere cada vez más con criterios de orden económico (Amortización de maquinaria, Amortización de instalaciones inmobiliarias, Costes de parada-arranque, Adecuación a la movilidad del transporte, Modelos de producción Just-in-time, etc.), haciendo imposible esta solución, salvo que su aplicación fuera de orden internacional.

El trabajo a turnos se entiende como el sistema laboral donde se cambia un grupo de trabajadores por otro, siendo similar la tarea laboral a desarrollar por ambos grupos. Desde el punto de vista del funcionamiento interno en las diferentes actividades el trabajo a turnos es un problema exclusivamente organizacional. Sin embargo, esta exclusividad falla cuando se tiene en cuenta cómo trabaja diariamente cada persona. Los problemas prácticos que encuentra un sujeto están relacionados con: -como pasan de un turno a otro-. Así, si quisiéramos examinar el efecto real que produce el trabajo a turnos, deberíamos estudiar el cambio de un turno a otro para cada trabajo y cada sujeto. Es evidente que esta tarea, aunque sea la más adecuada, es imposible desde el punto de vista tanto práctico como económico, por lo que, a nuestro entender, la mejor aproximación al problema debamos hacerla obviando este hecho.

Los trabajadores que llevan a cabo tareas laborales con turnos rotativos, deben realizar un importante esfuerzo, añadido al propio trabajo en sí, para adaptarse a "horarios inusuales de trabajo descanso", y, a pesar de que existen un importante número de sistemas de horarios en el trabajo a turnos, los problemas planteados por los sujetos que realizan este sistema de trabajo son muy similares. Estos problemas, reconocidos institucionalmente, considerados dentro del marco de las situaciones "penosas", son asimismo gratificados en España en el horario comprendido entre las 22.00 y las 06.00 horas.

El efecto de la gratificación mencionada anteriormente ha constituido en sí mismo un aspecto negativo en el sistema. Edad e inadaptación al turno nocturno de trabajo tienen una relación muy significativa. Este hecho, unido a que en la mayor parte de las organizaciones la elección del turno de trabajo se hace por "rigurosa antigüedad", y que, antigüedad en las organizaciones y edad también tienen una estrecha relación, hace que aquellos individuos de mayor edad, probablemente con mayores índices de inadaptación, pero con problemas económicos, permanezcan en el turno nocturno.

A nivel personal, los problemas descritos con mayor frecuencia suelen situarse en torno a: "estar alerta en el trabajo", "calidad del sueño", desarrollo de actividades en el tiempo libre", trastornos de orden médico-psicológico", etc.. En numerosas ocasiones, interrogando a los sujetos que desarrollan este tipo de actividad laboral, observamos que desarrollan estrategias individuales para hacer frente a las cíclicas variaciones a las que están sometidos. Del mismo modo, podemos observar que las alteraciones de los sujetos sometidos a estas condiciones laborales les afectan diferencialmente, es decir, existe un grupo de individuos que podemos denominar "intolerantes" que desarrolla patologías inadaptativas al trabajo a turnos; por el contrario,

existen los sujetos "tolerantes" que realizan esta actividad laboral sin trastornos.

Centrándonos en criterios de productividad, tareas similares realizadas en turnos diurnos y nocturnos pueden alcanzar diferencias productivas de hasta un 15%, Martin y col (1988). Este hecho, de si analizamos trabajador por trabajador, aclara que los déficits se deben a diferencias individuales en el rendimiento para tareas nocturnas, marca el gran interés que tanto para trabajadores como para organizaciones tiene una correcta identificación de aquellos sujetos que mejor se adapten a los sistemas rotativos de trabajo.

Para reducir los efectos indeseables de estos sistemas laborales se han propuesto un gran número de posibilidades en el sistema de rotación. Prácticamente, cada organización propone modelos horarios diferenciados, en base a reducir tanto los perjuicios personales como productivos. En general, la gran polémica suele situarse en la aplicación de cambios de horario cortos ó largos; es decir, si el trabajador debe permanecer durante un corto período de tiempo en cada turno ó interesa que este período se alargue, en este último caso incluso si interesa que los turnos de trabajo sean fijos, generalmente de carácter anual. En este sentido, cabe decir que no existe una solución idónea, ya que, si los turnos con cambios de ciclo corto -cada día incluso- son menos perjudiciales para la salud - no alteran el ritmo biológico básico-, alteran significativamente las actividades sociales del individuo, disminuyendo asimismo sus niveles de productividad. Por contra, los ciclos largos e incluso aquellos que optan por turno fijo (encontrando el problema principal en el que esta sometido al turno nocturno), suponen un cambio drástico en las amplitudes de los ritmos de los sujetos sometidos a los mismos.

Nuestro interés, a la hora de redactar este artículo, consiste en aportar una serie de indicadores predictivos que sirvan para clasificar a los individuos que anteriormente definimos

como adaptados, versus los desadaptados, para este tipo de sistemas laborales. Ya que si, como sabemos, los efectos de una deficiente adaptación al turno de trabajo tienen su reflejo inmediato en el rendimiento, así como en la aparición de trastornos de orden social, fisiológico y psicológico, la identificación de los sujetos inadaptados, con la consecuente prevención de estas desagradables consecuencias, incidirá directamente en una mejora de las condiciones de trabajo.

Para explicar nuestro sistema de evaluación, en cuanto a la adaptación al turno rotativo con ciclo nocturno, es necesario entender una serie de aspectos previos en los que fundamentamos nuestra propuesta.

Si observamos la fisiología humana, podemos ver que el prerrequisito para el mantenimiento de la salud, pasa por la presencia "constante" de numerosos indicadores fisiológicos dentro de un restringido rango. Así, frecuentemente se asocia nuestro bienestar físico con la temperatura corporal, el ritmo cardíaco, la presión sanguínea, etc.. El control de estas "constantes" ha venido denominándose homeostasis. Y así, "estar sano", supone mantener las mencionadas "constantes" en parámetros de un determinado margen. Los peligros de una hipo ó hipertermia corporal (fiebre) están perfectamente reconocidos; es mas, la conducta comúnmente utilizada en el diagnóstico médico, consiste en el examen cuantitativo de múltiples indicadores fisiológicos y su posterior valoración respecto al rango compatible para la salud. La valoración del proceso médico -terapéutico, asimismo, se regula y evalúa mediante el retorno de estos indicadores a parámetros de "normalidad" y "constancia"

Este estado de constancia y homeostasis, es, a pesar de su gran utilidad como modelo médico, una simplificación que podemos verificar si observamos frecuentemente algunos de estos indicadores fisiológicos. Si bien en gran número tienden a permanecer en estrechos límites, nunca son constantes sino rítmicos, es decir, variables. Este hecho se ha visto confirmado gracias a la implantación de las actuales técnicas analíticas, que requieren de pequeñas cantidades de muestra para realizar sus exámenes. Asimismo, se ha visto que estos indicadores tienen un ritmo (tiempo utilizado para completar su ciclo) que suele diferenciarse significativamente, pasando por períodos desde una fracción de segundo (actividad eléctrica del cerebro), hasta ritmos muy infrecuentes, quizás uno por mes ó año (ciclo menstrual femenino humano).

En la última década, se ha intensificado notablemente la investigación sobre las variables que muestran ritmos con un ciclo aproximado de veinticuatro horas. Probablemente este hecho sea motivado por la aplicación de criterios de utilidad socio-laboral, ya que el período de este ciclo de 24 horas coincide con el ciclo de la actividad social habitual. Estos ritmos de aproximadamente veinticuatro horas se conocen con el nombre de circadianos, los ritmos que oscilan con ritmos superiores se conocen con el nombre de ultradianos, denominándose infradianos los que tienen ritmos inferiores. La mayor parte de las variables presentan valores más altos durante

las horas del día (12.00 h.-18.00 h.), descendiendo durante la noche y, alcanzando los valores mínimos, aproximadamente en las horas centrales de la misma, coincidiendo con el ecuador de las horas de sueño (03.00 h.).

Esta norma tiene algunas excepciones, principalmente si nos fijamos en los ritmos de concentración de algunas hormonas en sangre que obtienen sus máximos valores en el período nocturno.

El método de trabajo que suele utilizarse, independientemente del objeto de estudio, a la hora de investigar el funcionamiento de un ritmo biológico, suele consistir en el análisis cuantitativo de los siguientes

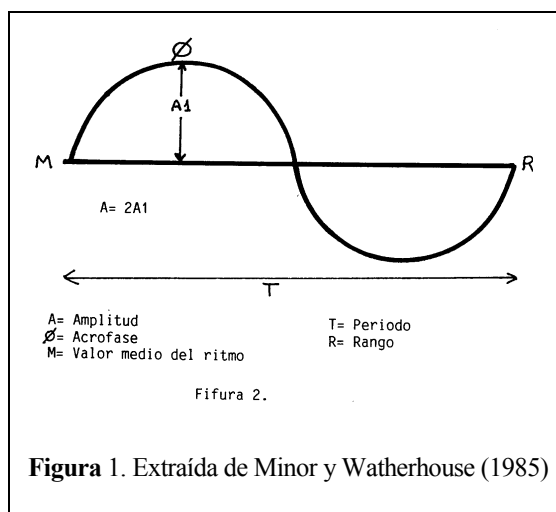


Figura 1. Extraída de Minor y Watherhouse (1985)

aspectos:

- La media del ritmo: nivel medio de oscilación.
- Rango: Sumatorio de amplitud máxima y mínima.
- Fase: Emplazamiento temporal comparativo
- Período: Tiempo necesario para completar un ciclo.
- Acrofase: Máximo valor del ritmo.
- Amplitud: Doble de la distancia entre la media y la Acrofase.

Frecuentemente y, a pesar de que su distribución es muy variable, la representación de un ritmo se aproxima a una senoide. En la figura siguiente (figura 1) se representa la forma de un ritmo, así como los símbolos más comúnmente utilizados para designar los diferentes aspectos de su análisis.

El análisis del ritmo consiste en ajustar los datos a la curva coseno. Es decir, minimizar la

desviación entre la curva requerida y los datos, de forma similar a como se minimiza la desviación de los datos alrededor de una recta en el análisis de regresión lineal. Los parámetros de la "curva que mejor se ajuste" y que se utilizan habitualmente son:

- Los valores medios: Denominados Mesor.
- La amplitud: Distancia entre Pico y valor medio multiplicada por dos.

-Acrofase: Situación temporal en el rango de 24 horas del ciclo del pico del ritmo.

Todos estos aspectos, así como el método ampliamente descrito pueden revisarlo los lectores interesados en: Halberg y Katinas (1975).

El resultado de estos análisis estadísticos, permite distinguir a un individuo o a una población en términos de un "mapa de fase" (figura 2) donde se representan exclusivamente las acrofases del ritmo de cada variable.

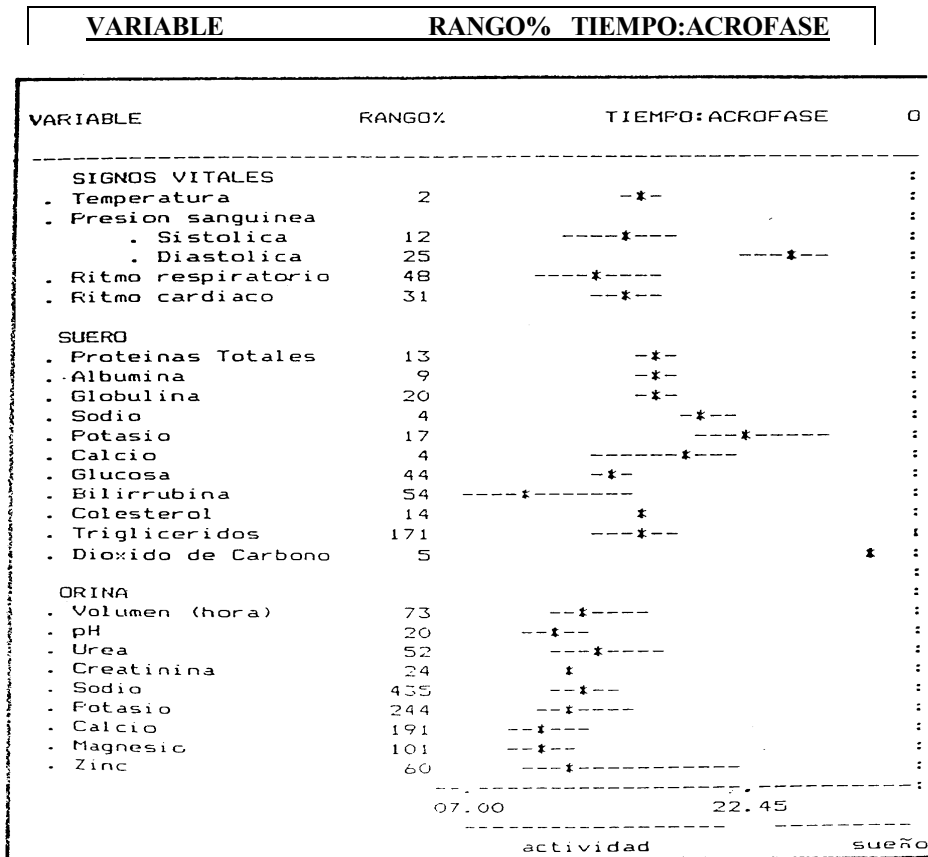


FIGURA 3

Debemos señalar que existen diferencias individuales muy significativas al representar a los sujetos mediante estos mapas, con ritmos tendentes al adelantamiento o retraso de fase.

No obstante, el objetivo habitual al evaluar la ritmicidad de un individuo o población suele ser la representación de este "mapa de fase". Las posibles anomalías que puedan suceder

en un momento dado se analizan a través de las desviaciones de fase y/o amplitud en los mapas de fase de los sujetos estudiados respecto a los mapas de fase de su población de referencia. Los efectos de las variaciones transmeridionales con cambios de zona horaria, enfermedades, aplicaciones farmacológicas, o como en el caso de nuestro estudio, evaluar la adaptación al cambio horario laboral son el resultado de la aplicación de esta metodología.

En ocasiones, los ritmos biológicos circadianos son el resultado de las variaciones ambientales sobre el individuo. Así, lo habitual por la noche es dormir y ayunar, permitiendo estos hechos predecir que la presión sanguínea, ritmo cardíaco, temperatura corporal y más ritmos se elevaran durante el día y descenderán por la noche. Podríamos igualmente explicar las acrofases nocturnas de ciertas hormonas, puesto que una de las tareas de la función endocrina es el crecimiento y/o reparación de los tejidos que tiene lugar cuando el organismo esta menos activo. No obstante, podemos ver que en el ritmo de la temperatura corporal la curva va descendiendo posteriormente al comienzo del sueño (23.30 horas), del mismo modo, su ascenso comienza previamente al estado de vigilia (07.30 horas), circunstancias que hacen plantearse la existencia de factores extrínsecos al ciclo sueño-vigilia.

Algunos trabajos de investigación utilizan factores socioambientales como variables independientes en sus diseños. Número de horas de sueño, vigilia forzada, variaciones en la ingestión alimenticia, cambios de iluminación, semiprivación sensorial, son claros ejemplos de este modelo de investigación. El protocolo de "rutina constante" ensayado por Halberg y col (1981) es hasta el momento el trabajo de investigación que simultáneamente analiza el mayor número de variables de este tipo. Halberg y col (1981), compara los ritmos biológicos de un grupo de sujetos en un esta-

dio 1, denominado de "carrera libre" (privación de ciclos luz-oscuridad habituales, ajustando las horas de comida, actividad social y sueño a su gusto), con un estadio 2, donde los sujetos están sometidos a tareas rutinarias en períodos constantes de 24 horas (ciclo social habitual), denominándose a este estadio "tarea de rutina constante".

Los resultados del estudio anteriormente mencionado, permiten principalmente tres conclusiones:

- 1º. El ritmo biológico de la temperatura corporal, así como todos aquellos con características circadianas similares, se mantiene a través de la rutina constante. Este hecho hace suponer la existencia de mecanismos endógenos de control, lo que ha venido denominándose como "reloj interno".
- 2º. La alternancia día/noche en relación con sus actividades sociales habituales, provoca significativas variaciones en los ritmos, demostrándose la influencia de factores extrínsecos.
- 3º. En condiciones normales, los componentes endógeno y exógeno, se encuentran sincronizados en su fase (discurren en paralelo).

Según estas conclusiones, los mínimos valores registrados por la noche en los ritmos, serían debidos por una parte al reloj interno o agente endógeno, y por otra, a la inactividad y ayuno (actividad social exógena) que acompañan al sueño. Así, parece, que los ritmos biológicos circadianos, en situaciones sociales típicas, constarían de ambos componentes: endógeno y exógeno.

Desde el punto de vista práctico, asumiendo la existencia de los dos componentes anteriormente mencionados, los trabajos de investigación se han fundamentado en cuanto al efecto que pueden ejercer la modulación de los diferentes elementos exógenos, elementos que reciben habitualmente el nombre de Zeitgeber (del alemán: zeit "tiempo", geberg "dador").

La correcta identificación de estos denominados zeitgeber, así como la determinación de los factores que modulan su funcionamiento, permitiría por ejemplo adoptar la solución más adecuada en los tratamientos de ajuste a los turnos de trabajo, distribuir las tareas " más intelectuales", de mayor carga mental, en los períodos pico para tareas cognitivas, aquellas más físicas, en sus acrofases óptimas, etc.. El objetivo de nuestro trabajo, en este momento, es mucho más humilde y restringido. Presentaremos el sistema que hemos utilizado para seleccionar aquellos sujetos que mejor se adaptarían a un turno de trabajo rotativo con ciclo nocturno.

Material y Métodos

Sujetos

Para desarrollar el sistema utilizamos treinta sujetos, todos ellos con turno de trabajo rotativo. El sistema de rotación por turnos se llevaba a cabo del siguiente modo:

- 90 días consecutivos en cada turno
- turnos de 8 horas ininterrumpidas
- 5 jornadas laborales- 2 días de descanso
- 1º turno de 07 a 15 horas
- 2º turno de 15 a 23 horas
- 3º turno de 23 a 07 horas

Todos los sujetos rotaban por cada uno de los turnos, el sistema de rotación era "hacia delante", produciéndose el cambio de turno posteriormente a los días libres.

Con este sistema, salvo en períodos de vacaciones, permanecían los treinta sujetos en grupos de diez en cada turno.

Las edades de estos sujetos al comienzo de nuestro estudio oscilaban entre 26 y 58 años, siendo su media de edad de 41 años y 7 meses. La totalidad de la muestra estuvo constituida por varones, encontrándose todos ellos realizando este tipo de rutina laboral durante más de cinco años consecutivos.

Todos los sujetos admitieron su participación voluntaria en el estudio, no estableciéndose primas ni gratificaciones al respecto.

Instrumentos

* Medida de la tasa cardíaca: Se utilizó un doble procedimiento. El primero de ellos manual, mediante la presión del dedo índice del evaluador sobre la arteria radial del sujeto; esta medida se verificaba con el registro obtenido con el analizador - APT Digital 300-.

* Medida de presión sanguínea sistólica y diastólica: Utilizamos asimismo un doble procedimiento. El primero convencional, utilizando un esfigmomanómetro de columna de mercurio y un fonendoscopio; ratificando la medida mediante el analizador -APT Digital 300-. Las medidas se realizaron utilizando los dos brazos.

* Medida de tasa respiratoria: Comenzamos utilizando un espirómetro, comprobando que el aparato en sí alteraba significativamente los datos registrados. Al parecer, según los comentarios de los sujetos sometidos a la medida, la complicada parafernalia del instrumento alteraba el ritmo habitual. Ante este problema optamos por llevar a cabo la medida a través de un sistema de doble cuenta. Evaluador y sujeto registraban durante un minuto el número de inspiraciones, transcurrido este período se anotaba el promedio de ambos recuentos.

* Medida de temperatura periférica: Utilizamos para este registro dos termómetros de alta precisión y velocidad.

- Ulrson RH 101

- Omron 155

Ambos modelos se comprobaban diariamente, verificando entre ellos medidas similares. Se efectuaba asimismo un calibrado continuo respecto a un modelo tradicional de columna de mercurio.

* Medida de la tipología Matutinidad-Vespertinidad: Se utilizó la adaptación al

castellano del Morningness-Eveningness Questionnaire de Horne y Ostberg (1976), verificando previamente sus resultados Martín y col (1988).

* Evaluación del rendimiento: Para obtener esta variable se utilizó un registro de vigilancia a través de una tarea de detección de señales diseñada específicamente para este estudio, Martín y col (1988).

Procedimiento

Los sujetos, divididos en tres grupos, fueron evaluados durante su permanencia en cada uno de los tres turnos que comprendían el sistema de rotación.

Los registros se efectuaban , una vez que los sujetos habían permanecido quince días en el turno . El propósito de este sistema era que los sujetos ajustaran sus ritmos biológicos al turno evaluado.

Al comienzo del estudio, los sujetos confeccionaron el cuestionario de matutinidad- vespertinidad, siendo ratificados al final del estudio. En el 100% de los casos su calificación mediante este cuestionario fue similar.

Cada sujeto era evaluado cuatro veces al día durante tres periodos de diez días consecutivos, obteniéndose al final del proceso cuarenta medidas de cada variable para cada turno de trabajo. En total ciento veinte medidas para cada sujeto. El ritmo se establecía con una primera evaluación al comienzo del turno, efectuando las medidas siguientes cada dos horas. Con este sistema podíamos registrar ritmos circadianos divididos en doce medidas.

El orden de medida de las variables fue el siguiente:

- 1º Temperatura periférica+ Ritmo respiratorio
- 2º Ejecución de la tarea de vigilancia
- 3º Medida de la tasa cardíaca
- 4º Medida de Presión sanguínea sistólica y diastólica

Aproximadamente el tiempo total de registro utilizado en cada sujeto era de seis minutos y treinta segundos. El periodo de examen para cada ciclo oscilo entre diecisiete y veinte días, debido fundamentalmente a la interrupción de los días libres normativos de los sujetos examinados.

Resultados

Los resultados se ajustaron en un primer momento al modelo biológico de ritmo circadiano descrito anteriormente. Para su análisis posterior no pudimos utilizar este sistema, ya que el registro se había efectuado en diferentes días para los ciclos de mañana, tarde y noche.

Puesto que los ritmos obtenidos procedían de la suma de tres periodos independientes de ocho horas, comprendiendo estos periodos diez medidas independientes asimismo, necesitábamos un procedimiento que garantizará con la mayor fiabilidad la reducción a un solo registro horario para cada variable y sujeto. En ocasiones, con este propósito, se ha venido utilizando bien la media aritmética o la mediana de las puntuaciones obtenidas. En nuestro caso optamos por utilizar un procedimiento de "filtro", que parece podía darnos un mayor índice de fiabilidad. Utilizamos el "método promedio de las puntuaciones ipsativas", aplicándolo para cada variable y sujeto (Lammiell, 1982). El método consiste en líneas generales en transformar cada una de las puntuaciones obtenidas en cada período del día mediante la formula siguiente:

$$I_{\text{pao}} = (S_{\text{pao}} - S'_{\text{pao min}}) / (S'_{\text{pao min}} - S'_{\text{pao máx}})$$

donde :

I_{pao} = Puntuación ipsativa

S_{pao} = Puntuación registro del sujeto

$S'_{\text{pao min}}$ = Puntuación mínima del periodo de registro

$S'_{\text{pao máx}}$ = Puntuación máxima del periodo de registro

Este procedimiento se utilizó para cada medida horaria durante los diez periodos de medida, así como para corregir cara ritmo individual en las siete variables examinadas.

Finalizado el proceso, obtuvimos una matriz de puntuaciones ipsativas, matriz que fue la utilizada en los análisis posteriores. La matriz estaba compuesta por siete variables para cada sujeto, compuesta de doce medidas en cada una de ellas.

Para facilitar la comprensión de los resultados y de los análisis efectuados a continuación, hemos nominado las variables del siguiente modo:

X = Ritmo Beta en la tarea de detección de señales

Y = Tasa Cardíaca

Z = Temperatura corporal periférica

V = Ritmo D' en la tarea de detección de señales

W = Presión sistólica

R = Presión Diastólica

T = Tasa Respiratoria

Los análisis efectuados, todos ellos partiendo de la matriz de datos descrita anteriormente fueron los siguientes:

1° Queriendo saber si podían existir diferencias significativas entre los diferentes niveles de registro llevamos a cabo un ANOVA para los niveles de registro nocturno (Tabla 1).

Tabla 1.

Variable (Ritmo)	F	P .005
Beta	42.43	*
Cardiaco	53.45	*
Temp. perif.	67.95	*
D'	31.75	*
Pres. Sistólica	14.79	*
Pres. Diastólica	3.93	*
Tasa Respirat.	26.16	*

2° Intentando eliminar aquellas variables de menor significación, para efectuar las oportunas regresiones con las restantes, se llevo a cabo la corrección de Scheffé en los resultados del ANOVA utilizado anteriormente (Tabla 2).

Tabla 2. Contraste de Scheffé

Variable (Ritmo)	Hora del día con signif.
Beta	03, 05, 17, 19
Cardiaco	05, 15, 17
Temp. perif.	03, 05, 07, 17, 19, 21
D'	03, 05, 19, 21
Pres. Sistólica	No Significativo
Pres. Diastólica	No Significativo
Tasa Respirat.	No Significativo

3° Eliminadas las variables con menor significación, nos interesaba encontrar un pronóstico entre las variables dependientes e independientes de nuestro estudio, para lo que llevamos a cabo un análisis de regresión entre las mismas. La regresión se efectuó independientemente sobre cada uno de los dos criterios utilizados (D' y Beta) (Tabla 3).

4° Realizado el análisis anterior, nos interesamos por determinar la posibilidad de efectuar una predicción matemática del rendimiento a partir de los indicadores fisiológicos utilizados en nuestro trabajo. Para lograr este objetivo utilizamos un análisis discriminante, utilizando como variable discriminante el

rendimiento nocturno. La citada variable se estableció en dos niveles, niveles establecidos a través de la puntuación en rendimiento. El nivel 1 estaba compuesto por el 33% de los

sujetos con mejores puntuaciones en rendimiento, quedando constituido el nivel 2 por el 33% de los sujetos con las menores puntuaciones (Tabla 4).

Tabla 3.

VV.DD.	VV.II.	Peso	Constant
W3	Y2	-0.4487	0.3013
W3	Y7	0.5386	-0.5396
W3	Y8	0.4768	
X3	Y7	-0.6096	1.3000
X3	Z3	-0.3419	0.9350
X2	Z10	0.7848	-0.1216
X2	Y8	0.3239	
W2	Y8	-0.4858	0.5926

Siendo:

W = Detectabilidad D'

X = Criterio de Respuesta (Beta)

Z = Punt. ipsativa de Temperatura periférica

Y = Punt. ipsativa de ritmo cardíaco

1 = 01 horas 5 = 09 horas 9 = 17 horas

2 = 03 horas 6 = 11 horas 10 = 19 horas

3 = 05 horas 7 = 13 horas 11 = 21 horas

4 = 07 horas 8 = 15 horas 12 = 23 horas

5º El último paso, consistió en verificar si la calificación en matutinidad-vespertinidad (adaptación del cuestionario de Horne y Ostberg, 1976) podía ser utilizada como predictora del rendimiento nocturno. De acuerdo a los datos que teníamos el méto-

do de análisis utilizado fue la prueba de Kruskal-Wallis cruzando los valores de calificación del cuestionario (Matutino-Vespertino-Indeterminado) y el rendimiento nocturno (Tabla 5).

Tabla 4.

Variables predictoras	Coefficiente canónico
Y5 (ipsativa tasa cardiaca 09 h.)	-0.91785
Z6 (ipsativa temperatura 11 h.)	-0.77968
Constante : 8.51149	
Grupos	% Clasificación correcta
Alto rendimiento	90
Bajo rendimiento	70
Grupos	Variable canónica
Alto rendimiento	0.93790
Bajo rendimiento	-0.93790

Tabla 5.

Rendimiento	Nº sujetos	Σ punt.
Grupo Matutino	5	131
Grupo Vespertino	15	204.5
Grupo Indiferenciado	10	129.5
T= 8.8742		
X ² 0.95, 2 = 5.99		

Discusión

Al igual que el rendimiento, la vigilancia, que en el caso de nuestro estudio la equipáramos a una medida de rendimiento, presenta diferencias significativas respecto a la hora del día, es decir, se comporta de acuerdo a un ritmo circadiano. Numerosos trabajos de investigación ya habían presentado resultados similares Mc Grath (1960), Fox (1975), Davies y Parasuraman (1982), Craig (1985) Smith y Folkard (1993). Si bien las causas de estos efectos no son similares para todos los autores, existe un firme acuerdo en la forma y distribución de los efectos encontrados. Las conclusiones de los estudios mencionados al respecto, unidas a los resultados encontrados en nuestro trabajo, indican que rendimiento y vigilancia siguen procesos de eficacia circadiana similar.

El primer paso a dar en una investigación que trabaja con ritmos biológicos, es demos-

trar que las variables sometidas a estudio se comportan de acuerdo al ciclo que se las asigna. Encontrar su variación respecto a un punto medio, identificar sus acrofases, su amplitud y representar su mapa de fase, suele ser el método utilizado. Comparando los valores obtenidos en nuestro trabajo, con los presentados por Minors y Watherhouse (1983) para este mismo grupo de variables en población americana con trabajo diurno, observamos que los ritmos a lo largo del día describen una trayectoria similar, asimismo tanto sus acrofases (valores máximos de la variable) como sus nadires (valores mínimos) se producen en horas similares; lo que parece indicar que los sujetos sometidos a tareas nocturnas rotativas no desplazan significativamente su fase de ritmo.

En la tabla siguiente (Tabla 6), presentamos la comparación de nuestros resultados con los obtenidos por Minors y Watherhouse (1983).

Tabla 5.

Variable	Diferencia	A.	B.
Temperatura	0.27	0.8° C.	0.53° C.
Tasa Cardíaca	8	32 pm	24 pm
Pr. Sistólica	0.9	2.3 mm Hg	1.4 mm Hg
Pr. Sistólica	0.7	1.8 mm Hg	1.1 mm Hg

Comparación en amplitud de ritmo
Siendo A.: Minors y Waterhouse (1983)
B.: Martín (1988).

No hemos encontrado significación en las diferencias que puede ver el lector en acrofases y nadires de ambos estudios, que, probablemente, se deban más a la diferente metodología de análisis de datos efectuada entre ambos trabajos, que a la existencia de verdaderas diferencias explicativas entre ambos grupos.

Con enorme sorpresa, sí hemos encontrado importantes diferencias en las amplitudes de sus puntuaciones medias directas de todas las variables estudiadas. No ha sido posible la confirmación estadística de este hecho, ya que, el número de sujetos utilizado en nuestro trabajo no permite su confirmación metodológica. A pesar de ello, este hecho, despierta el enorme interés de continuar interesados en

esta línea de trabajo. Los datos obtenidos, parecen ir paralelos a los resultados obtenidos en anteriores estudios de desincronización como los realizados por Froberg y cols (1972); Folkard y Monk (1983); Bosch y de Lange (1987), con lo que parece interesante indicar ya desde este punto, que el trabajo rotativo con ciclo nocturno provoca en los sujetos sometidos a este tipo de rutinas laborales "una reducción en la amplitud de los ritmos biológicos".

Si bien el hecho descrito en el párrafo anterior indica claramente una severa alteración en los sujetos sometidos a los turnos rotativos con ciclo nocturno, el objetivo de nuestro trabajo consiste fundamentalmente en describir, si es que existiesen, diferencias individuales en la adaptación a este tipo de sistemas laborales. Paso, aún más importante, sería saber en caso de darse estas diferencias, como podrían predecirse.

Algunos estudios, fundamentalmente basados en cuestionarios subjetivos, han intentado explicar la presencia de diferencias individuales en relación a diferentes aspectos. Nuestro trabajo, utilizando un método diferente, que consideramos mucho más fiable, presenta un sistema de predicción del rendimiento en este sistema laboral evaluado mediante indicadores fisiológicos. Los análisis presentados en el apartado de resultados confirman la posibilidad de clasificar a los individuos como adaptados ó inadaptados a este tipo de rutinas laborales. Los predictores que se muestran con mayor fiabilidad para efectuar esta predicción son la tasa cardíaca a las 05 y 09 horas y la temperatura corporal periférica a las 05 y 11 horas.

Nuestros resultados, en comparación con los estudios que describen una relación entre rendimiento y temperatura corporal periférica (Blake, 1971; Akerstedt, 1977), parecen estar completamente de acuerdo. No obstante, hemos encontrado una relación similar a la anterior entre el ritmo cardíaco y el rendi-

miento; lo que nos hace considerar que tanto el ritmo de la temperatura, como el ritmo cardíaco, son el resultado de algún oscilador de orden superior que controla tanto estos ritmos como puede que algunos más no estudiados hasta ahora. Este proceso ha sido ya planteado por algunos autores como Rutenfranz y col (1972), Foret (1982), Minors y Watherhouse (1983).

El último de los objetivos planteados en nuestro estudio: -Verificar la relación entre "matutinidad/vespertinidad" y rendimiento nocturno, así como encontrar si esta relación podía predecirse a través de variables de orden biológico-, se confirmó completamente.

Los cálculos estadísticos, posteriormente a graficar sus mapas de fase, se efectuaron mediante la prueba de Kruskal-Wallis. Prueba que mostró la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre Matutinidad-Vespertinidad y Rendimiento Nocturno.

Como comentamos en la introducción de nuestro trabajo, se acepta frecuentemente una reducción en la productividad nocturna. Los cálculos de esta mencionada reducción, oscilan entre un 5 y un 15% dependiendo de la organización que los ofrezca. La tarea ha de desarrollarse, no parece ser la causa, orientándose más las diferencias individuales en los sujetos que desarrollan estas tareas como las verdaderamente influyentes. Los resultados de nuestro estudio indican que aproximadamente el 20% de la población laboral estudiada, población que desarrolla este tipo de rutinas laborales se encuentra "inadaptada" (amplitud del ritmo inadecuada, calificación Matutina). Por lo que, parece evidente, que si apartamos a esta población inadaptada de este tipo de tareas, sería posible tanto controlar los mencionados déficits productivos, como preservar el estado de salud de este grupo de población.

Diversos trabajos apoyan nuestra hipótesis final, con resultados a favor de una tipología adaptativa. Esta tipología en ocasiones se orienta en el sentido de una adaptación social,

otras, en cuanto a hábitos de sueño, relación circadiana del ritmo de temperatura. Entre los principales estudios que presentan estos resultados podemos destacar a Horne y Ostberg (1976), Reimberg y col (1984), Nicholson (1984), Williamson y Sanderson (1986), Bosch y de Lange (1987), Vidacek y col (1993). Parece, así, que esta línea de trabajo viene a ser en la actualidad la más esperanzadora al respecto, por lo que nos es sumamente gratificante poder aportar nuestros resultados en el ánimo de continuar nuestro trabajo futuro en este sentido.

Como último punto de esta discusión, debemos argumentar, que la correcta aplicación de estos datos, así como, los resultados de los estudios realizados en esta línea, solo podrán aplicarse, si tanto organizaciones empresariales, como representantes de los trabajadores, por mutuo interés (Productividad - Salud Laboral) llegan a acuerdos puntuales al respecto.

Conclusiones

1° El trabajo rotativo con ciclo nocturno, provoca una reducción en la amplitud de diferentes ritmos circadianos. En los evaluados en nuestro trabajo se encuentran las siguientes reducciones:

Temperatura corp. periférica: - 0.27°C
 Ritmo cardíaco: - 8 p/m
 Presión sanguínea sistólica: - 0.9 mm Hg
 Presión sanguínea diastólica: - 0.7 mm Hg

2° Los individuos sometidos al sistema de turnos, con rotación nocturna, mantienen sus ritmos en sus fases habituales, permaneciendo todos ellos en fase cerrada.

3° El control oscilatorio del ritmo de rendimiento parece deberse a un mecanismo de influencia múltiple. A pesar de encontrar una relación con diferentes ritmos, no parecen ser estos, los moduladores del mismo.

4° El ritmo de temperatura, junto al ritmo cardíaco de un sujeto, son buenos predictores de su rendimiento nocturno. El modelo de aplicación predictivo, sería:

$$RN = 0.80148 (Y3) - 2.07200 (Y5) + 0.63859 (Z3) - 1.88295 (Z6) + 12.14214$$

donde:

RN= Rendimiento Nocturno

Y3= Punt. ipsativa del Ritmo Cardíaco a las 03 h.

Y5= Punt. ipsativa del Ritmo Cardíaco a las 09 h.

Z3= Punt. ipsativa de la Temperatura a las 05 h.

Z6= Punt. ipsativa de la Temperatura a las 11 h.

Si $RN \geq 1.70321$ Buen rendimiento nocturno

Si $RN \leq -1.70321$ Mal rendimiento nocturno

Los sujetos calificados entre ambas puntuaciones son sujetos indeterminados, su adaptación ó inadaptación irá en relación a la proximidad con las puntuaciones de Buen o mal rendimiento.

5° La calificación como sujeto matutino ó vespertino, supone asimismo un buen indicador de adaptación al turno rotativo con ciclo nocturno. Los sujetos calificados como matutinos presentan puntuaciones significativamente bajas en rendimiento nocturno, considerando que sería recomendable disculpar a estos individuos de este tipo de rutinas laborales.

Referencias bibliográficas

- Adams, J., Olkard, S. y Young, M. (1986) Coping strategies used by nurses on night duty. *Ergonomics*, 29, 2, 185-196.
- Akerstedt, T. (1977) Inversion of the sleep wakefulness pattern. Effects on circadian variations in psychophysiological activation. *Ergonomics*, 20, 459-474.
- Barton, J. y Folkards, S. (1991) The response of day and night nurses to their work schedules. *Journal of Occupational Psychology*, 64, (3), 207-218.
- Blake, M.J.F. (1971) Temperament and time of day. En W.P. Colquhoun (Ed), *Biological Rhythms and Human Performance*. London & N.Y. Academic Press, 109-148.
- Bohle, P. y Tilley, A.J. (1989) The impact on night work on psychological well-being. *Ergonomics*, 32, (9), 1089-1099.
- Bosch, L.H.M. y de Lange, W.A.M. (1987) Shift work in health care. *Ergonomics*, 30, (5), 773-791.
- Craig, A. (1985) Vigilance: Theories and laboratory studies. En S.Folkard y T.H. Monk (Eds), *Hours of work*. John Wiley and Sons Ltd, 107-122.
- Davies, D.R. y Parasuraman, R. (1982) *The Psychology of vigilance*. London Academic Press.
- Folkard, S. y Monk, T.H. (1983) Chronopsychology: Circadian rhythms and human performance. En *Physiological correlates of human behaviour*, vol 2. Attention and Performance. London Academic Press, 57-78.
- Foret, J. (1982) Sleep schedules and peak times of oral temperature and alertness in morning and evening types. *Ergonomics*, 25, (9), 821-827.
- Fox, J.G. (1975) Vigilance and arousal. A key to maintaining inspectors performance. En Drury y Fox, J.G. (Eds), *Human Reliability in Quality Control*. London, Taylor & Francis, 89-96.
- Froberg, J., Karlsson, C.G., Levi, L., y Lidberg, L. (1972) Circadian variations in performance, psychological ratings, catecholamine excretion and diuresis during prolonged sleep deprivation. *International Journal of Psychology*, 2, 23-36.
- Greenwood, K.M. (1994) Long term stability and psychometric properties of the composite scale of morningness. *Ergonomics*, 37, (2), 377-383.
- Halberg, F., y Katinas, G.S. (1975) Chronobiologic glossary. *International Journal of Chronobiology*, 1, 31-63.
- Halberg, F. (1978) Obituary. Professor John Mills. *Chronobiologia*, 5, 91-93.
- Halberg, J., Halberg, E., Halberg, F. y Regal, P. (1981) Circadian Desynchronization of blood pressure and core temperature variation in mesor-hypertensive rats compatible with unabridged life-span. Night and shift work. En Reimberg, A., Vieux, N., Andlauer, P. (Eds). *Biological and Social Aspects*. Pergamon Press.
- Horne, J.A., y Ostberg, O. (1976) A self questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. *International Journal of Chronobiology*, 4, 97-110.
- Iskra, G.I. (1993) The relationship between circadian, personality, and temperament characteristics and attitude towards shiftwork. Special Issue: Night and Shiftwork. *Ergonomics*, 36, (1-3), 149-153.
- Kogi, K. y Saito, Y. (1971) A factor-analytic study of phase discrimination in mental fatigue. *Ergonomics*, 14, 119-127.
- Lammie, J.T. (1982) The case for an idiopathic psychology of personality: A conceptual and empirical foundation. *Progress in Experimental Personality Research*, 11, 1-60.
- Lille, F. (1967). Le sommeil de jour d'un groupe de travailleurs de nuit. *Le Travail Humain*, 30, 85-97.
- Martín, J. y Martínez-Arias, M.R. (1988). *Predicción del rendimiento laboral nocturno. Un reto para la Ergonomía*. Libro de Simposios del 1º Congreso Iberoamericano y 3º Nacional de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones. 4132-4138.
- Martín, J., Martínez-Arias, M.R. y Pereda, S. (1989) Análisis y predicción del rendimiento laboral en tareas rotativas a partir de indicadores fisiológicos. *Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones*, 5, (12), 14-26.
- McGrath, J.J. (1960) The effect of irrelevant environmental stimulation on vigilance performance. *Technical Report*, 206-6. Los Angeles, Human Factors Research Inc.
- Minors, D.S. y Waterhouse, J.M. (1983). Does anchor sleep entrain circadian rhythms. Evidence from constant routine studies. *Journal of Physiology*, 345, 451-467.
- Monk, T.H., Weitzman, E.D., Fookson, J.E., Moline, M.L., Kronaver, R.E. y Gamder, P.H. (1983). Task variables determine which biological clock control circadian rhythms in human performance. *Nature*, 304, 543-545.
- Nicholson, A.N. (1984). Long periods of work and disturbed sleep. *Ergonomics*, 27, 629-630.
- Reinberg, A., Andlauer, P., de Prins, J., Mabec, W., Vieux, N. y Bourdeleau, P. (1984) Desynchronization of the oral temperature cir-

- cadian rhythm and intolerance to shift work. *Nature*, 308, 272-274.
- Rohner, J., Schurig, H.V., (1990) Caracteristiques individuelles du rythme circadien et bien-etre subjectif pendant le travail poste/Individual traits of circadian rhythmicity and subjective well being in shiftwork. *Le Travail Humain*, 53, (3), 265-276.
- Rutendranz, J., Aschoff, J., Mann, H. (1972). The effects of a cumulative sleep deficit, duration of preceding sleep period and body temperature on multiple choice reaction time. En *Aspects of human efficiency: Diurnal rhythm and loss of sleep*. London English Universities Press, 217-229.
- Scott, A.J. (1994). Chronobiological considerations in shiftworker sleep and performance and shiftwork scheduling. Special Issue: State-dependent cognitive functioning. *Human Performance*, 7, (3), 207-233.
- Smith, L. y Folkard, S. (1993). The impact of shiftwork on personnel at a nuclear power plant: An exploratory survey study. *Work and Stress*, 7, (4), 341-350.
- Totterdell, P. y Smith, L. (1992). Ten-hour days and eight-hour nights: Can the Ottawa shift system reduce the problems of shiftwork. *Work and Stress*, 6, (2), 139-152.
- Vidacek, S., Radosevic, V.B., Kaliterna, L. y Prizmic, Z. (1993) Individual differences in circadian rhythm parameters and short-term tolerance to shiftwork: A follow-up study. Special Issue: Night and Shiftwork. *Ergonomics*, 36, (1-3), 117-123.
- Walker, J. (1985) Social problems of shiftwork. En Folkard y Monk, T.H. (Eds), *Hours of work*. John Wiley & Sons Ltd, 211-226.
- Williamson, A.M. y Sanderson, J.W. (1986) Changing the speed of shift rotation a field study. *Ergonomics*, 29, 9, 1085-1096.