

# SENATO DELLA REPUBBLICA

COMMISSIONE LAVORO PUBBLICO E PRIVATO, PREVIDENZA SOCIALE

**Audizione** riguardante la salute e la sicurezza del personale del comparto ferroviario (atto n. 149).

Roma, 11.02.2020

*Prof. Giovanni Costa*

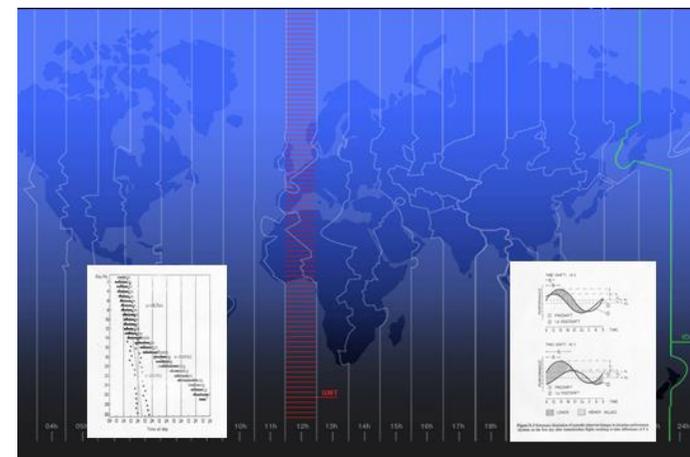
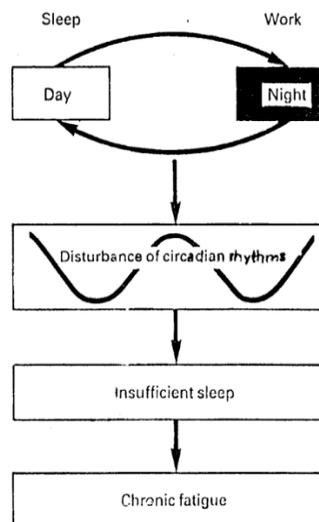
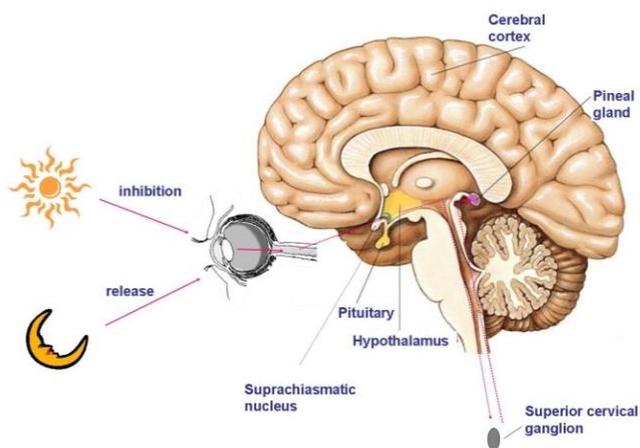
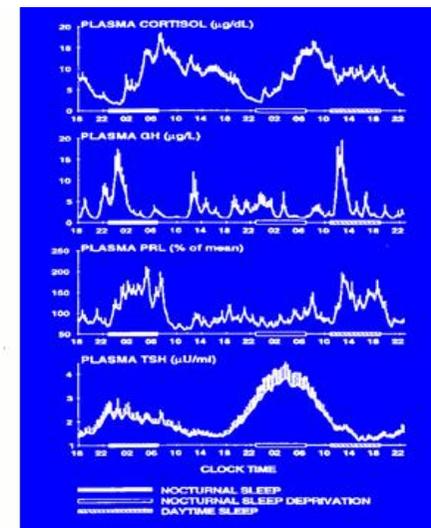
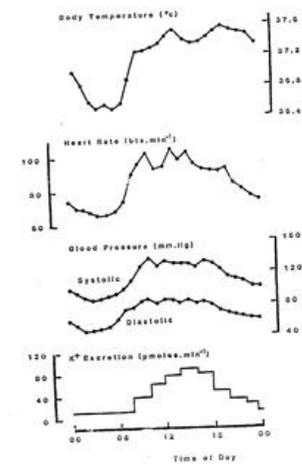
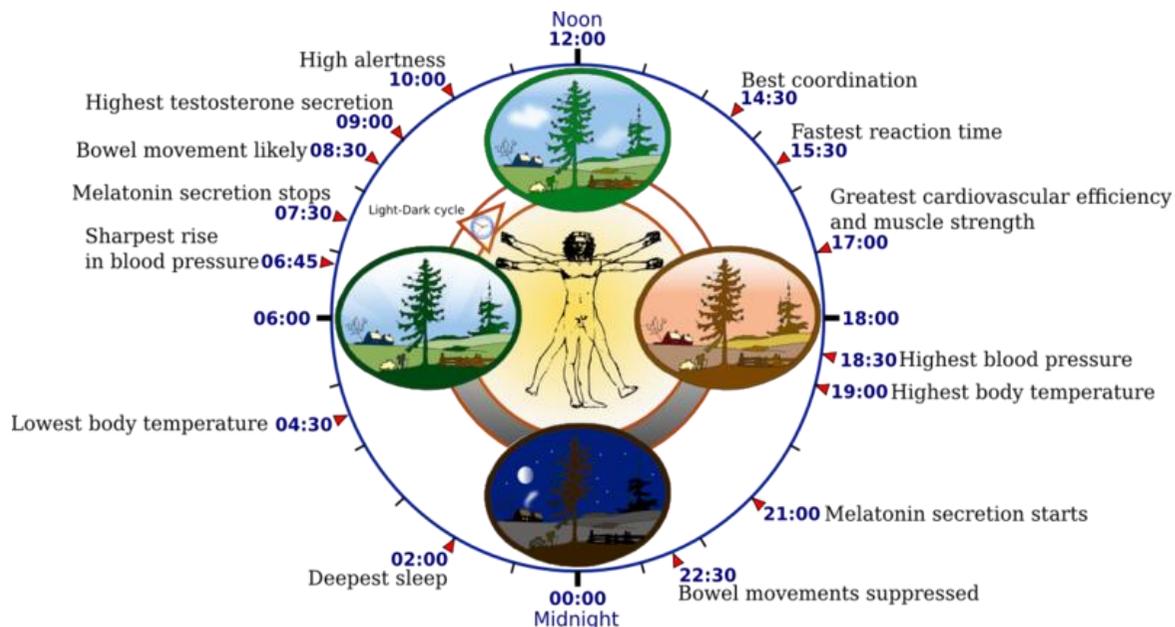
*Università di Milano e*

*Fondazione IRCCS Ca' Granda - Ospedale Maggiore Policlinico, Milano*

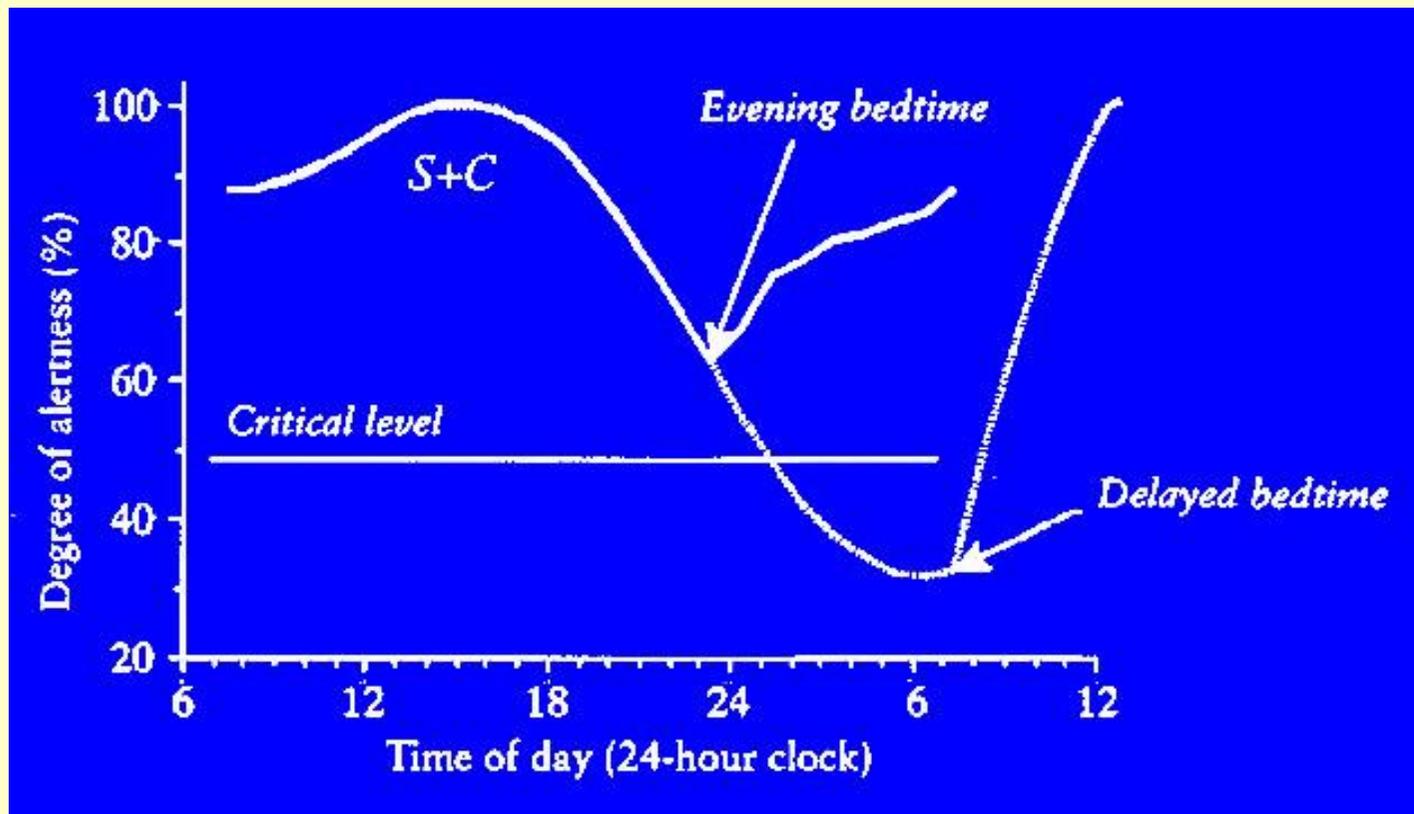
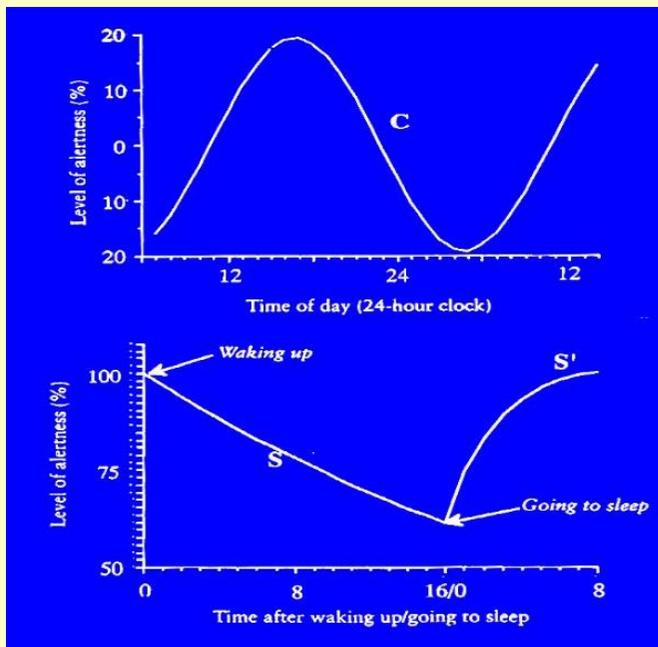
**Problemi connessi con il lavoro a turni e notturno:  
effetti su sicurezza e salute**

# Assetto biologico circadiano

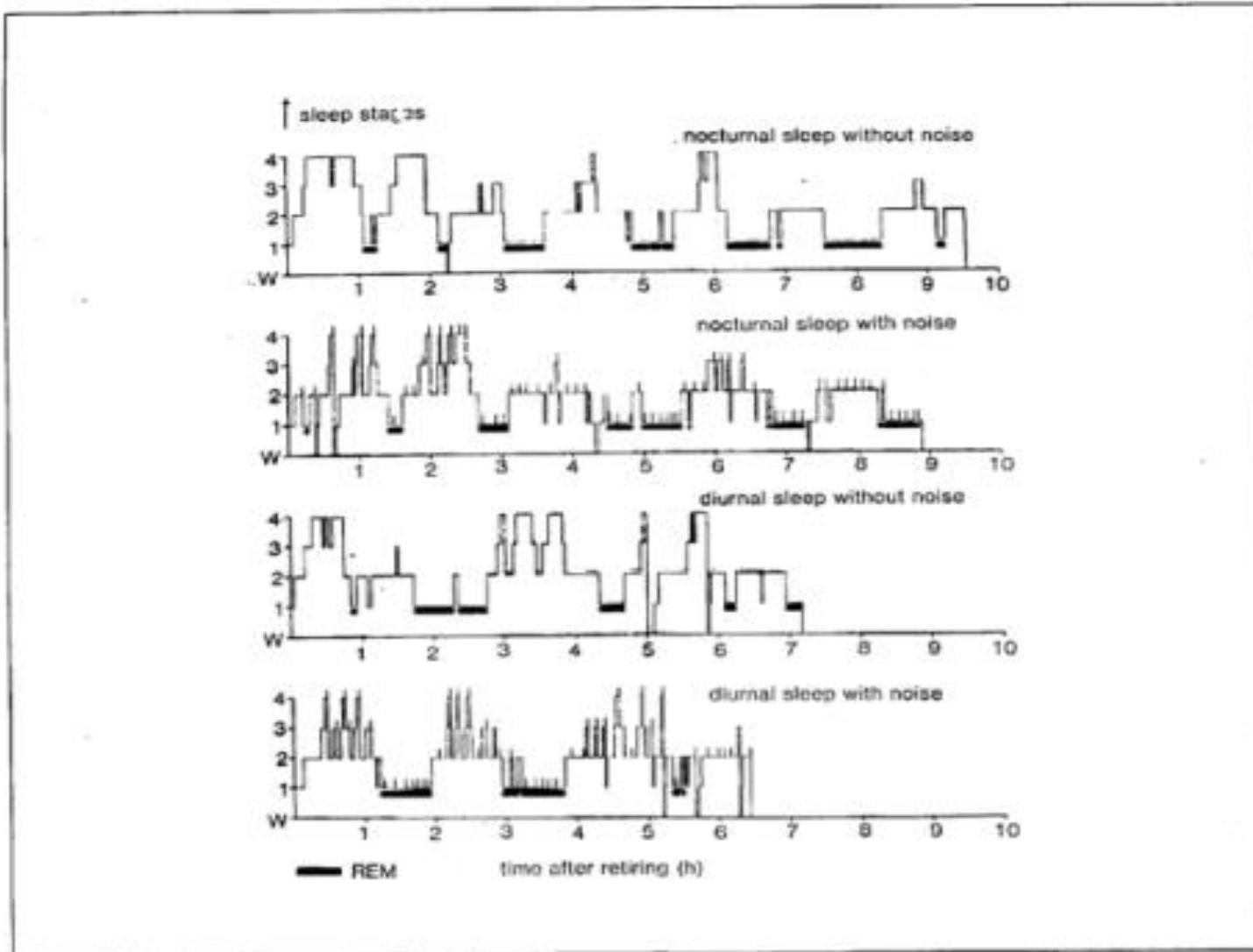
## Uomo "animale diurno"



# Andamento giornaliero della vigilanza



# Durata e qualità del sonno



Sonno notturno

Sonno notturno  
disturbato da rumore

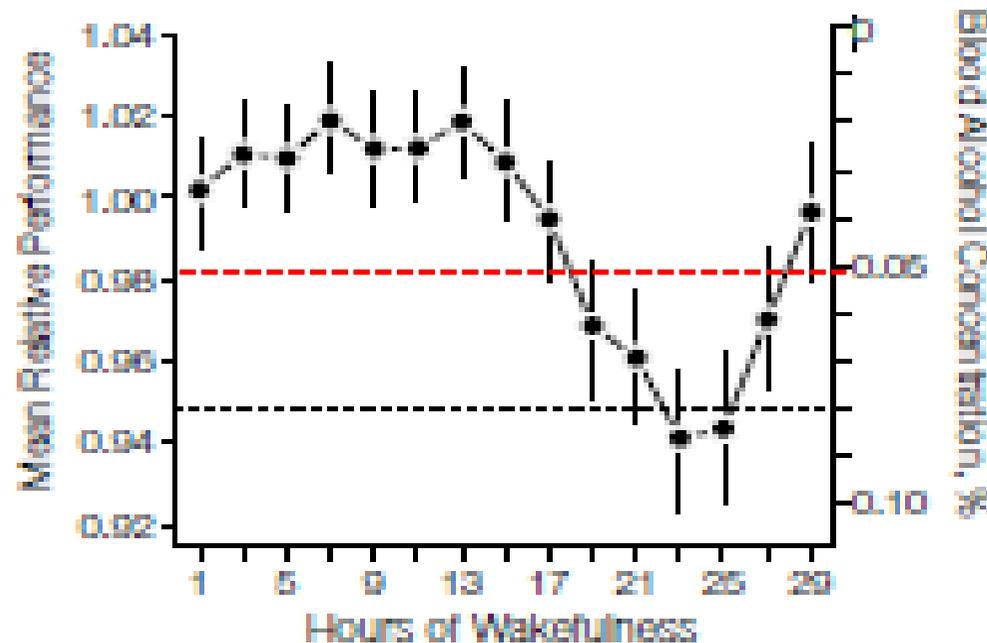
Sonno diurno

Sonno diurno  
disturbato da rumore

Fig. 2 - EEG sleep changes in a single subject sleeping either in the day-time or at night and with or without noise in the sleeping room. Brief awakenings indicated by upward spikes (from RUTENFRANZ et al. '75, fig. 1).

# Deprivazione di sonno e performance psicomotoria

**Figure.** Effect of Sleep Deprivation on Psychomotor Performance Compared With Blood Alcohol Concentration

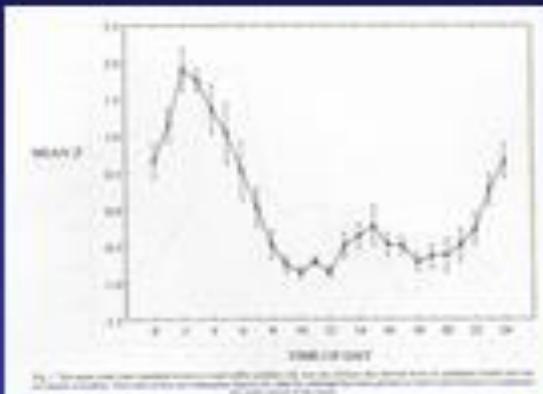


*“Era l’umida notte a mezzo il cerchio  
Del ciel salita, e già languidi e stanchi  
Su i duri legni i naviganti agiati  
Prende an quiete; quando ecco da l’alte  
Stelle placido e lieve il Sonno sceso,  
si fece quanto avea d’aere intorno  
serene e queto: e te, buon Palinuro,  
senza tua colpa, insidioso assalse,  
portando a gli occhi tuoi tenebre eterne.*

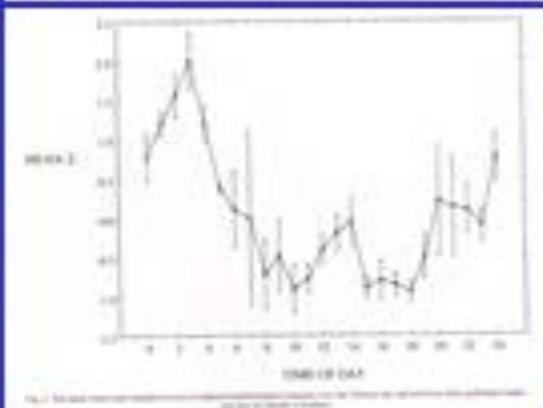
*Virgilio: Eneide, Libro V, versi 1188-1218; trad. di Annibal Caro (1507-1566)*

Giovaretti Costa - Università Milano

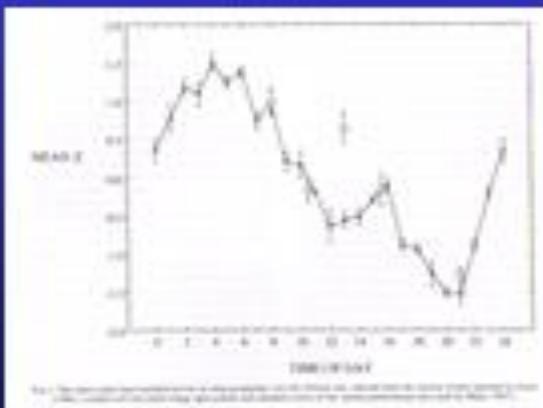
Weinger & Ancoli-Israel S (2002) JAMA 2002; 287:955-957



**Curva giornaliera di incidenza standardizzata di incidenti stradali**

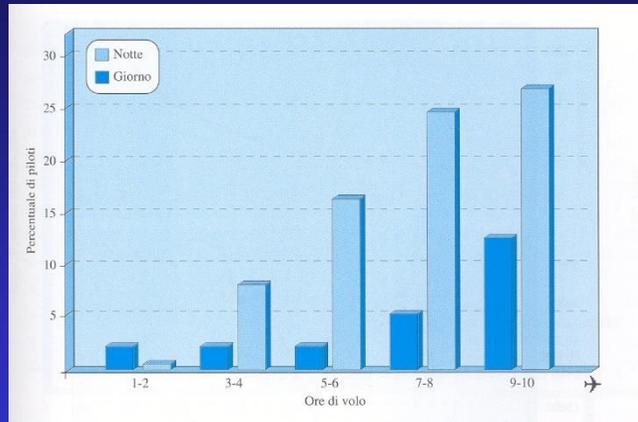


**Curva giornaliera di incidenza standardizzata di incidenti industriali**



**Curva giornaliera di propensione al sonno**

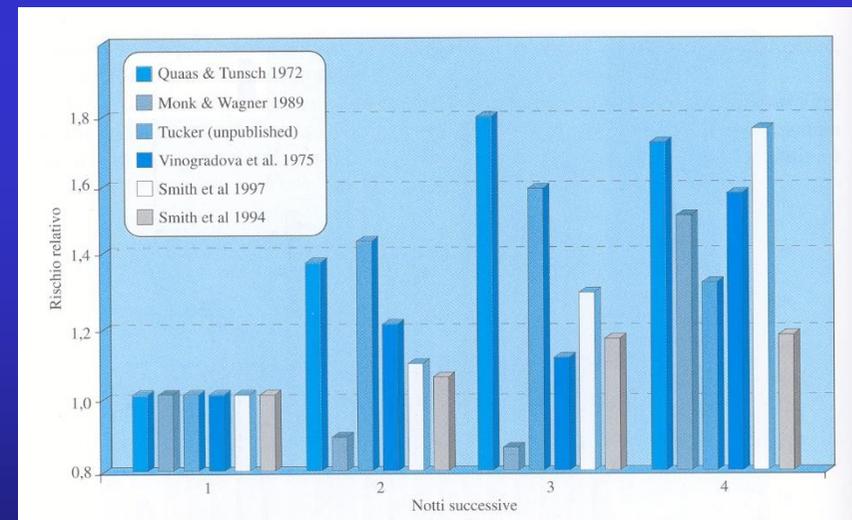
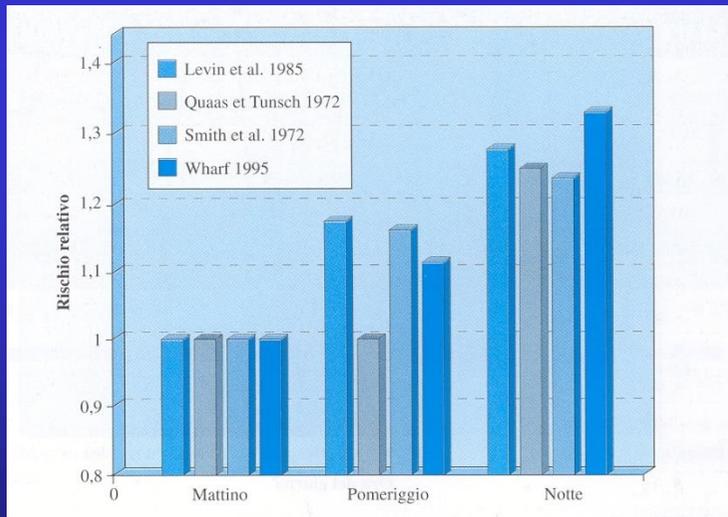
## Livello di stanchezza nel pilota di aereo



## Debito di sonno e incidenti

Sleep debt (h)	-3	-2	-1	≥0
Number of referents	117	413	460	542
Reporting occupational accidents (%)	18.8	16.0	10.0	10.0
Reporting leisure traffic accidents (%)	14.2	10.7	5.7	6.1
Reporting commuting traffic accidents (%)	8.1	7.0	6.4	2.6

## Rischio relativo di incidenti, in sistemi a 3 turni di 8 ore a rotazione in condizioni di lavoro comparabili

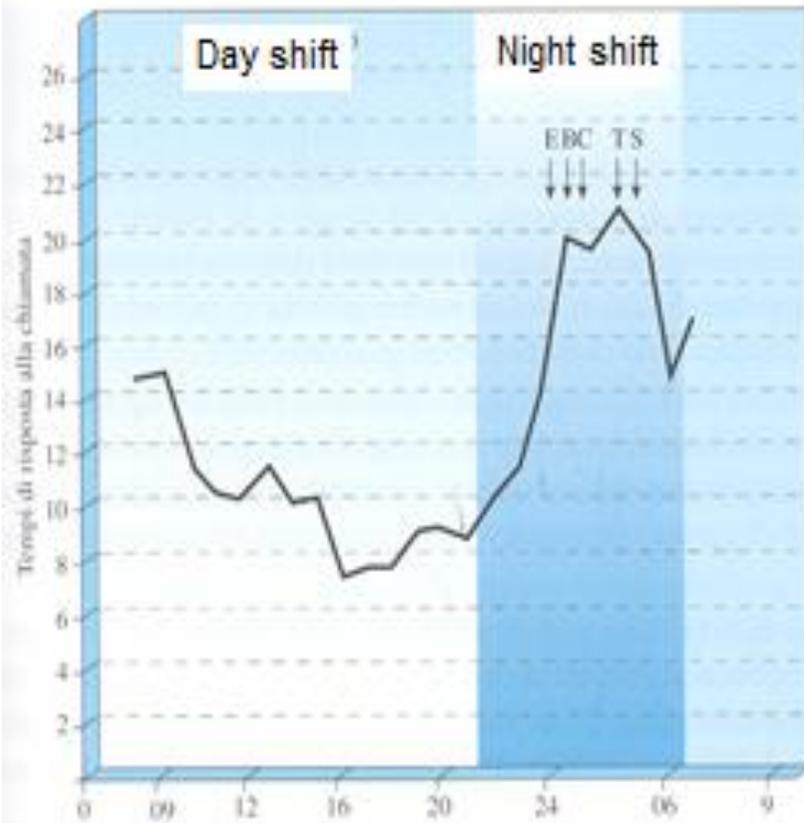


- aumenta del 18% nel turno del pomeriggio e del 30% nel turno di notte rispetto al turno del mattino
- aumenta con il numero di turni notturni lavorati in successione: +6% nella II<sup>a</sup>, +17% nella III<sup>a</sup> e +36% nella IV<sup>a</sup> notte.

Three Mile Island  
 Chernobyl  
 Bophal  
 Challenger Space Shuttle  
 Exxon Valdez



\*\*\*\*\*



### The 1984 Bhopal gas disaster

**December 3, 1984**  
 A cloud of methyl isocyanate gas leaked from the Union Carbide pesticide plant

- Up to 10,000 deaths in first three days
- Additional 20,000 people died of related injuries by 1994

Area affected by gas leak

Source: ANNE PLAZA, 1/24/85, 20/1/85, 24/1/85



**Legenda**  
 T=Three Mile Islands (04:00')  
 C= Chernobyl (01:23')  
 B= Bophal (00:56')  
 E= Exxon Valdez (00:20')  
 S= Challenger Space Shuttle (04:30')





## Incidenti alla guida

### Stress e sonnolenza/fatica responsabili di:

- 2 - 23% di tutti gli incidenti dei veicoli commerciali
- 10 - 40% degli incidenti autostradali
- 15% degli incidenti mortali occorsi a camionisti
- >> con durata di guida > 10 ore

### Incidenti “da veicolo singolo”

- maggiore probabilità di notte
- in USA 35% dei 4400 casi annuali di morte di autisti di camion



- La sonnolenza alla guida fa aumentare di 8 volte il rischio di incidente grave
- Gli incidenti “da veicolo singolo” hanno la maggiore probabilità di avvenire di notte o nel primo mattino, a parità di traffico
- Nel 2000, il Dipartimento dei Trasporti USA ha indicato la fatica come il principale problema per la sicurezza nel trasporto con un costo di 12 miliardi di dollari all’anno

*Studi clinici sul sonno documentano un maggior rischio di incidenti, soprattutto stradali, per le persone che soffrono di*

- insonnia (2 volte superiore)
- OSAS (4 volte superiore)
- narcolessia (6 volte superiore)

(Lavie 2006)

## Cosa dicono gli studi

Meno di 5 ore o più di 16 ore di veglia nelle 24 ore precedenti il turno di lavoro aumentano significativamente la probabilità di compromettere la prestazione con conseguenti errori (Dawson, AUS)

Una intensa sonnolenza è riferita dal 50% dei macchinisti in turno di Notte rispetto al 20% nel turno di Giorno (Harma, FIN)

Il rischio di sonnolenza intensa è 6-14 volte maggiore nel turno di Notte e 2 volte maggiore nel turno del Mattino presto rispetto al turno Giornaliero (Harma, FIN)

Durante la guida di notte il 36% dei macchinisti ha dichiarato di aver avuto dei colpi di sonno: all'EEG si sono registrati dei «microsonni» della durata fino a 60 secondi (Akestedt, SWE)

La probabilità di incorrere in un incidente o infortunio raddoppia dopo la 10ma ora di lavoro rispetto alle prime 8 ore (Folkard, UK).

# Sleepiness on the job: continuously measured EEG changes in train drivers.

[Torsvall L](#), [Akerstedt T](#).

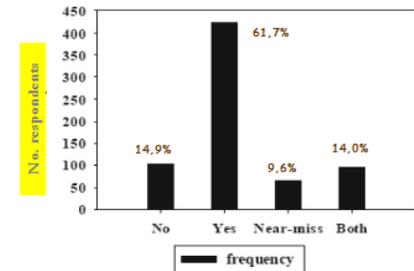
## Abstract

Eleven train drivers participated in the study during 1 night and 1 day journey (4.5 h) over the same route. Their EEG, EOG and ECG were recorded on portable tape recorders. The EEG records were subjected to spectral analysis (FFT) and the EOG was scored visually for slow eye movements (SEMs). The results showed that rated sleepiness increased sharply during the night journey. A similar pattern was seen for spectral power density in the alpha band, SEM and, to a lesser extent, also for power in the theta and delta bands. Heart rate was low during the entire night drive. The day journey showed low values without any trend for all variables. The intra-individual correlations were very high between rated sleepiness and, particularly, alpha and theta power density, as well as SEM. Further analyses showed that most of the night time increases in EEG/EOG parameters were confined to the 6 most sleepy subjects. Among these, 4 admitted to dozing off during the night drive and 2 of these 4 subjects failed to act on signals while exhibiting large bursts of alpha activity. It was concluded that EEG and EOG parameters closely reflect variations in sleepiness on the job and that these parameters, together with self-ratings, demonstrate that severe sleepiness may occur in train drivers during night work.



# Rischio clinico

Have you ever administered the wrong drug?



Orser et al. *Can J Anaesth* 2001; 48:119

- Da 44000 a 98000 pazienti morti all'anno per errore medico (Sexton et al, BMJ 2006)
- L'ottava causa più frequente di morte
- Il 70% dei chirurghi e il 47% degli anestesisti (contro il 26% dei piloti di aereo) negano l'effetto della fatica sulla performance
- Meno di sesto del personale di terapia intensiva non riconosce di fare errori

- Nei medici con turni di lunga durata (24 ore e più)
  - un'associazione con la riduzione dei livelli di attenzione e vigilanza e con l'aumento degli errori
  - un significativo miglioramento limitando la durata del turno (Lockley et al. NEMJ 2004; Landrigan et al. NEMJ 2004)

- In 2737 medici statunitensi in formazione, l'incidenza di almeno un errore importante del
  - 3.8% nel caso di nessun turno di lunga durata (32 h in media)
  - 9.8% nel caso da 1 a 4,
  - 16% nel caso di più di 4 turni di lunga durata, e con aumento del 300% di eventi avversi prevenibili, dovuti a fatica e/o deprivazione di sonno, con decesso del paziente (Barger et al. PLoS Med 2006)

- Tra gli infermieri è stato documentato
  - un significativo aumento degli errori, tali da mettere a repentaglio la sicurezza dei pazienti, in relazione alla durata del turno oltre le 8 ore, al lavoro straordinario e al lavoro a turni con lavoro notturno [Rogers et al, Health Aff 2004; Scott et al. Am J Crit Care 2006; Tanaka et al. Ind Health 2010)
  - una significativa associazione tra aumento dei tassi di mortalità ospedaliera associata a turni prolungati o con ridotti livelli di personale e alto turnover di pazienti [Needleman et al. NEJM 2011; Trinkoff et al. Nursing Res 2011).

# Fattori che influenzano la vigilanza e la fatica nella guida

## ORGANIZZAZIONE DEL LAVORO

- Carico di lavoro
- Monotonia
- Lavoro a turni e notturno
- Durata del lavoro
- Condizioni ambientali
- Pause

## CONDIZIONI PERSONALI

- Età
- Caratteristiche/abitudini sonno
- Cronotipo
- Personalità
- Stile di vita (dieta, alcool, fumo)
- Motivazione
- Salute / Farmaci





*Murphy LR: Job dimensions associated with severe disability due to CVD (J Clin Epidemiol, 1991)*

*Tra 32 diverse condizioni lavorative esaminate,  
le 4 maggiormente associate sono:*

- **Situazioni di pericolo**
- **Alti livelli di vigilanza e responsabilità**
- **Elevati livelli di scambio di informazioni**
- **Controllo/gestione di apparecchiature complesse**

### **“Threat-avoidant vigilant work” (Belkic 2000)**

- Controllori del traffico aereo
- Piloti di aereo e di nave
- Addetti a sale controllo di impianti chimici ed elettro-nucleari
- Chirurghi
- **Conducenti di autobus, treni**

**> Morbilità e Mortalità per patologie cardiovascolari (*cardiopatía ischemica, ipertensione*)**

**OR o RR = 1.5-3.3**

**Fattori di rischio:**

**Lavorativi:** stress, lavoro a turni, pressione del tempo, rumore, gas tossici (CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>)

**Personalí:** > BMI, > colesterolo, > fumo

# Lavoro a turni e notturno

## Costi individuali e sociali

**Benessere psichico, fisico e relazionale**  
**Incidenti e infortuni sul lavoro**  
**Esposizione a sostanze tossiche**  
**Ridotta efficacia di terapia farmacologica**  
**Soggetti più vulnerabili (donne, anziani)**  
**Vita familiare e sociale**  
**Disuguaglianze sociali**



### Effetti sulla salute a medio-lungo termine

- **Patologie gastrointestinali**
  - Gastroduodenite
  - Ulcera duodenale
  - Colon irritabile
- **Patologie neuropsichiche**
  - Insonnia e fatica cronica
  - Sindromi ansioso-depressive
- **Sindrome metabolica**
- **Malattie cardiovascolari**
  - Cardiopatia ischemica
- **Tumori**

Giovanni Carra

# Condizioni personali potenzialmente e/o generalmente associate a disturbi del sonno ed eccessiva sonnolenza

## ***Caratteristiche fisiologiche***

- Età
- Genere

## ***Atteggiamenti comportamentali***

- Mattutinità / Serotinità
- Capacità di vincere la sonnolenza
- Rigidità/Flessibilità di sonno
- Motivazione

## ***Stili di vita***

- Orari di sonno
- Alimentazione
- Esercizio fisico

## ***Condizioni patologiche***

- **Disturbi primitivi e secondari del sonno**
- Stress (DPTS, Burnout, Mobbing)
- Sindrome da fatica cronica
- Sindromi ansiose e/o depressive
- Consumo di farmaci sedativi e/o ipnoinducenti

## *Soggetti più vulnerabili: **LAVORATORI ANZIANI***

- *Riduzione della durata del sonno: risveglio precoce, > risvegli*
- *< Propensione al sonno al mattino presto (matt. trinità)*
- *> Propensione al sonno durante il giorno*
- *Riduzione della qualità del sonno: < sonno profondo (SWS)*
- *Più disturbi del sonno in generale*
- *Sonno diurno: > stadio 1; < SWS; > diuresi; > risvegli;*  
*> escrezione di noradrenalina*
- *Minore ampiezza dei ritmi biologici e più lento aggiustamento di fase nei successivi turni di notte*
- *Maggiore importanza del processo omeostatico sul livello di sonnolenza e di fatica*
- *Ridotta efficienza psico-fisica*
- *Maggiore fatica*
- *Salute compromessa*



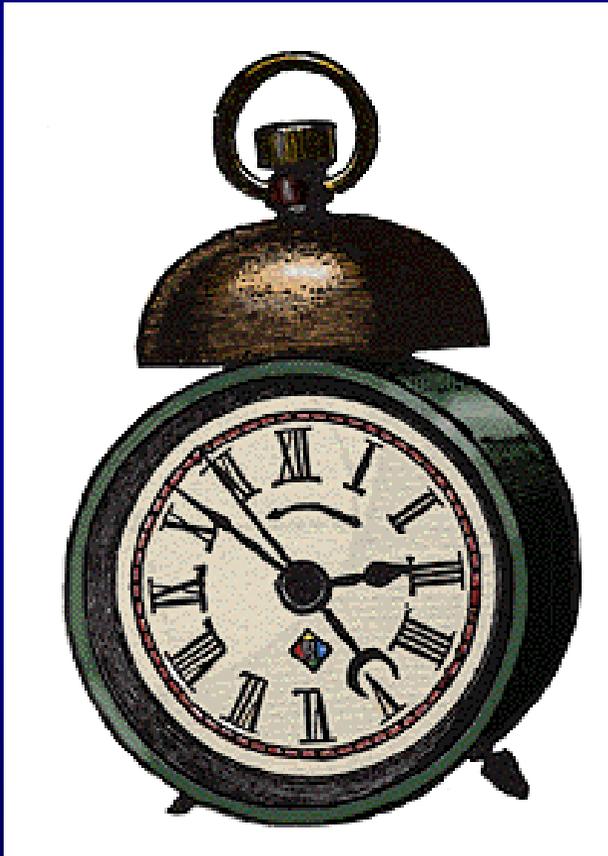
G Costa - Livelli

# Principali implicazioni pratiche

- **Conseguenze**
  - *Efficienza della performance (errori, incidenti)*
  - *Salute*
  - *Benessere sociale*
- **Interazioni**
  - *Caratteristiche personali*
  - *Condizioni di lavoro*
  - *Interessi sociali*
  - *Condizioni generali di salute*
- **Interventi**
  - *Organizzazione degli orari di lavoro*
  - *Informazione e formazione*
  - *Sorveglianza sanitaria*
  - *Contromisure / terapia*

# Fattori che influenzano il rischio del lavoro a turni

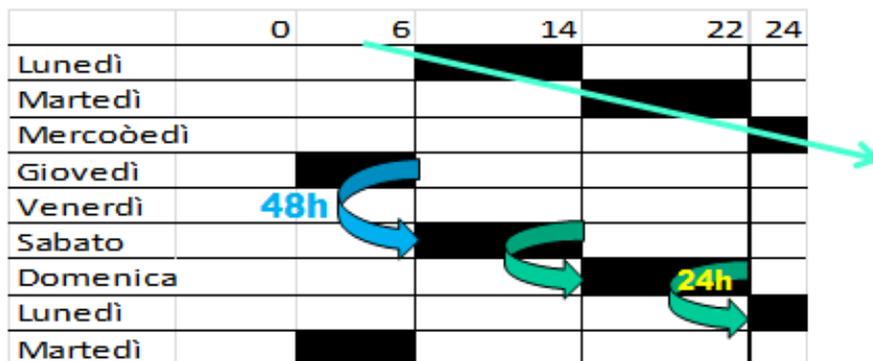
## Fattori connessi con il tipo di turno



- **Continuo, discontinuo**
- **Direzione/velocità di rotazione**
- **No. di Notti /ciclo e notti/anno**
- **No. di Notti consecutive**
- **Collocazione dei giorni di riposo**
- **Durata del turno**
- **Orari di inizio/fine turno**
- **Week-ends liberi**
- **Lunghezza/Regolarità del ciclo**

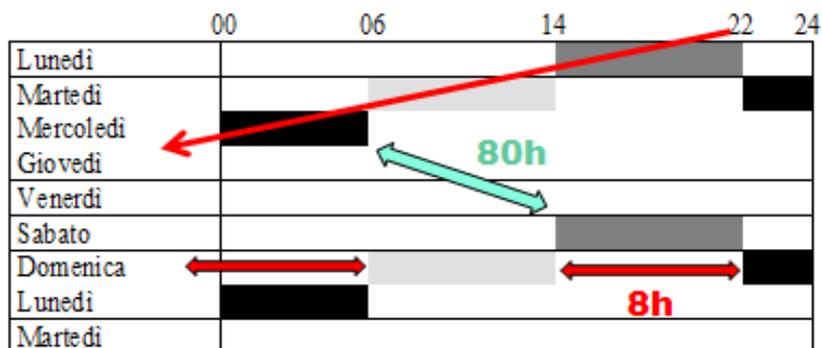
Implicazioni della  
opposta direzione di  
rotazione dei turni

**Schema di turno a rotazione rapida "1/1/1"  
in «ritardo di fase» (in senso orario)**



**24 ore di intervallo tra fine di un turno ed inizio del successivo**  
**3 turni di lavoro in 72 ore (3 giorni completi)**  
**48 ore di intervallo tra un ciclo di turno e il successivo**

**Schema di turno a rotazione rapida "1/1/1"  
in «anticipo di fase» (in senso antiorario)**



**8 ore di intervallo tra fine di un turno ed inizio del successivo**  
**3 turni di lavoro in 40 ore**  
**80 ore di intervallo tra un ciclo di turno e il successivo**

## Turno del mattino presto

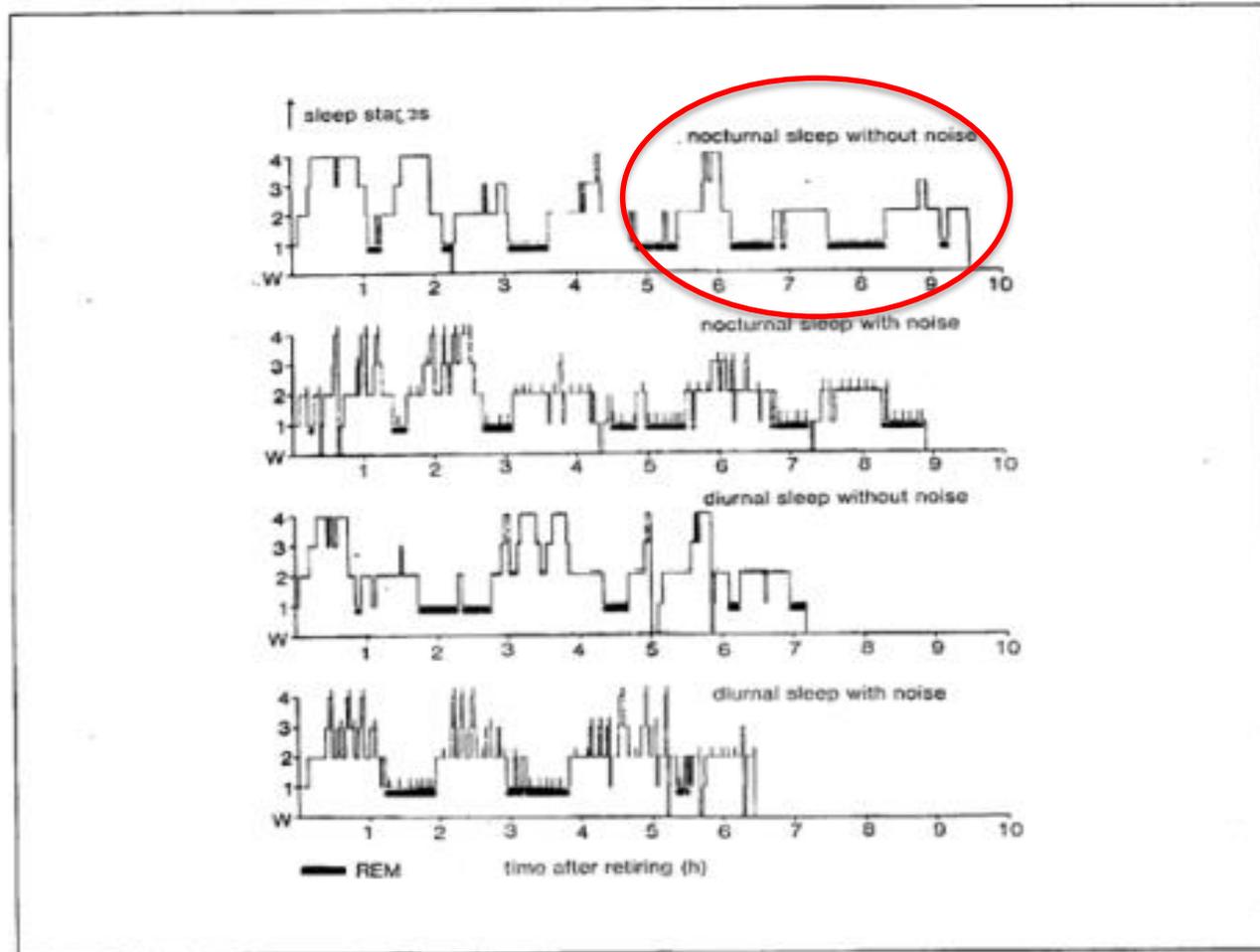


Fig. 2 - EEG sleep changes in a single subject sleeping either in the day-time or at night and with or without noise in the sleeping room. Brief awakenings indicated by upward spikes (from RUTENFRANZ et al.<sup>75</sup>, fig. 1).

# ***Criteria ergonomici per l'organizzazione dei turni***

- ***Limitare il più possibile il turno notturno***
- ***Poche notti di seguito (2-3 max)***
- ***Preferire turni ruotanti al turno fisso notturno***
- ***La rotazione veloce è migliore di quella lenta***
- ***La rotazione in senso orario (M-P-N) è meglio della anti-oraria***
- ***Durata del turno in base al carico di lavoro***
- ***Evitare l'inizio troppo anticipato del turno del mattino***
- ***Turni prolungati (9-12 h) solo quando il carico di lavoro è basso***
- ***Cicli di turno il più possibile regolari***
- ***Giorni di riposo preferibilmente dopo i turni notturni***
- ***Consentire flessibilità negli orari***

# Azioni compensative

## CONTRAPPESI

- *> retribuzione*
- *> igiene del lavoro*
- *< carichi di lavoro*
- *Job enrichment*

## CONTROMISURE

- *< turni notturni*
- *< orario di lavoro*
- *> riposi e ferie*
- *> pause per pasti e pisolini*
- *> servizi sociali*
- *> sorveglianza sanitaria*
- *passaggio al lavoro diurno*

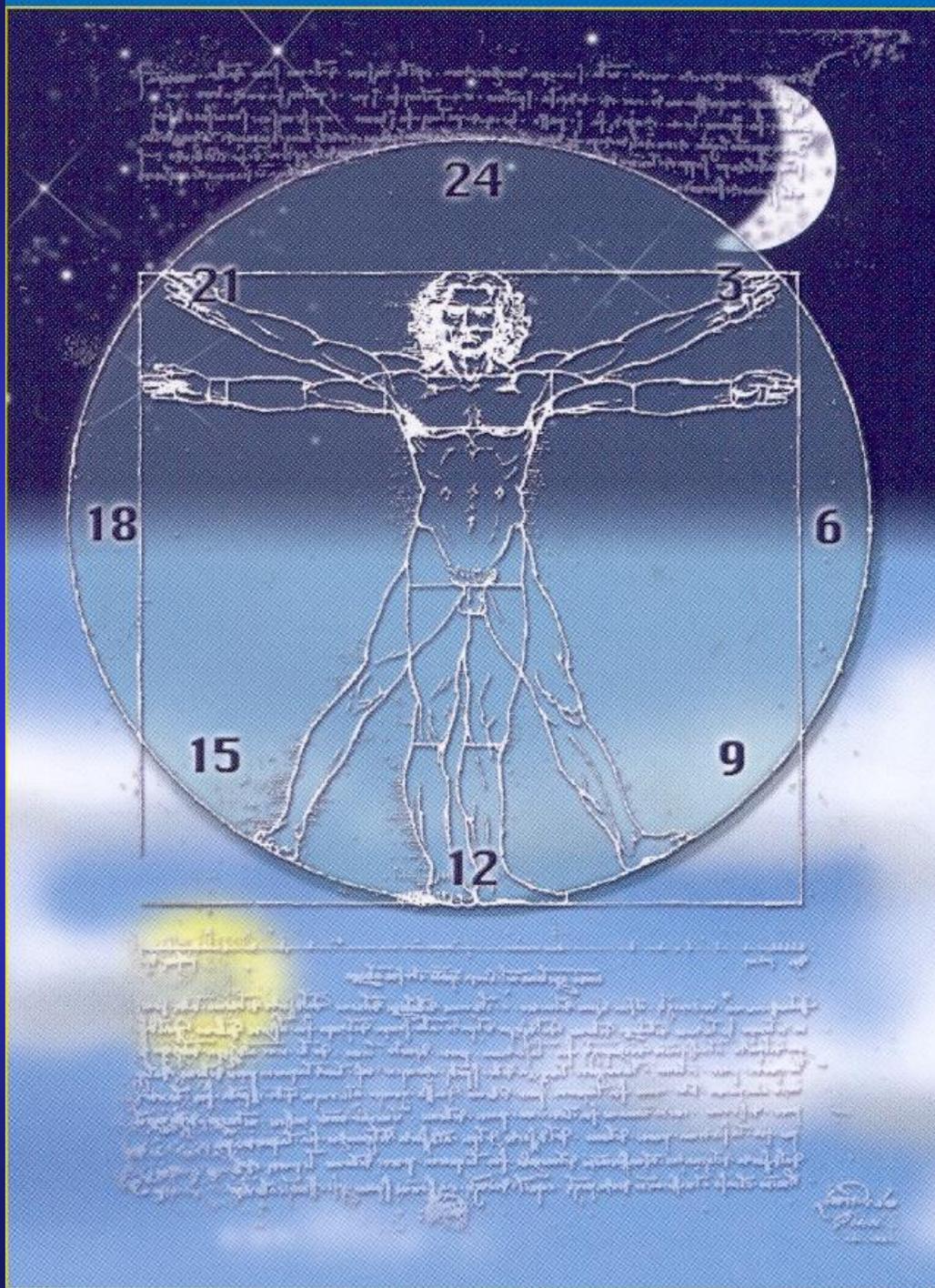
# *Informazione e formazione*

## **MANAGEMENT**

- *Problemi di salute*
- *Rischio sicurezza*
- *Criteri ergonomici*
- *Strategie organizzative*
- *Effetti su produttività*

## **LAVORATORI**

- *Problemi di salute*
- *Rischio infortuni*
- *Criteri ergonomici*
- *Relazioni sociali*
- *Coping strategies*



# *Azioni*

- **Legislazione**
- **Accordi tra le parti sociali**
- **Organizzazione del lavoro (orari, turni, carichi)**
- **Modalità di coping (gruppo / individuo)**
- **Partecipazione**
- **Supporto sociale**
- **Sorveglianza sanitaria**



*G. De Chirico  
Le muse inquietanti*

## *Homo semper vigilans ? ...nella Società delle 24 ore*

***“The subject of sleepiness is once more under public discussion. The hurry and excitement of modern life is quite correctly held to be responsible for much of the insomnia of which we hear and most of the letters and articles are full of good advice to live more quietly and of platitudes concerning the harmfulness of rush and worry. The pity is that so many people are unable to follow this good advice.”***

***British Medical Journal '94***