

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS**

**MODELO Y VARIABLES DE DECISION PARA IMPLEMENTACION DE
POWERNAPS EN UNA ORGANIZACIÓN**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

**AUTOR
DANIEL PONCE**

**PROFESOR GUÍA
DR HUGO OSORIO**

**PROFESOR CORREFERENTE
DR MARÍA PILAR GÁRATE**

SANTIAGO, NOVIEMBRE DE 2019.

ABSTRAC

El presente trabajo busca desarrollar un modelo, mediante fórmulas, que permita estimar retornos y con esto calcular límites de inversión para una implementación de powernaps (siestas de 20 minutos) dentro de una organización. Para ello se estudian primero diversos trabajos previos de investigación que avalen los beneficios de la powernap, además de proveer una base sólida de conceptos y la mayor cantidad de datos duros posibles para el modelo. Se sintetiza que la powernap ideal es de 20 minutos, mejora el rendimiento un 34% (en el caso de pilotos de la NASA) y el estado de alerta un 54%, y es mejor tomarla en el periodo inmediatamente después de almuerzo donde ocurre un valle especialmente grande de productividad dentro del ciclo ultradiano básico de actividad y descanso (BRAC). Se presentan también diversos ejemplos de implementación, como costosas capsulas en las oficinas de Google, se clasifican según tipo y se analiza de manera básica su nivel de inversión. En el análisis, se utiliza la metodología de teoría de juegos para descartar la posible mala utilización de las powernaps por parte de individuos que no tengan sueño o para los cuales, por razones fisiológicas particulares, no les sean beneficiosas, y se llega a que el pago de la organización por permitir powernaps será positivo siempre y cuando existan sujetos a los que les sirva y la utilicen y se concluye que no habría mala utilización producto de la racionalidad de los individuos. Finalmente se desarrolla el modelo y se llega a 3 formulas; una de recuperación de eficiencia de tiempo al trabajar con productividad nominal aumentada, una de valor porcentual de dicha recuperación y además que las variables de decisión productividad disminuida en el letargo y productividad aumentada por la powernaps deben tener una relación de 0.75 como máximo para que la recuperación sea rentable. La ultima formula calcula por medio de las anteriores y el costo de HH cuanto se recupera de costo perdido de eficiencia que ocurre normalmente durante el periodo de letargo, y se muestra con ejemplos como este valor puede utilizarse por medio de VAN para calcular limites inversión para la implementación de powernaps.

Contenidos

1. OBJETIVOS	3
1.1 Objetivo General	4
1.2 Objetivos Específicos	4
2. Resumen:	4
3. Marco Teórico	10
3.1 Estudios previos:	10
3.1.1 Beneficios:	10
3.1.2 Hora de la siesta:	13
3.1.3 Duración de la siesta:	14
3.1.4 Estudio de la NASA:	15
3.1.5 Estadísticas de sueño en el trabajo:	17
3.1.6 Resumen estudios:	18
4. implementación:	19
4.1.1 Empresas con espacios especiales:	19
4.1.2 Negocios que proveen el servicio:	20
4.1.3 Negocios que proveen los implementos:	21
4.1.4 Universidades con espacios especiales:	22
4.2 Niveles de implementación	24
4.2.1 Externalizar:	24
4.2.2 Proveer implementos:	25
4.2.3 Crear un espacio:	25
5. Análisis y desarrollo:	27
5.1.1 Autoselección del proceso:	27
5.1.2 Metodo 1:	28
5.1.3 Metodo 2:	39
5.2.1 Creación del modelo:	50
5.2.2 Definición de variables y parámetros para modelo simplificado:	57
5.2.3 Consideraciones y Supuestos:	60
5.2.4 Análisis porcentual de Eficiencia:	62
5.2.5 Sensibilización:	64
5.2.6 Estimando Ganancias monetarias:	66

5.2.7 Estimando límites de inversión	70
5.2.8 Forma general del modelo simplificado:	71
6. Conclusiones	72
7. Referencias.....	74

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo General

Desarrollar modelo a partir de estudios previos que permita evaluar cuantitativa y cualitativamente, en el marco general de las empresas nacionales, la conveniencia de implementar desde un simple “permiso” para una Power Nap hasta una inversión en espacio e indumentaria especializada para ello, encontrando una aproximación de los posibles retornos, a través de un incremento de productividad o mejora en eficiencia de trabajo.

1.2 Objetivos Específicos

- Recopilar y resumir una base de estudios teóricos existentes que avalen la importancia y beneficios de una powernaps.
- Establecer parámetros base de implementación a partir del marco teórico.
- Presentar casos en donde ya se implementa la Power Nap analizando los distintos niveles de inversión posibles.
- Crear un modelo matemático que explique y aproxime los resultados esperados de la implementación y permita analizar los parámetros y variables que inciden en su conveniencia.
- Cuantificar los posibles retornos esperables, y de que dependen, al implementar estas prácticas.

2. Resumen:

Se recopilan y presentan distintos estudios acerca de todo tipo de siestas con el fin de generar el marco teórico base que explique los beneficios de las powernaps para así tener una base sólida al momento de crear un modelo que permita estimar los beneficios de su implementación.

Un concepto útil mencionado en varios estudios que descarta las siestas más largas como herramientas de mejora de productividad es la inercia de sueño, la cual consiste en la somnolencia experimentada inmediatamente después de despertar producto de interrumpir el ciclo de sueño en etapas avanzadas, mientras que como la power nap no alcanza dichas etapas no genera dicho efecto y solo genera beneficios. la siguiente grafica ilustra este concepto:

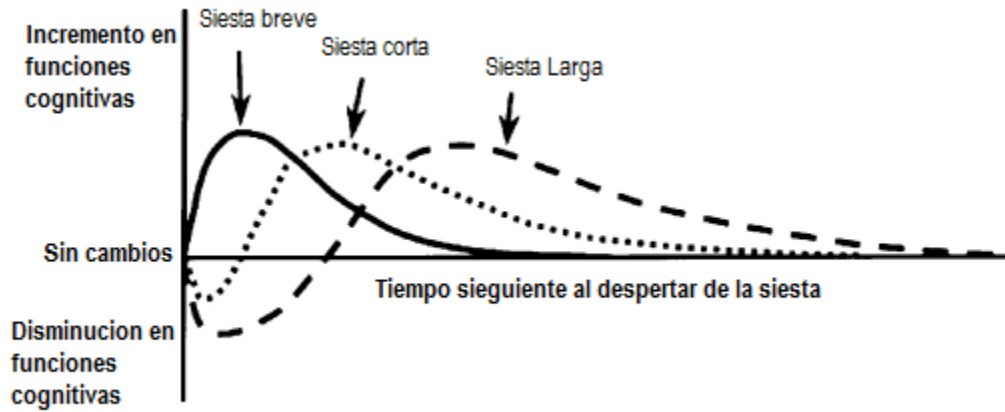


Figura 1: Gráfico de siestas de distinta duración. Adaptado de The effects of napping on cognitive functioning, Lovato-Clark, 2010.

Entre la literatura consultada destaca un estudio conducido por la NASA, el cual utilizando máquinas de EEG(electroencefalograma) y EOG(electrooculografía) logro llegar a que siestas de alrededor de 20 minutos en pilotos, aumentaron su desempeño en un 34% y su estado de alerta en un 54%

Al finalizar el marco teórico se llegó a la siguiente tabla que resume los beneficios generales encontrados en los diferentes estudios, según el tipo de siesta:

Duración siesta	Resumen	Beneficios	Ventajas	Desventajas
alrededor de 15-20min	Powernap, etapa 2 sueño ligero	-estado de alerta -desempeño	-beneficios inmediatos -muy corta duracion	-beneficios reducidos
alrededor de 30 min	siesta corta, etapa 3 sueño profundo	-estado de alerta -desempeño	-corta duración	-inercia de sueño al despertar(hasta 30 min)
alrededor de 60 min	siesta media, sueño delta	-estado de alerta -desempeño -memoria de corto plazo -tolerancia a la frustración	-mayores beneficios	-inercia de sueño al despertar(hasta 30 min) -larga duración

alrededor de 90 min	siesta larga, ciclo completo de sueño rem	-estado alerta -desempeño -memoria de corto plazo -tolerancia a la frustración -creatividad	-beneficios inmediatos -maximos beneficios	-muy larga duración
---------------------	---	---	---	---------------------

Figura 2: Tabla resumen beneficios de la siesta según su duración. Fuente propia.

Con esto se llega a la conclusión que la powernap es el único tipo de siesta que puede aplicarse dentro de una organización de jornada laboral completa puesto que posee una duración muy reducida y sin inercia de sueño por lo que sus beneficios son inmediatos.

También se analiza el concepto del BRAC (basic rest/activity cycle) el cual es un ciclo ultradiano (menor a 24 horas de duración) que explica como la concentración y niveles de productividad pasan por altos y bajos de manera cíclica durante el día:

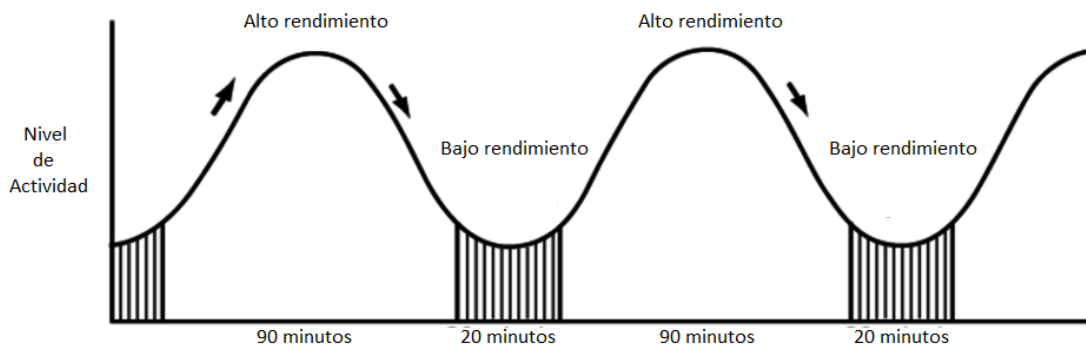


Figura 3: Ciclo Básico de Actividad y descanso, imagen adaptada de The 20 minute break. Tarcher-Putnam, New York, 1991.

El consenso es que este ciclo presenta un valle de rendimiento excesivamente bajo entre las 2 y las 5 de la tarde, tanto por situarse a la mitad de una jornada diurna normal como por estar inmediatamente después de la hora de almuerzo habitual, generando un efecto doble de agotamiento. Lo anterior coloca este lapso como el ideal para llevar a cabo cualquier tipo de siesta.

Después se presentaron diversos ejemplos de implementación de powernaps y siestas en general, los cuales se clasificaron en los 3 siguientes tipos:

Externalizar: Consiste en simplemente permitir al personal utilizar alternativas ya existentes en el entorno físico de las instalaciones, puede ser algo simple y practico como que exista una plaza con espacios que puedan utilizarse con este fin como también que exista directamente un servicio de siestas (como el espacio siestario) en las cercanías.

Proveer implementos: Consiste en facilitar al personal los implementos necesarios para que estos puedan utilizar espacios ya disponibles dentro de la organización, por ejemplo, si hay oficinas, proveer de un cojín especial y una manta para la “power nap” y/o quizás además cambiar las sillas por unas reclinables que ayuden a esta opción.

Crear un espacio: Consiste en crear desde cero o habilitar desde cero un espacio completamente dedicado a proveer el servicio de “power nap” para los usuarios

Antes de desarrollar el modelo matemático, se analizó la pertinencia de los posibles casos de mal uso o uso infructuoso de las powernaps por parte de los trabajadores, es decir si es relevante considerar que puede que haya individuos a los cuales no les sirva y la utilicen igual u otros que no la necesiten y aun así la utilicen, lo que generaría perdidas de eficiencia. Para esto se utilizó la metodología de teoría de juegos, la cual asume racionalidad de los individuos y se planteó la implementación de powernaps como el siguiente juego bayesiano con información imperfecta:

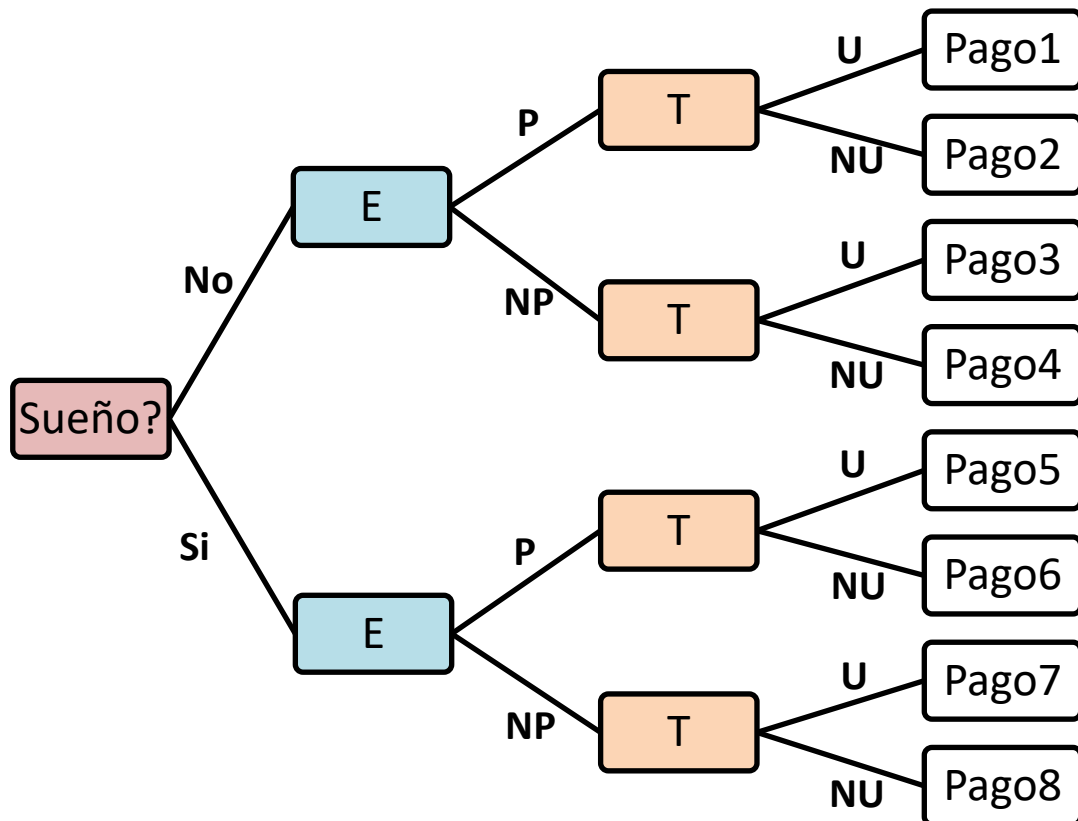


Figura 4: Juego dinámico base, Fuente propia.

Donde primero se desarrolla la “decisión” de si el trabajador esta con sueño excesivo en la tarde y luego actúa la empresa permitiendo o no permitiendo las powernaps y finalmente actúa el trabajador utilizando o no utilizando, llegando al pago final para ambos jugadores.

El resultado final del juego, el cual incluía 3 tipos de naturaleza para los individuos, fue:

$$P - NP = \beta_1 1_{sueño} + 2\beta_2 2_{sueño}$$

Donde P es el pago de la organización de permitir y NP el pago de no permitir, β_1 y β_2 son probabilidades de ocurrencia de los individuos con sueño a los que les sirve la powernap y a los que además de servirles, la utilizarían incluso sin permiso respectivamente. Es decir que el pago por permitir power naps será mayor a 0 siempre y cuando existan cualquiera de los 2 tipos de individuos a los que les sirve la powernap, sin importar aquellos sin sueño o aquellos a los que no les sirve.

Finalmente se desarrolla un modelo a de cálculo de eficiencia a partir de una simplificación de la curva del BRAC:

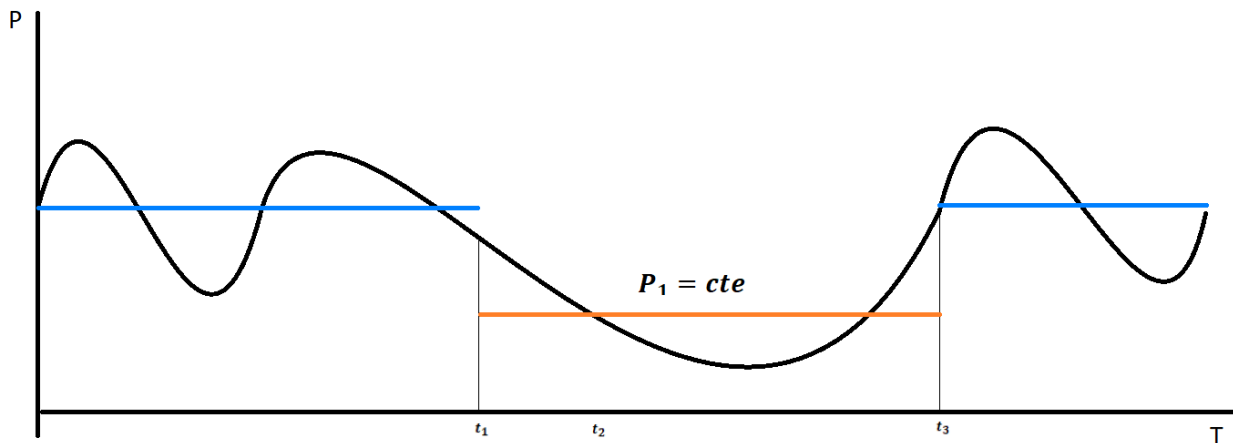


Figura 5: Grafico de simplificación de curva de productividad, Fuente propia.

Se simplifica la curva real cuya forma matemática exacta se desconoce y se cambia por simples promedios por partes, para desarrollar el modelo:

Modelo simplificado:

Puede resumirse en 3 formulas generales:

-Eficiencia equivalente en tiempo(minutos) ganada con la powernap:

Forma general:

$$EETG = (t_L - t_{PN}) * P_R - t_L * P_d$$

Con 2 horas de letargo y 30 minutos para powernap:

$$EETG = 90P_R - 120P_d$$

Esta fórmula calcula la eficiencia de tiempo recuperada, es decir cuánto tiempo en minutos de eficiencia de trabajo se recuperan teóricamente por concepto de trabajar con una productividad nominal más alta durante el periodo en letargo. Donde P_d y P_R corresponden a la productividad deficiente durante el letargo y a la productividad restaurada por la power nap respectivamente

Aplicando $P_R=100\%$ y extrapolando un $P_d=66\%$ del estudio de la NASA se llegó a que, dados esos supuestos, se recuperan 10,8 minutos diarios de eficiencia de tiempo por trabajador que utilice la powernap.

-Alza porcentual en eficiencia gracias a la Power Nap:

Forma general:

$$AP = \frac{(t_L - t_{PN}) * P_R}{t_L * P_d} - 1$$

Con 2 horas de letargo y 30 minutos para powernap(supuestos base):

$$AP = \frac{0,75 * P_R}{P_d} - 1$$

Esta fórmula transforma la EETG en un valor porcentual respecto de la eficiencia original durante el periodo en letargo. Utilizando los mismos supuestos anteriores da como resultado que los 10,8 minutos, representan un 13.63% de aumento de eficiencia diaria para ese periodo.

De esta fórmula se extrae además una condición general de retorno positivo:

$$\frac{P_d}{P_R} > 0,75$$

Lo cual significa que mientras la relación P_d/P_R sea mayor a 0,75 se puede esperar una ganancia de eficiencia de tiempo positiva al implementar las powernaps.

-Recuperación Mensual Esperada:

Forma general:

$$RME = EETG * DTM * SM$$

Con jornada laboral promedio de 45 horas semanales y 4 semanas mensuales.

$$RME = 1,852 * 10^{-3} * ((t_L - t_{PN}) * P_R - t_L * P_d) * S$$

Con 2 horas de letargo y 30 minutos para powernap:

$$RME = 1,852 * 10^{-3} * (90P_R - 120P_d) * S$$

Calcula los retornos esperados la EETG y el sueldo del trabajador S y jornada de 45 horas semanales. Este retorno corresponde a la recuperación por concepto de eficiencia de tiempo del costo de la hora hombre ya que se les paga por hora trabajada sin considerar su nivel de productividad nominal, lo cual significa que en periodos de menor productividad se está perdiendo costo comparativo de HH, así los minutos recuperados calculados con la EETG pueden considerarse como minutos “extra” de trabajo a la tarifa correspondiente, siendo este el retorno calculado por la formula.

Con el ejemplo de $P_d=66\%$, el sueldo promedio de Chile el 2018 de 573.964 y jornada de 45 horas semanales se obtuvo que se recuperan 11.479,28 pesos mensuales por trabajador, del costo perdido por eficiencia de tiempo disminuida en el periodo de letargo.

Así, se puede aplicar VAN a un proyecto de implementación de powernaps que podría justificar su costo, dados todos los supuestos anteriores. Se utilizó el sueldo promedio chileno del año 2018 de 573.964 pesos para calcular distintos umbrales de inversión según la demanda esperada por las powernaps.

Los ejemplos vistos muestran como el modelo puede utilizarse como herramienta para estimar límites de inversión en una posible implementación de powernaps en una organización, lo que permite una mejor toma de decisión tanto en si implementar o no como en qué tipo de implementación y nivel de inversión pueden ser justificados.

3. Marco Teórico

3.1 Estudios previos:

Existe una amplia gama de estudios serios acerca de los beneficios de la siesta breve, textos tales como: *Power Sleep*(Maas, 1999); *Sleep for Success*(Maas & Robbins, 2010); *The art of Napping at Work* (Anthony & Anthony, 2001); *Why we Nap?*(Stampi, 1992). Estos estudios y otros similares serán revisados para mostrar de la manera más completa y entendible, que se ha demostrado y que no sobre dormir siestas y además que factores, como la duración de esta, el horario en que se tomen y otras condiciones influyen en los resultados.

3.1.1 Beneficios:

Varios estudios de distintos investigadores han confirmado los beneficios de tomar una siesta (resumidos en la tabla 1). Algunos de estos, por ejemplo, estudiaron el caso con total privación del sueño en los sujetos de prueba (Bonnet (1991); Song et al. (2002); OConnor et al. (2004)), otros con trabajadores de turnos nocturnos (Sallinen et al. (1998); Purnell et al. (2002)), y con privación de sueño parcial (Gillberg (1984); Takahashi and Arito (2000)), e incluso en casos de siesta recreacional (Betrus (1986)). Todos estos estudios han utilizado una gran variedad de métodos y mediciones y sus resultados son que tomar una siesta posee muchos beneficios no solo a nivel anímico y de sensación de somnolencia y fatiga, sino que además en tareas de desempeño en el pensamiento lógico, tiempos de reacción y reconocimiento de símbolos.

Estudio	Participantes	Procedimiento	Resultados
Bonnet (1991)	104 hombres sanos de 18-30 años.	Comparación entre grupos con 2, 4 y 8 hrs de siesta, sin siesta durante 2 noches de privación de sueño.	Las siestas mejoraron la vigilancia, razonamiento lógico y alerta solo en la primera noche.
Song et al. (2002)	8 hombres estudiantes de medicina de 20-22 años.	Siestas de 30 minutos con 40 horas de privación de sueño.	Las siestas mejoraron el tiempo de reacción, pero sin cambios en precisión.
OConnor et al. (2004)	41 individuos sanos (37 hombres) de 21-47 años.	Comparación entre grupos con 2 siestas de 2 hrs, 1 siesta de 2 hrs y sin siesta cada 24 hrs durante 3.7 días de privación de sueño.	El desempeño del neurocomportamiento aumento en mayor medida para el grupo de dos siestas y en la menor medida para el grupo sin siestas.
Sallinen et al. (1998)	14 obreros de industria hombres de 31-52 años.	Comparación entre sujetos con siestas de 30 y 50 minutos a las 13:00 y 16:00 hrs, y sin siesta.	Las siestas redujeron el número de lapsos en tareas de tiempo de reacción y también el sueño fisiológico y fatiga.
Purnell et al. (2002)	24 ingenieros hombres de 21-59 años.	Comparación entre sujetos con siestas de 20 minutos, y sin siesta durante trabajo por turnos.	Las siestas mejoraron el desempeño en tareas de tiempo de reacción y de vigilancia, pero sin cambios en la sensación de sueño.
Smith et al. (2007)	9 trabajadores de hospital (3 hombres) de edad promedio 45.7 +/- 13.2 años.	Comparación entre sujetos con siestas de 30 minutos y sin siestas durante trabajo por turnos.	Las siestas mejoraron la velocidad psicomotora y el sueño subjetivo; estas mejoras continuaron hasta el final del turno.
Gillberg (1984)	12 hombres sanos de 20-25 años.	Comparación entre sujetos con siestas de 1 hora a las 21:00 y 4:30 hrs, y sin siesta luego de una noche restringida a 4 horas de sueño.	Las siestas mejoraron el tiempo de reacción, redujeron la latencia del sueño y el sueño subjetivo.
Takahashi and Arito (2000)	12 estudiantes sanos (7 hombres) de edad promedio 22.1 +/- 1.6 años.	Comparación entre sujetos con siestas de 15 minutos, y sin siesta luego de una noche restringida a 4 horas de sueño.	Las siestas mejoraron la precisión, pero el tiempo de reacción no se vio afectado.
Betrus (1986)	17 adultos jóvenes (8 hombres) de 18-32 años.	Comparación entre sujetos con siestas de 10 y 30 minutos, con 30 minutos de reposo en cama y condiciones controladas.	Las siestas aumentaron el vigor, disminuyeron la fatiga, la confusión, tiempo de reacción e incrementaron el número de adiciones correctas.

Figura 6: Cuadro resumen de estudios varios de beneficios de siestas, adaptado de Benefits of napping, Milner, 2009.

También existen estudios (Bonnet et al. (1995); Bonnet and Arand (1994, 2000); Reyner and Horne (1997); Hayashi et al. (2003) que comparan la siesta con otros métodos clásicos para contrarrestar la somnolencia como la cafeína y estimulantes. En general los resultados arrojan que la siesta es un mejor método(menos variable en efecto y más duradero) que consumir cafeína pero que también pueden funcionar en conjunto(se toma el café justo antes de dormir la siesta) e incluso con más métodos(exposición a luz brillante; buen lavado de cara) siendo esto último más efectivo que cualquier opción por separado, en conclusión, la siesta siempre es buena opción y aún más en combinación con cafeína u otro método para mantener lucidez durante la jornada.

Otros estudios recientes han demostrado que tomar una siesta no solo reduce la fatiga y el sueño, sino que además mejora el funcionamiento del sistema inmune y promueve un estado de ánimo más positivo. Se analizaron 40 personas separadas al azar en 2 grupos, con siesta de una hora y otro sin siesta, midiendo el control emocional mediante tareas de tolerancia a la frustración y auto reportes de impulsividad:

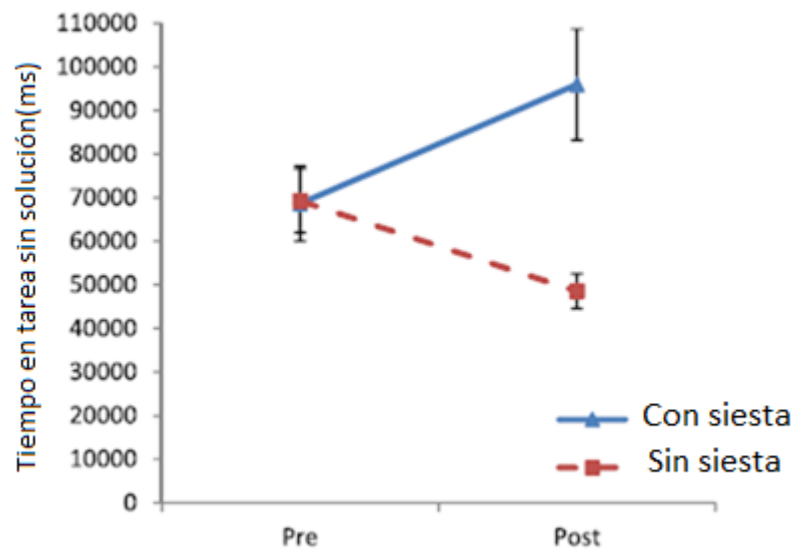


Figura 7: Grafico de tolerancia a la frustración, Fuente Napping to modulate frustration and impulsivity, university of michigan, 2015.

En el grafico anterior se ven los resultados de la prueba de tolerancia a la frustración, la cual consistía en resolver una serie de tareas, de las cuales la mitad (sin conocimiento de los participantes) no tenían solución y se observaba cuanto tiempo dedicaba cada persona a intentar resolver las tareas sin solución antes de rendirse, encontrándose una clara superioridad de tolerancia a la frustración (dedicaban más tiempo sin rendirse a las tareas sin solución) en el grupo que dormía siesta. Las autoevaluaciones, también arrojaron una superioridad del grupo con siesta en cuanto a la impulsividad (menor), sugiriendo que las siestas pueden ser beneficiosas para gente que necesite mantenerse despierta por largos periodos ya que mejoran su capacidad de soportar tareas difíciles o frustrantes y

disminuyen el comportamiento impulsivo, lo que ayuda en la toma de decisiones. Otros estudios sugieren que un buen manejo de la impulsividad es crucial para el óptimo funcionamiento profesional e interpersonal (Franken, Van Strien, Nijs, & Muris, 2008).

3.1.2 Hora de la siesta:

Otro punto importante es que, una vez determinado que una siesta es beneficiosa para el desempeño, se debe estudiar a qué hora resulta más beneficiosa.

En 1963 Nathaniel Kleitman postulo que los ciclos ultradianos(ciclos biológicos de duración menor a 24 horas) que se repiten mientras se duerme también se mantienen mientras se está despierto, llamo a este ciclo Basic Rest Activity Cycle o BRAC(ciclo básico de actividad y descanso), el cual en la noche está asociado a las diferentes etapas de sueño(como el sueño REM) pero durante el día se traduce en un constante ciclo de 2 fases, primero ondas cerebrales rápidas donde la mente se encuentra alerta y concentrada, seguido por un periodo de ondas cerebrales más lentas donde se siente sueño y se pierde concentración. El BRAC tiene una duración promedio de 90 minutos, pero el rango varia de persona a persona en general entre 80 a 120 minutos.

El siguiente cuadro muestra el BRAC de forma sencilla:

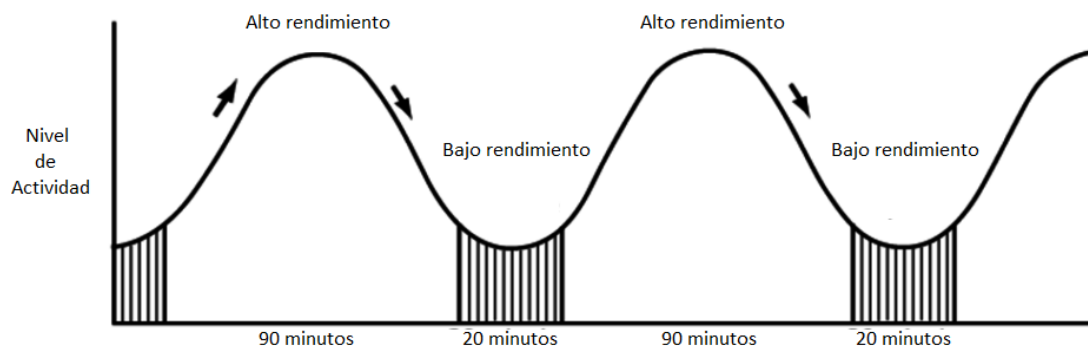


Figura 8: Ciclo Básico de Actividad y descanso, imagen adaptada de The 20 minute break. Tarcher-Putnam, New York, 1991.

Este concepto es más comúnmente conocido como ritmo ultradiano simplemente y explica como durante la jornada un individuo experimenta constantes altos y bajos de concentración, por lo que la noción de que se puede estar constantemente “al máximo” no es realista, siempre vendrá eventualmente ese “bajón” de concentración y es en esos momentos donde lo óptimo no es seguir esforzando la mente sino que darle un descanso, una pausa, ya sea con una distracción o incluso con una breve siesta, ya que es necesario para que el cerebro se recomponga y vuelva a entrar a su alto rendimiento.

Asumiendo un ciclo circadiano tradicional(ciclo normal de 24 horas con reloj biológico acostumbrado a este) los estudios han demostrado que gran evidencia a una tendencia a somnolencia en la tarde(Broughton (1989)); más aun comparando siestas tomadas entre las

15:00 y 17:00 hrs versus siestas tomadas entre las 19:00 y las 21:00 hrs, las primeras demostraron proveer mucha mejor eficiencia de sueño (Lavie and Weler(1989)); no obstante también se ha confirmado que siestas tomadas en los momentos incorrectos provocan inercia de sueño(fenómeno de letargo y somnolencia con capacidades disminuidas posterior a despertar) prolongada por lo que se recomienda precaución(Naitoh(1981)).

Lo anterior es consecuente con el BRAC puesto que después del almuerzo se coincide con un valle de bajo rendimiento durante el ritmo ultradiano y es natural que además al ser al medio día y luego de consumir alimento que suma gasto de energía al cuerpo para su digestión, es de esperar que este valle sea el más drástico de la jornada y se alcancen los más bajos niveles de rendimiento durante un periodo mayor al normal de 20 minutos.

Por todo lo anterior es que se entiende que la mejor hora del día para tomar una siesta o descanso breve es entre las 2 y las 5 de la tarde aproximadamente según el ciclo ultradiano correspondiente.

3.1.3 Duración de la siesta:

Además de la pregunta de a qué hora tomar una siesta, no menos importante es cuánto debe durar esta, para esto también se han realizado amplios estudios variando la duración de la siesta con el objetivo de determinar cuál es la siesta más corta que maximice los beneficios de esta como también cuanto es lo máximo que puede durar sin caer en inercia de sueño.

Un estudio por ejemplo (Brooks and Lack (2006)), puso a sus participantes en condiciones de siestas de 5, 10, 20 y 30 minutos en la tarde o sin siesta, posterior a una noche restringida a 5 horas de sueño, los resultados fueron que la siesta de 5 minutos era equivalente a no dormir del todo pero la siesta de 10 minutos presento beneficios inmediatos y mantenidos, mientras que las siestas de mayor duración también presentaron beneficios pero con un retraso en su manifestación (inercia de sueño).

Los demás estudios (Tietzel and Lack, 2001, 2002a,b; Lahl et al. (2008)) han llegado a resultados similares y concordes, quedando como conclusión general que la siesta ideal es de entre 10 a 20 minutos (estas serían las famosas “powernaps”) menos que este tiempo no posee beneficio alguno y mientras que mayor a este si posee beneficios y por mayor tiempo se comienza a caer en inercia de sueño y no es aconsejable para ambientes de trabajo laboral estándar que requieren alerta inmediata más si podría serlo para casos donde se disponga de más tiempo para reponerse(hasta 60 minutos, luego de eso cesan los beneficios de productividad).

Lo anterior se puede resumir en el siguiente grafico donde siesta breve corresponde a alrededor de 10-20 minutos, corta a 30-60 minutos y larga a 2 horas donde se aprecia la inercia de sueño para los 2 casos más largos no obstante también la mayor duración de los beneficios:

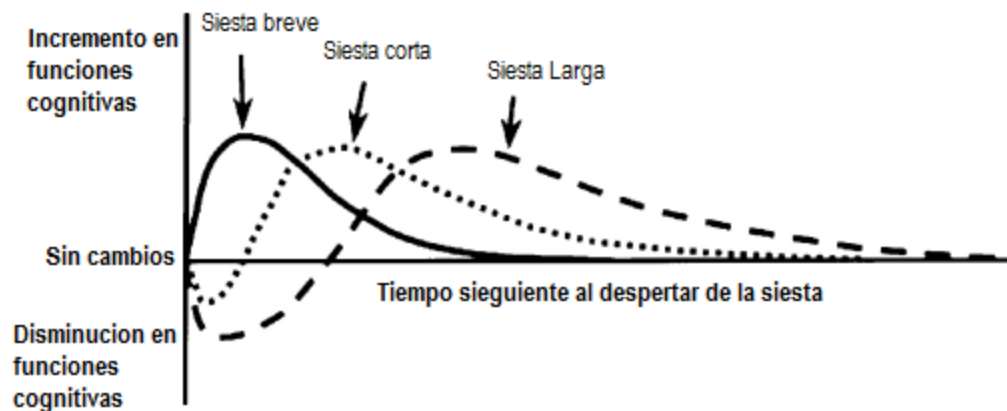


Figura 9: grafico de siestas de distinta duración. Adaptado de The effects of napping on cognitive functioning, Lovato-Clark, 2010.

Se puede observar con mayor claridad como solo la siesta breve carece de un despertar con somnolencia debido a una inercia de sueño, es por esto que en una situación de jornada laboral normal donde se requerirá estar listo y dispuesto inmediatamente al despertar no es recomendable una siesta de mayor duración puesto que además de utilizar más tiempo de trabajo en la misma, se perderá tiempo extra en recuperarse de esta, situación que no ocurre con una Power Nap.

3.1.4 Estudio de la NASA:

El estudio más concluyente numéricamente hablando acerca de los beneficios que trae tomar una siesta breve fue realizado por la NASA en el año 1994, dicho estudio consistió en analizar rigurosamente el desempeño de pilotos en vuelos comerciales transatlánticos.

Los pilotos fueron separados en 2 grupos, RG (rest group: “grupo con descanso”) y NRG (no rest group: “grupo sin descanso”), el grupo RG tenía 40 minutos para tomar una siesta durante cada vuelo, mientras el grupo NRG debía permanecer despierto y se les monitoreó durante 4 vuelos tanto antes, durante y después de cada vuelo, por el transcurso de 6 días. Los resultados más importantes fueron los siguientes:

Tiempo de reacción:

Se utilizaron pruebas PVT (psychomotor vigilance task: tarea de vigilancia psicomotora) para monitorear el tiempo de reacción de los pilotos y los resultados fueron que no solo el grupo RG tenía menores tiempos de reacción, sino que además los mantenían consistentemente a lo largo de los 4 vuelos como se aprecia en el cuadro siguiente:

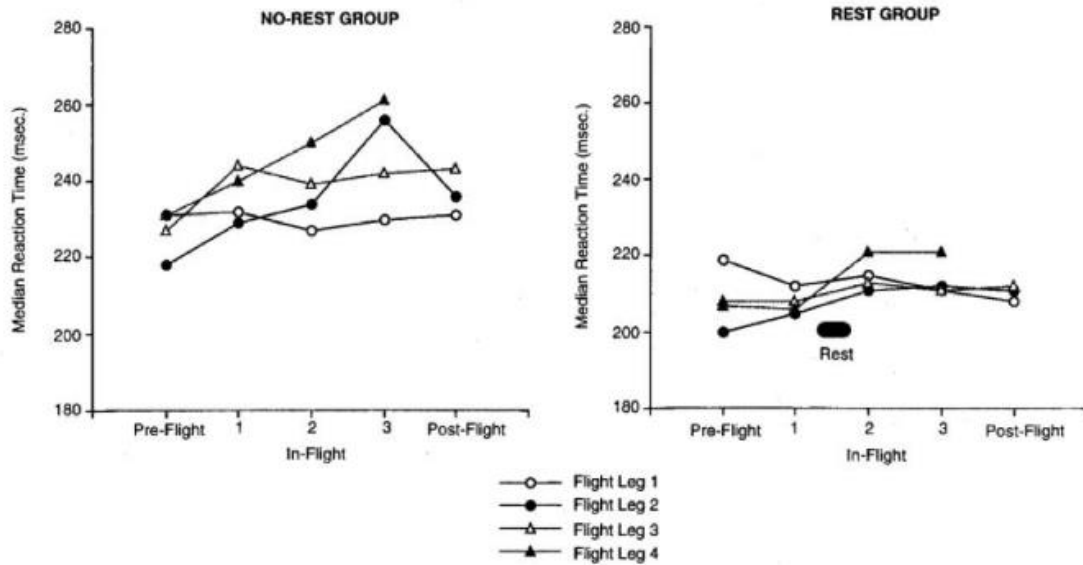


Figura 10: Gráficos: Median RT corresponde al tiempo de reacción promedio del grupo y cada línea corresponde a un vuelo. Fuente Crew Factors in flight operation IX, NASA,1994.

Lapsos de desempeño:

Un lapso corresponde a un breve instante de tiempo durante el cual se tiene una reacción muy lenta, se observó que luego de la siesta estos lapsos eran mucho menores en cantidad en comparación al grupo NRG, específicamente un 34% menos lapsos:

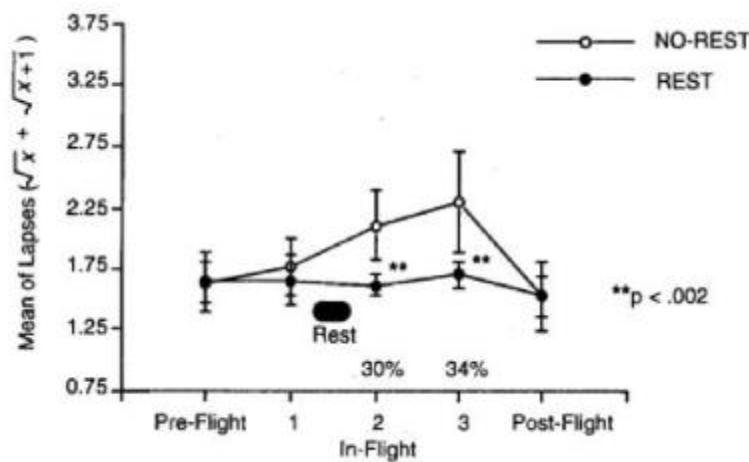


Figura 11: Lapsos promedio durante el vuelo con siesta (REST) y sin siesta (no rest). Fuente Crew Factors in flight operation IX, NASA,1994.

Finalmente, utilizando máquinas de EEG(electroencefalograma) y EOG(electrooculografía) se estudió el nivel de “sueño” presentado en los pilotos, sobre todo durante la importante fase previa al aterrizaje del avión(TOD). El nivel de sueño se mide a través de

microeventos de cambio en la actividad cerebral observados en las ondas cerebrales y en el movimiento ocular y se presenta en 3 tipos: theta, SEM y alpha.

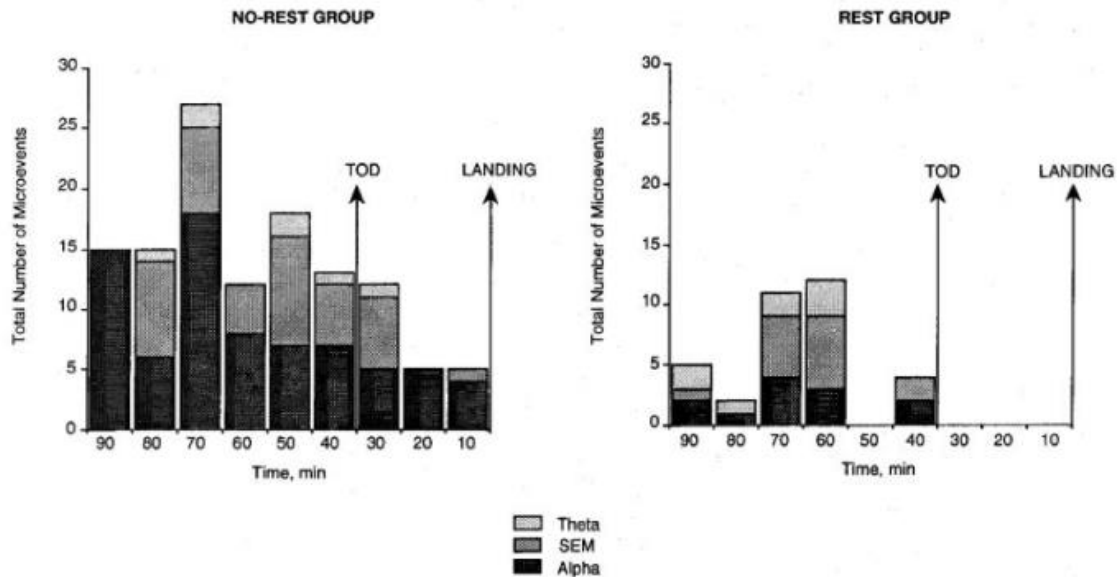


Figura 12: Gráficos de microeventos de actividad cerebral para grupos sin siesta y con siesta. Fuente Crew Factors in flight operation IX, NASA,1994.

El grupo RG presentó significativamente menos microeventos, estadísticamente es un 50% menos de “sueño”.

La conclusión de este estudio fue en resumidas cuentas que una siesta de 25 minutos mejora el rendimiento en un 34% y un 54% de mejora en el nivel de alerta.

3.1.5 Estadísticas de sueño en el trabajo:

Un estudio del año 2013 elaborado en conjunto por Virgin pulse y Vielife a un total de 1.139 empleados de 3 empresas de EEUU, llegó a los siguientes resultados:

75,6% se sienten cansados varios días de la semana.

40% Se quedan dormidos al menos una vez al mes en el trabajo.

15,2% Se quedan dormidos entre una vez a la semana y una vez al día en el trabajo.

2,2% Se quedaban dormidos más de 2 veces al día en el trabajo.

Es decir que un 17,4% se queda dormido de manera regular en el trabajo (al menos una vez a la semana), esto sin tener ningún tipo de permiso ni espacio para ello.

3.1.6 Resumen estudios:

Los diversos beneficios estudiados y revisados dentro del marco teórico, pueden sintetizarse en el siguiente cuadro que resume las siestas según su duración, beneficio, ventajas y desventajas:

Duración siesta	Resumen	Beneficios	Ventajas	Desventajas
alrededor de 15-20min	Powernap, etapa 2 sueño ligero	-estado alerta -desempeño	-beneficios inmediatos -muy corta duracion	-beneficios reducidos
alrededor de 30 min	siesta corta, etapa 3 sueño profundo	-estado alerta -desempeño	-corta duración	-inercia de sueño al despertar(hasta 30 min)
alrededor de 60 min	siesta media, sueño delta	-estado alerta -desempeño -memoria de corto plazo -tolerancia a la frustración	-mayores beneficios	-inercia de sueño al despertar(hasta 30 min) -larga duración
alrededor de 90 min	siesta larga, ciclo completo de sueño rem	-estado alerta -desempeño -memoria de corto plazo -tolerancia a la frustración -creatividad	-beneficios inmediatos -maximos beneficios	-muy larga duración

Figura 13: Tabla resumen beneficios de la siesta según su duración. Fuente propia.

Se puede observar porque la powernap, posee 2 ventajas por sobre las demás que son que sus beneficios son inmediatos y que su duración es muy breve mientras que su única desventaja es que tiene menores beneficios en comparación, lo cual al balancearlo con el tiempo necesario para obtener dichos beneficios la hacen la mejor opción para implementarla dentro de una organización puesto que solo por 20 minutos de reposo se obtienen los beneficios mientras que si se consideran los tiempos de inercia de sueño y las duraciones mas extensas de las otras siestas resulta imposible en la practica que dichos beneficios compensen los correspondientes tiempos de no producción, por lo que no se recomienda su implementación dentro de organizaciones de jornada laboral completa.

Mención especial para los hallazgos del estudio de la NASA, en el cual se encontró además que una siesta cercana a los 20 minutos generó una mejora de 34% del estado de alerta y un 50 % de rendimiento.

4. implementación:

Los beneficios de una powernap, y de las siestas en general, ya han generado diversas ideas de implementación, las cuales se revisarán a continuación según tipo:

4.1.1 Empresas con espacios especiales:

Son organizaciones que ya han implementado directamente para sus colaboradores espacios especiales para llevar a cabo una siesta en las mismas dependencias de la empresa.

Por ejemplo la empresa Ben & Jerry's, además de otras prácticas que benefician a sus empleados, posee camas y almohadas a su disposición en caso de que requieran una siesta, en palabras de un representante: "si nuestros empleados requieren un pequeño descanso durante el día para poder realizar el mejor trabajo posible, nosotros lo respaldamos".

Zappos, una empresa de retail de calzado en línea posee una habitación de siesta en su cuartel general en las vegas desde su inauguración, la cual está disponible 24/7 para sus empleados.

La conocida empresa Nike dispone de piezas silenciosas donde sus empleados pueden dormir o meditar en sus cuarteles cerca de Portland, Oregon.

Google tiene en su cuartel general en Mountain view, California, pods especiales (nap pods, en la imagen), las cuales son futuristas capsulas especialmente diseñadas para dormir, alrededor de todo el campus para sus empleados.



Figura 14: Nap Pod de metronaps. Fuente, imagen pública.

Huffington Post, un diario en línea de Nueva York, también posee espacios especialmente acomodados para dormir, los cuales se reservan y en general están a máxima capacidad. En palabras de su editora en jefe, Arianna Huffington, en dos años las habitaciones de siesta en las oficinas serán “tan comunes como las salas de conferencias”.

PricewaterhouseCoopers, una reconocida firma de contabilidad posee una pieza para dormir en sus oficinas de suiza y además llevo expertos en sueño para dar charlas a sus empleados acerca de la importancia de los buenos hábitos de sueño y lo beneficiosa que puede ser una Power Nap.

Cisco, compañía internacional de IT se unio a google y también adquirio nap pods de metro naps(13.000 dolares cada una) para facilitar las power naps a sus empleados.

Uber, la famosa compañía que ya se encuentra en Chile tampoco es ajena al concepto de power nap, facilitando en sus oficinas de India y Filipinas de espacios para que sus conductores puedan ir y disfrutar de una power nap.

4.1.2 Negocios que proveen el servicio:

Esto es prácticamente la contraparte de la anterior tendencia, pues mientras las empresas sigan reacias a implementar espacios para las siestas, esa demanda puede convertirse en un lucrativo negocio si se implementa correctamente.

Ha habido varios intentos de vender las siestas y no resulta tan simple, algunos han quebrado como MinneNAPolis que abrió en el mall de América en octubre del 2005, cerró sus puertas antes de un año por falta de ventas, otros como Metronaps (del que se detallara más adelante) han tenido que cambiar de modelo, su localización original en el edificio Empire State tuvo que cerrar luego de un cambio en las políticas del edificio que restringía las visitas.

Sin embargo otros como Yelospa han logrado alcanzar el éxito, que cobra 1 dólar por minuto hasta un máximo de 40 minutos, ofrece, además de otros servicios de spa, un ambiente computacionalmente controlado y luz ambiental especial (en la imagen) con un despertar natural y gentil garantizado. Todo esto resultando en aproximadamente un millón de dólares de recaudación anual (solo por los servicios de siestas)



Figura 15: Habitación yelospa. Fuente, imagen pública.

En nuestro país ya están comenzando a verse este tipo de servicios, siendo el más notorio el de Espacio Siestario quienes, a diferencia de yelospa que cobra por minuto, ofrecen solo 2 opciones de siesta 30 minutos por 5500 pesos o 45 minutos por 7150 pesos, en la siguiente imagen se aprecia una de sus habitaciones la cual es notoriamente similar a la de yelospa (si bien con prestaciones más sencillas).



Figura 16: Habitación Espacio Siestario. Fuente, imagen pública.

4.1.3 Negocios que proveen los implementos:

También existen quienes entraron al negocio de proveer implementos especiales para la siesta, ya sea para empresas como para negocios como los vistos anteriormente como

también para personas particulares, se detallarán 2 ejemplos particulares, muy diferentes en niveles de inversión, a continuación:

Metronaps, como se mencionó antes, comenzó como proveedor de espacio para siestas y luego cambio a proveedor de implementos y también como consultor especializado para instalar habitaciones de siestas siendo los creadores de las famosas “energy pods” que llegan a costar 9000 dólares cada una, misma vista anteriormente en la empresa google y poseen clientes en todo el mundo desde hospitales hasta universidades.

Ostrich pillow, esta empresa en particular adopto un enfoque más directo, en vez de proveer pods, camas y/o espacios, diseñan almohadas personales especiales para que el cliente pueda disfrutar de una siesta en cualquier momento y lugar, a continuación algunos de su modelos:



Figura 17: Modelos ostrich pillow. Fuente, imagen pública.

Empresas como estas podrían ser consideradas como posibles proveedores en caso de establecer algún espacio o tienda de servicios de siestas.

4.1.4 Universidades con espacios especiales:

La tendencia más reciente proviene de universidades de renombre que se están sumando a las empresas emprendedoras adoptando la siesta como algo beneficioso y servicio importante a ofrecer en sus campus.

El argumento es bastante lógico pues los estudiantes universitarios son por supuesto un sector demográfico que tiende estar privado de sueño, y sobre todo en las instituciones más exigente es más que intuitivo proveer espacios de descanso especiales.

Algunos casos son de total inversión en el problema como por ejemplo en Saint Leo University donde se implementó una moderna habitación de siestas con las ya mencionadas Energy Pods(en la foto). Otros casos con energy pods son la Universidad de Michigan , Carnegie Mellon y la Universidad de Miami.



Figura 18: Sala de siestas universidad Saint Leo, Fuente, imagen pública.

Así mismo también existen instituciones que si bien no disponen del presupuesto de las anteriores, están de todas formas buscando proveer los espacios de maneras ingeniosas como es el caso del British Columbia Institute of Technology que trasformó una cancha de raquetball en una sala de siestas (en la imagen) tan solo ubicando colchonetas y prohibiendo ruido para que los estudiantes puedan tener un descanso(a las 5 se guardan las colchonetas y vuelve a ser una cancha).



Figura 19: Sala de siestas British Columbia Institute of Technology Fuente, imagen publica.

4.2 Niveles de implementación

Luego de observar todos los casos prácticos de implementación presentados, se puede comenzar a analizar y categorizar los tipos de implementación que se pueden utilizar, de que factores dependen y de que niveles de inversión implica cada uno de ellos:

El factor más claro para separar las maneras de abordar la implementación es según la naturaleza física de la solución la cual a grandes rasgos puede separarse en 3 tipos: externalizar la solución via empresas proveedoras del servicio; proveer implementos para habilitar espacios existentes; y por último, crear un espacio especial y particular habilitado.

4.2.1 Externalizar:

Consiste en simplemente permitir al personal utilizar alternativas ya existentes en el entorno físico de las instalaciones, puede ser algo simple y practico como que exista una plaza con espacios que puedan utilizarse con este fin como también que exista directamente un servicio de siestas (como el espacio siestario) en las cercanías.

Factores a considerar:

Se deben considerar principalmente dos factores, primero que la solución planteada sea realmente eficaz y a gusto y/o aprobación de la gente que lo podría utilizar; segundo e igualmente importante es que la solución de abasto a la demanda esperada que tendría, por ejemplo, un parque grande probablemente no tendría problemas de espacio disponible pero si no tiene sombra, o si no hay pasto o áreas cómodas y aceptables para el público, que además debe estar dispuesto a esta solución, puede que el personal promedio no esté de acuerdo con esta solución, en dichos casos, por mucho que se pueda satisfacer la demanda, esta alternativa no sería viable; de la misma forma, podría existir un siestario cerca y disponible, con lo cual no habría dudas de si es adecuado o no para su uso, mas este podría simplemente no ser capaz de satisfacer la demanda esperada que provocaría el personal de la institución, en este caso, tampoco sería una solución viable y se tendrían que estudiar los otros niveles.

Nivel de inversión:

Es aquí donde brilla este tipo de implementación pues es la más simple y con menores niveles de inversión, en el mejor caso puede ser completamente libre de costo, o podría (en el caso de haber un siestario disponible) llegarse a un acuerdo mutuo (una especie de promoción) para una demanda mayor.

Ejemplos:

- Utilizar parques, plazas u otras áreas verdes cercanas (libre de costo).
- Utilizar servicios como Espacio Siestario (5500 pesos/30 minutos).

4.2.2 Proveer implementos:

Consiste en facilitar al personal los implementos necesarios para que estos puedan utilizar espacios ya disponibles dentro de la organización, por ejemplo, si hay oficinas, proveer de un cojín especial y una manta para la “power nap” y/o quizás además cambiar las sillas por unas reclinables que ayuden a esta opción.

Factores a considerar:

En este caso lo que se debe estudiar es la factibilidad de habilitar espacios actuales dentro de las instalaciones mediante implementos, por ejemplo si todos disponen de oficinas o de alguna sala de estar preexistente en las cual/es pudiesen utilizar dichos implementos para realizar una “power nap”, de no existir espacios con dichas características (por ejemplo una fábrica donde no se tienen oficinas) se deberá estudiar la última opción.

Nivel de inversión:

El nivel de inversión de esta opción se puede considerar medio pues no requiere ningún tipo de construcción o de rehabilitación mayor de espacios, solo consiste en adquirir los implementos necesarios, dentro de los cuales se puede variar la **envergadura** según sea necesario y/o deseado.

Ejemplos:

-Almohada simple

-Almohadas Ostrich Pillow (precio de referencia, desde 30 dólares modelo básico hasta 99 modelo de la foto):

-Silla de escritorio reclinable para dormir (precio de referencia, 220-350 dólares):

4.2.3 Crear un espacio:

Consiste en crear desde cero o habilitar desde cero un espacio completamente dedicado a proveer el servicio de “power nap” para los usuarios

Factores a considerar:

Para este caso, además de los implementos se debe preparar un espacio y lo más importante en este caso es la capacidad de este, se debe estudiar si el espacio debe dar abasto al total de la demanda en todo momento o si se dividirá la demanda en horarios controlados, quizás

colocar un encargado y un sistema para manejar los flujos del personal y que no se produzcan colas y problemas logísticos similares.

Nivel de inversión:

Según los factores anteriormente mencionados se puede esperar un nivel de inversión alto (comparativamente) ya que implica posiblemente construcción y/o instalaciones de envergadura mayor a las opciones anteriores y además posibles costos mensuales de mantención y/o nuevo personal y sistemas de manejo logísticos para los usuarios.

Ejemplos:

Sala de siestas con camillas de Hootsuit en Vancouver:



Figura 20: Camillas en Hootsuit Vancouver, Fuente, imagen pública.

Cancha de Raquetball habilitada como sala de siestas (por horario) en el Instituto tecnológico británico de Columbia(BCIT), Canada:

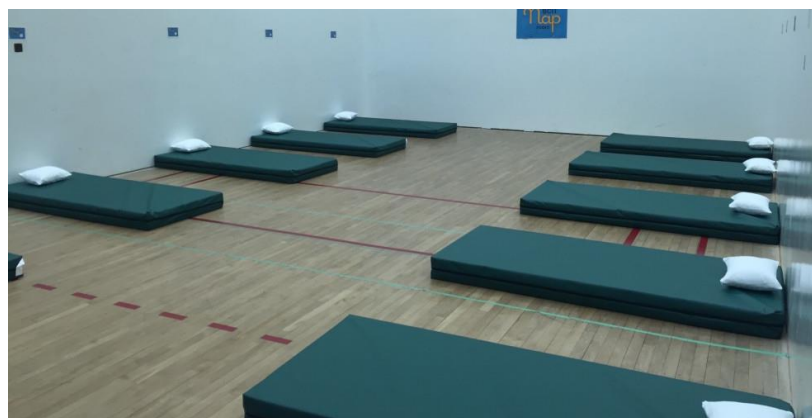


Figura 21: Instituto tecnológico británico de columbia, Fuente, imagen pública.

Capsula de siesta en oficina de Facebook en Seattle:



Figura 22: Camillas en Hootsuit Vancouver, Fuente, imagen pública.

Sala de Siestas con Nap Pods(de metronaps, precio de referencia, 16000 dolares c/u) de la Universidad Estatal de California:



Figura 23: Pods Universidad Estatal de California, Fuente, imagen pública.

5. Análisis y desarrollo:

5.1.1 Autoselección del proceso:

Como ya se ha establecido antes, el verdadero beneficio de dormir una power nap dependerá específicamente para cada individuo, y puede haber casos en los cuales al individuo no le sirva una power nap, o peor aún, que tomar una sea contraproducente para

él y al despertar se encuentre con un letargo y somnolencia peores que si no hubiese dormido. Si los individuos de estos casos durmiesen o intentaran dormir una power nap, se traduciría en retornos negativos de productividad lo que sería contraproducente para el empleador que decida permitir las power naps, sin embargo al ser una actividad opcional y de beneficio personal al estado anímico de cada individuo particular, es lógico deducir que ellos mismos se autoseleccionaran para aplicar o no una power nap, es decir por ejemplo que si un individuo no sufre de letargo del mediodía(es decir que no le da sueño), pues entonces ese individuo no intentara efectuar una siesta dado que no la necesita.

Para analizar e intentar predecir el comportamiento esperado de los trabajadores de manera más formal, se utilizará teoría de juegos, para lo cual se asume que los trabajadores son sujetos racionales que buscan su mayor beneficio propio al tomar decisiones.

5.1.2 Metodo 1:

Primero deben definirse el tipo de juegos y los jugadores. Para este caso los jugadores serán por un lado la empresa u organización, quien debe decidir si permitirá que sus trabajadores realicen una Power nap o no, y los trabajadores, quienes deben decidir si realizarla o no. Como siempre será la empresa quien decide primero, esto dado que el trabajador siempre sabrá si está permitido o no tomar una siesta en su oficina o lugar de trabajo, se estaría por lo tanto frente a juego dinámico donde el jugador 1 es la empresa que actúa primero y el jugador 2 es el trabajador que actúa después. Quedando el juego representado en su forma extensiva de la siguiente manera:

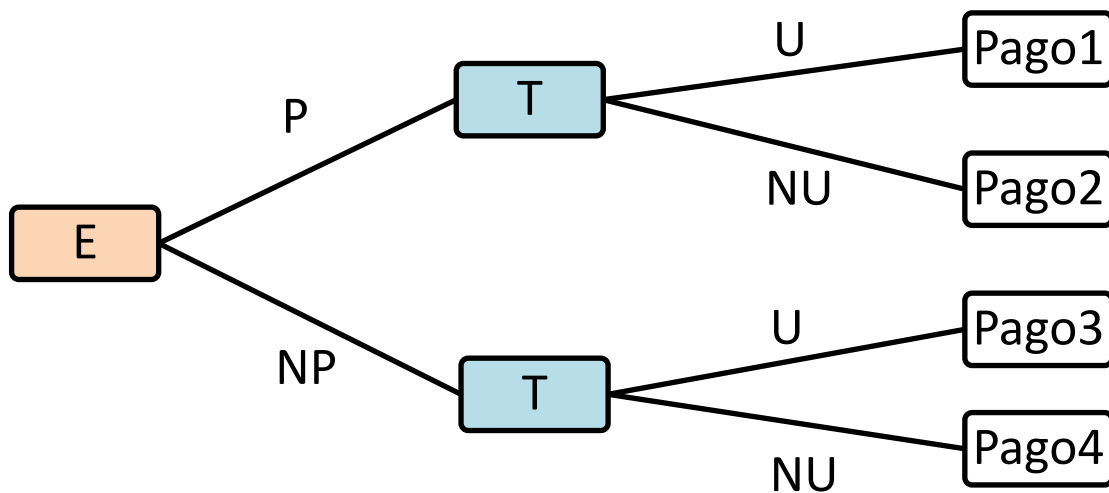


Figura 24: Juego dinámico extensivo base, Fuente propia.

Ahora solo faltaría aplicar los pagos, sin embargo, es aquí donde se tienen que considerar los casos anteriores, es decir los tipos de trabajadores y sus posibles distintas preferencias a

una Power Nap, esto quiere decir que estamos frente a un jugador 2 que puede tener distintas naturalezas o tipos y con esto distintos pagos para el juego y el jugador 1 desconoce la distribución de dichas naturalezas por lo que no es un juego de información perfecta.

En conclusión, se está frente a un juego dinámico de información incompleta o bayesiano, donde el jugador 1 (la empresa) actúa primero pero no conoce con exactitud los pagos del jugador 2 (trabajador) que actúa después y que si conoce sus propios pagos (sabe su naturaleza), sin embargo si se conocen los tipos, lo que se desconoce realmente es su distribución porcentual, su probabilidad de ocurrencia.

Pagos del jugador 1:

Para la empresa, los pagos dependerán de si el trabajador (jugador 2): tenga eficiencia normal (pago de 1) en caso de que no tenga sueño o la restaure por medio de una power nap; disminuida (pago de -1) en caso de tener sueño o de que pierda el tiempo; muy disminuida (pago de -2) en caso de que pierda tiempo y además tenga sueño. A esto se le debe sumar que en el caso de que utilicen Power nap sin permiso, la empresa deberá fiscalizar y aplicar algún tipo de castigo lo que también toma tiempo y recursos por lo que esto es un pago extra de -1. Así, por ejemplo, un individuo que tenga sueño, duerma una power nap y despierte peor o no le sirva cuando no está permitido, implica un pago para el jugador 1 de -3 ya que dejó de trabajar por 30 minutos, no restaura su eficiencia y además debe ser castigado.

Pagos del jugador 2:

Como ya se mencionó, el jugador 2 tendrá diferentes pagos según su tipo, los cuales se analizan a continuación:

- A) Individuo no sufre de sueño excesivo luego del almuerzo, o no sufre sueño del todo: Para una persona dentro de este tipo, no utilizar una power nap no le generaría ninguna pérdida ya que al no tener sueño solo seguirá trabajando de manera normal con su eficiencia intacta (pago de 1) tanto si es permitido o no, puesto que le sería indiferente que no se permita si no lo quiere hacer. Por otro lado, si se permite e intentase tomar una Power nap sin tener sueño, lo más probable es que no pueda o le cueste mucho y acabaría solo perdiendo el tiempo o peor con sueño que antes no tenía (pago de -1), si no se permite habría que agregarle además el estrés de ser descubierto y recibir algún tipo de castigo (pago de -2). Así, los pagos para el tipo A se pueden representar en forma estática del juego:

J1/JA	Utiliza	No Utiliza
Permite	-1,-1	1,1
No Permite	-2,-2	1,1

Figura 25: Juego en forma estática tipo A, Fuente propia.

B) Individuo que siente mucho sueño y para el que una power nap le recupera su eficiencia a niveles normales: para este tipo, si es permitido y no toman una siesta, seguirán con mucho sueño y con su eficiencia disminuida lo cual no es una sensación agradable para ningún sujeto racional (pago de -1) aunque sea voluntario, por el contrario si la toman se sentirán recuperados anímicamente y no tendrán o tendrán mucho menos sueño (pago de 2); si no está permitido, no tomarían la siesta debido a la prohibición lo cual es peor que no tomarla por voluntad propia en el caso anterior (pago de -2), y además, si toman la siesta de todas formas, no es seguro que tengan los mismos beneficios puesto que tendrían que realizarlo a escondidas y posiblemente en condiciones no ideales y además con el estrés y presión de ser descubiertos, de esta forma se pueden definir dos subgrupos del tipo B: aquellos que podrían beneficiarse de todas formas sin permiso (pago de 1) y aquellos que estarán mejor si no lo intentan (pago de -2 si no duermen y pago de -3 por hacerlo o intentarlo sin permiso), B1 y B2 respectivamente. Los pagos en forma estática del tipo B serían:

J1/JB1	Utiliza	No Utiliza
Permite	1,2	-1,-1
No Permite	0,1	-1,-2

Figura 26: Juego en forma estática tipo B1, Fuente propia.

J1/JB2	Utiliza	No Utiliza
Permite	1,2	-1,-1
No Permite	-2,-3	-1,-2

Figura 27: Juego en forma estática tipo B2, Fuente propia.

C) Individuo que tiene sueño excesivo pero el cual no se ve beneficiado de tomar una Power nap: para este tipo, si es permitido y toma la siesta despierta igual o con más sueño que antes y solo sentirá que perdió tiempo (pago -2), si no duerme, siente sueño (pago de -1) tanto si se permite o no, si duerme sin permiso tendrá además el estrés extra de no querer ser descubierto (pago de -3). Los pagos de este tipo en forma estática son:

J1/JC	Utiliza	No Utiliza
Permite	-2,-2	-1,-1
No Permite	-3,-3	-1,-1

Figura 28: Juego en forma estática tipo C, Fuente propia.

Así se puede ahora plantear el juego de forma extensiva para cada tipo y buscar su equilibrio por el método de inducción hacia atrás, el cual consiste en encontrar la mejor respuesta en cada nodo e ir hacia atrás utilizando dichas respuestas para simplificar el juego.

Tipo A:

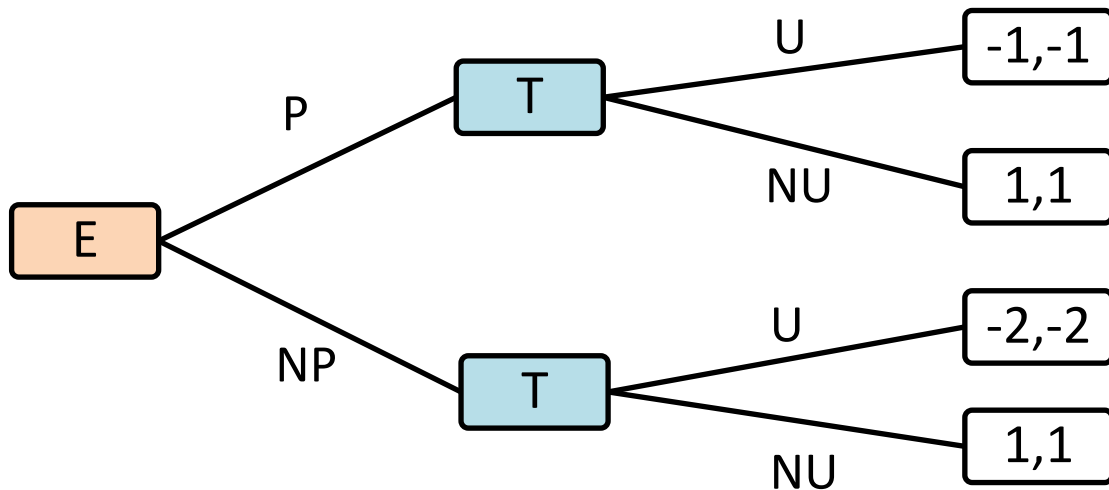


Figura 29: Juego en forma extendida tipo A, Fuente propia.

Ahora se puede ver simplemente como un juego dinámico de información perfecta el cual se resolverá por inducción hacia atrás:

Se separa el subjuego donde la empresa permite la Power nap y ve cual es la opción que escogería racionalmente el trabajador:

Subjuego P:

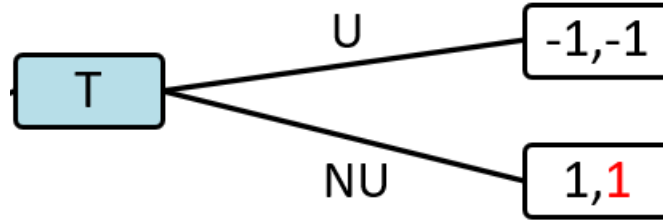


Figura 30: SubJuego P tipo A, Fuente propia.

Se puede ver que para el trabajador del tipo A, si la empresa decide permitir las Power Naps, su mejor respuesta será no utilizarlas ya que recibiría un pago de 1 en vez de -1.

Subjuego NP:

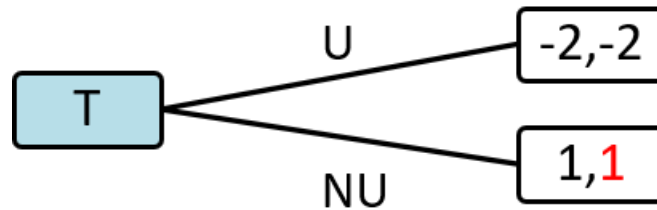


Figura 31: SubJuego NP tipo A, Fuente propia.

Así mismo se puede observar que si la empresa decide no permitir, la mejor respuesta del trabajador del tipo A es también no utilizarlas puesto que el pago es 1 en vez de -2.

Lo anterior significa que la estrategia del trabajador tipo A es (NU,NU), es decir que tanto para la estrategia de permitir como para la de no permitir, escogerá no utilizar. Por lo que ahora el juego se puede simplificar a:

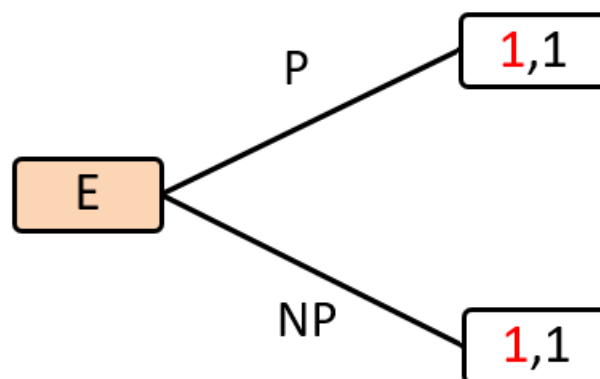


Figura 32: SubJuego E tipo A, Fuente propia.

Para este caso (tipo A) le es indiferente a la empresa si permitir o no permitir las Power naps ya que ambas alternativas le generan el mismo pago esperado. Aplicando la última variable que es la probabilidad α de ocurrencia del tipo A, se tiene que el pago esperado de cada opción es:

$$P = NP = 1 * \alpha$$

Tipo B1:

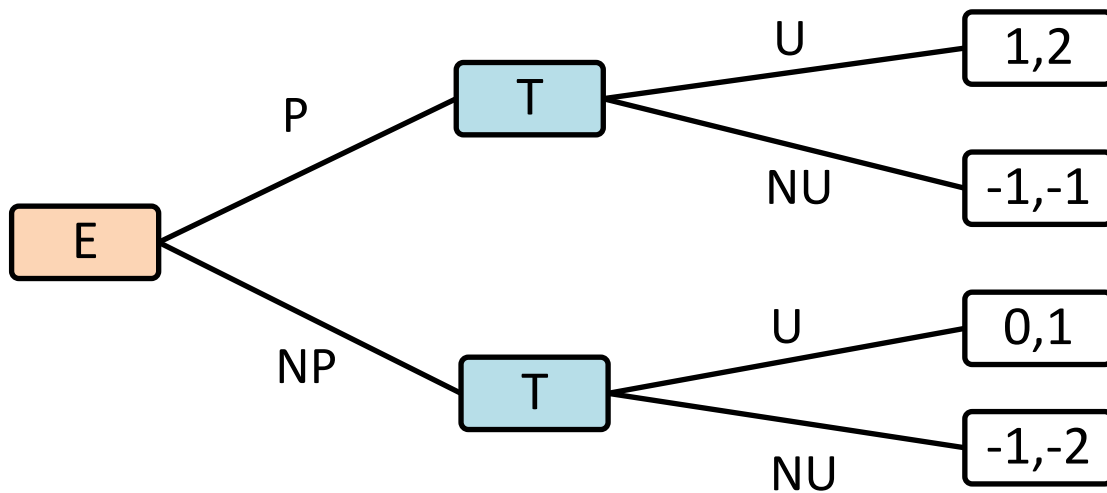


Figura 33: Juego en forma extendida tipo B1, Fuente propia.

Separando en subjuegos:

Subjuego P:

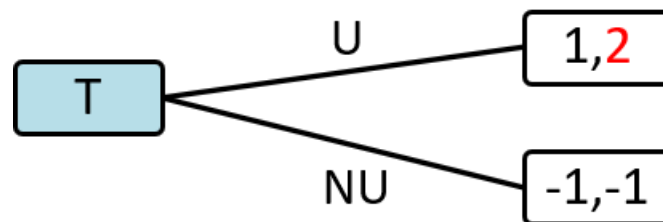


Figura 34: SubJuego P tipo B1, Fuente propia.

La mejor respuesta del trabajador tipo B1 a permitir es utilizar puesto que tendría un pago de 2 en vez de -1.

Subjuego NP:

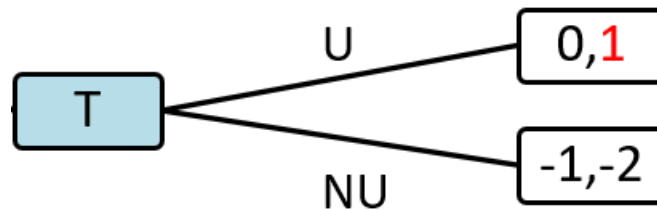


Figura 35: SubJuego NP tipo B1, Fuente propia.

La mejor respuesta del trabajador tipo B1 a no permitir es también Utilizar puesto que recibe un pago de 1 en vez de -2.

En síntesis la estrategia del trabajador tipo B1 es (U,U), que es que tanto para permitir como para no permitir, elegiría utilizar las power naps.

Aplicando lo anterior al juego completo queda:

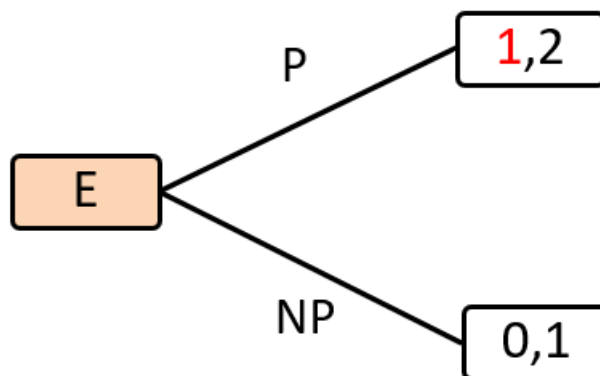


Figura 36: SubJuego E tipo B1, Fuente propia.

Donde se puede observar que la mejor acción de la empresa, dada la respuesta esperada del trabajador tipo B1 es permitir ya que recibe pago de 1 en vez de 0. Aplicando la probabilidad de ocurrencia β_1 del tipo B1 queda el pago esperado como:

$$P = 1 * \beta_1$$

$$NP = 0 * \beta_1 = 0$$

Tipo B2:

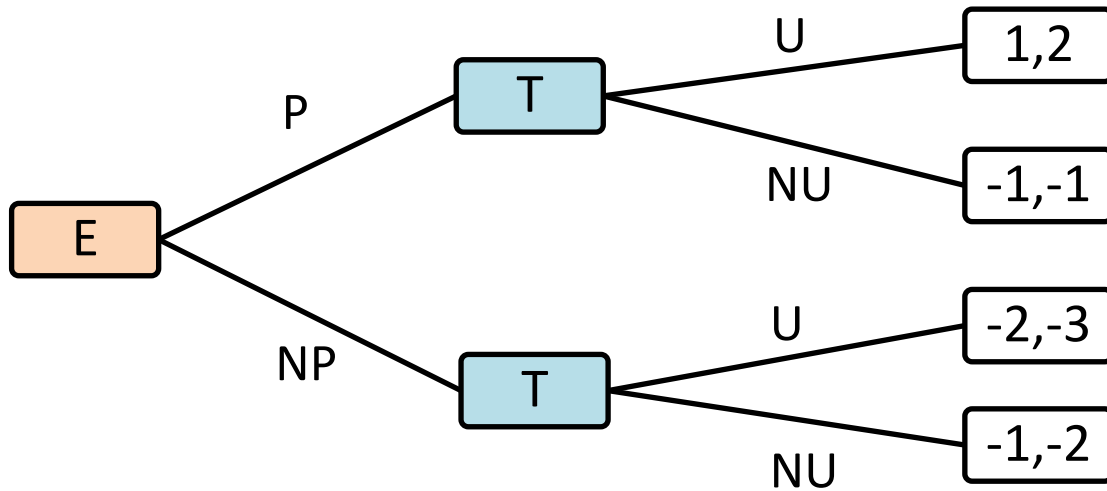


Figura 37: Juego en forma extendida tipo B2, Fuente propia.

Separando en subjuegos:

Subjuego P:

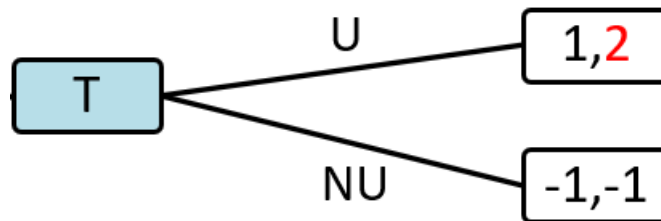


Figura 38: SubJuego P tipo B2, Fuente propia.

Para la accion de permitir, la mejor respuesta del trabajador tipo B2 es utilizar al igual que el tipo B1 puesto que recibe 2 en vez de -1.

Subjuego NP:

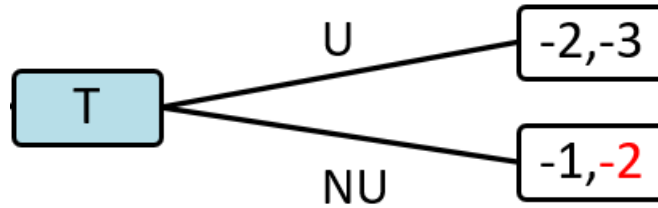


Figura 39: SubJuego NP tipo B2, Fuente propia.

Para la accion de no permitir, la mejor respuesta del trabajador tipo B2 es no utilizar ya que si bien su pago es -2, si utiliza su pago seria aun menor, -3.

Con esto se puede establecer que la estrategia del trabajador tipo B2 es (U,NU), es decir que si se permite, utiliza y si no se permite, no utiliza las power naps.

Simplificando el juego completo queda:

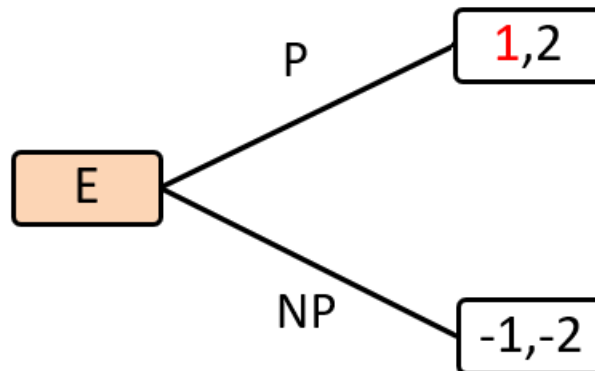


Figura 40: SubJuego E tipo B2, Fuente propia.

Donde se puede ver que para el caso de un trabajador tipo B2, la mejor accion de la empresa es permitir por un pago de 1 en vez de -1. Aplicando la probabilidad de ocurrencia β_2 del trabajador tipo B2, se tienen los pagos esperados:

$$P = 1 * \beta_2$$

$$NP = -1 * \beta_2$$

Tipo C:

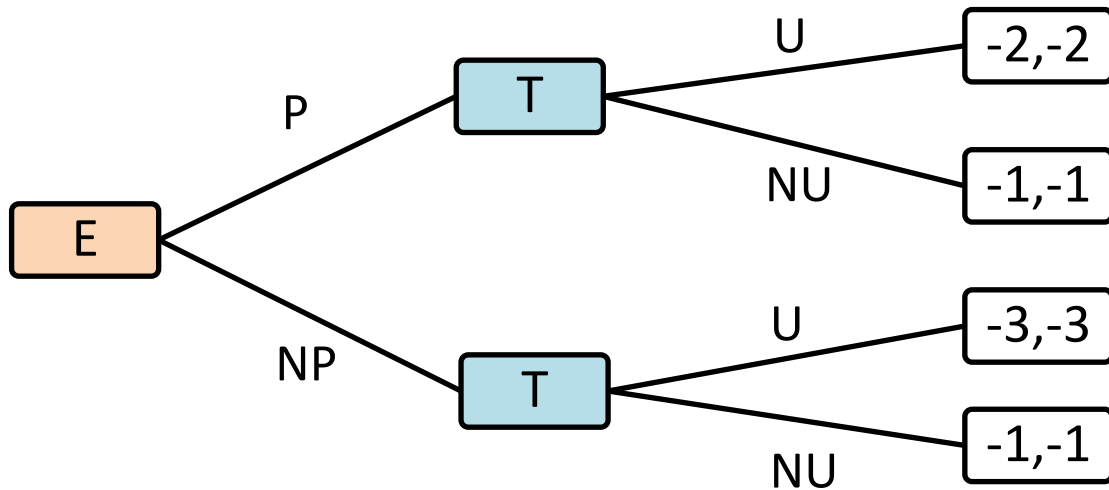


Figura 41: Juego en forma extendida tipo C, Fuente propia.

Separando en subjuegos:

Subjuego P:

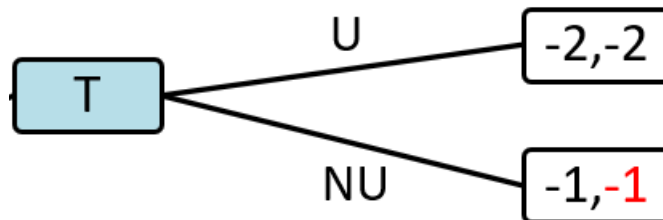


Figura 42: SubJuego P tipo C, Fuente propia.

La mejor respuesta del trabajador tipo C es no utilizar ante la accion de permitir ya que recibiria un pago de -1 en vez de -2.

Subjuego NP:

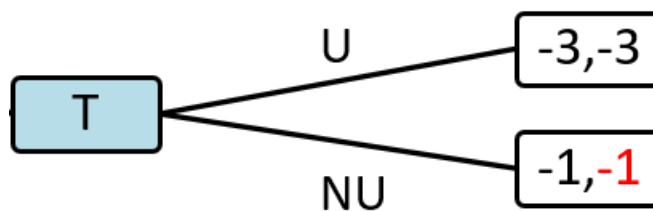


Figura 43: SubJuego NP tipo C, Fuente propia.

La mejor respuesta del trabajador tipo C es no utilizar en caso de no permitir también, puesto que recibiría -1 en vez de -3.

Por lo tanto la estrategia del trabajador tipo C sería (NU,NU), es decir tanto para la acción de permitir como de no permitir por parte de la empresa, no utilizaría las power naps.

Volviendo al juego simplificado queda:

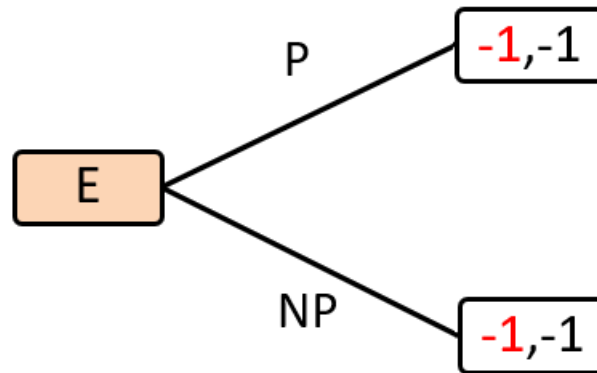


Figura 44: SubJuego E tipo C, Fuente propia.

Donde se puede ver que en este caso sería indiferente para la empresa la acción de permitir o no permitir puesto que el pago es el mismo.

Añadiendo a esto la probabilidad γ de ocurrencia del trabajador tipo C, se tienen los pagos como sigue:

$$P = NP = -1 * \gamma$$

Pago esperado final de la empresa:

Con los resultados previamente obtenidos, se puede ahora obtener el pago total esperado de la empresa para las 2 opciones y sacar conclusiones:

Pago total para la opción de permitir:

$$P = 1 * \alpha + 1 * \beta_1 + 1 * \beta_2 - 1 * \gamma$$

$$P = \alpha + \beta_1 + \beta_2 - \gamma$$

Pago total para la opción de no permitir:

$$NP = 1 * \alpha + 0 * \beta_1 - 1 * \beta_2 - 1 * \gamma\beta$$

$$NP = \alpha - \beta_2 - \gamma$$

Diferencia entre ambas opciones:

$$P - NP = \beta_1 + 2\beta_2$$

Puesto que las probabilidades α , β_1 , β_2 y γ no pueden ser negativas, significa que:

$$P - NP \geq 0, \quad \forall \alpha, \beta_1, \beta_2, \gamma$$

Lo que equivale a que:

$$P \geq NP, \quad \forall \alpha, \beta_1, \beta_2, \gamma$$

Y que:

$$P > NP, \quad \text{cuando } \beta_1 > 0 \vee \beta_2 > 0$$

$$P = NP, \quad \text{cuando } \beta_1 = \beta_2 = 0$$

Esto quiere decir que hay total indiferencia ante los tipos A y C para diferenciar los pagos de permitir o no permitir, y además que, siempre que β_1 y/o β_2 sean mayores que 0, es decir que exista al menos un trabajador de al menos uno de esos 2 tipos, la mejor acción para la empresa es permitir las power naps y que en caso no haber ninguno, el pago esperado es el mismo, es decir que desde el punto de vista de la eficiencia esperada de los trabajadores, la empresa solo puede quedar igual que si no permite, o ganar proporcionalmente a la cantidad de trabajadores tipo B1 y en mayor proporción (con respecto de B1) a los trabajadores tipo B2.

5.1.3 Metodo 2:

Otra manera de plantear el juego, es aplicar probabilidades como una “decisión” dentro del mismo juego, en este caso, la más relevante es si el trabajador tiene o no tiene sueño, y desde ahí hacer el resto del juego, como se muestra a continuación:

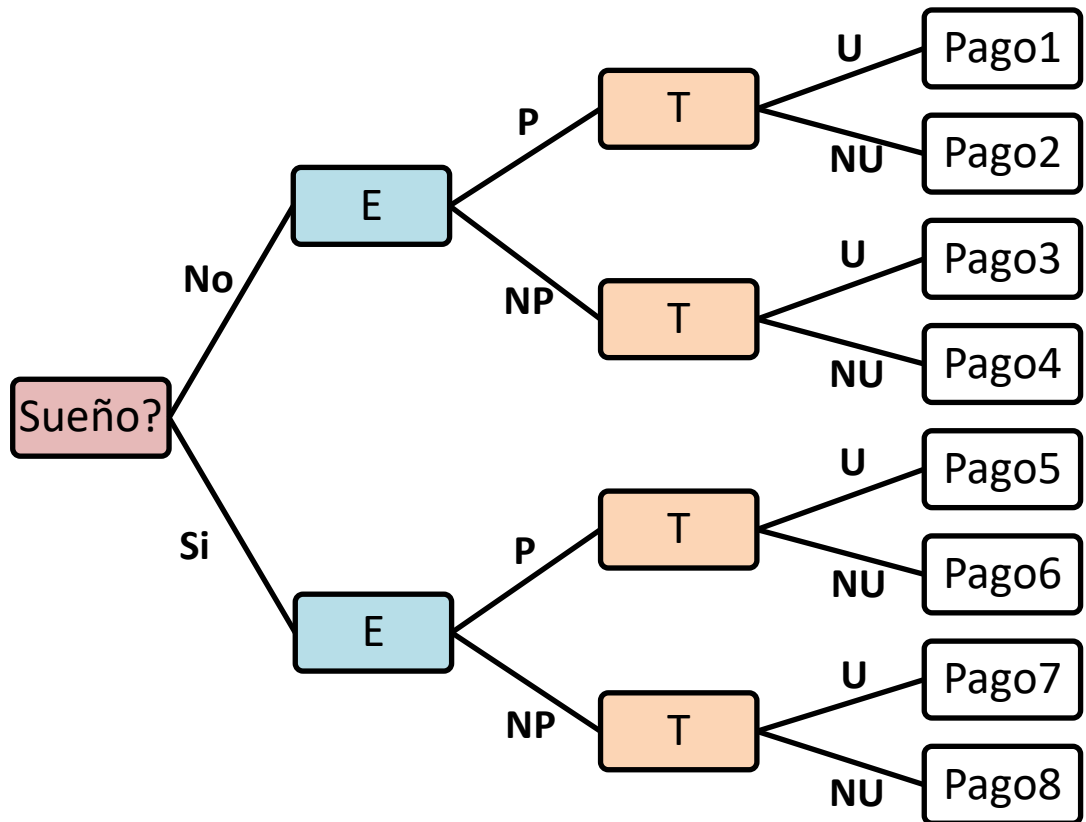


Figura 45: Juego extensivo base método 2, Fuente propia.

De igual forma, existen naturalezas, pero solo las B1, B2 y C planteadas anteriormente, ya la naturaleza A ahora se trata como una probabilidad dentro de las demás, es decir, la probabilidad de que un individuo de tipo B1 o B2 o C no tenga sueño, que en su totalidad sería la misma probabilidad α previamente planteada. Pero como ya se vio, cuando se hizo el juego del tipo A, que es ahora la rama de “no sueño”, se sabe que, para esta rama, el trabajador siempre escogerá no utilizar la power nap y los pagos para tanto el trabajador como para la empresa, son los mismo tanto si se permite como si no se permite la power nap por lo que esta rama puede simplificarse de inmediato:

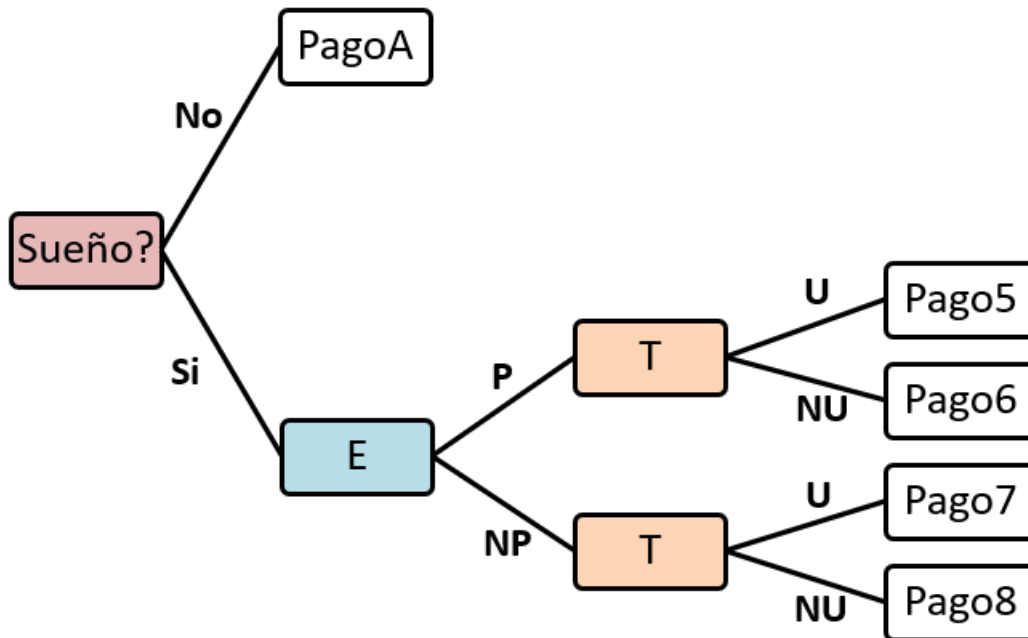


Figura 46: Juego extensivo simplificado método 2, Fuente propia.

De este modo, se plantea el juego por cada naturaleza, donde los pagos serán los mismos previamente explicados, para aplicar inducción hacia atrás:

Caso B1:

Los pagos en realidad corresponderán a los mismos del caso B1 por la rama que si tiene sueño:

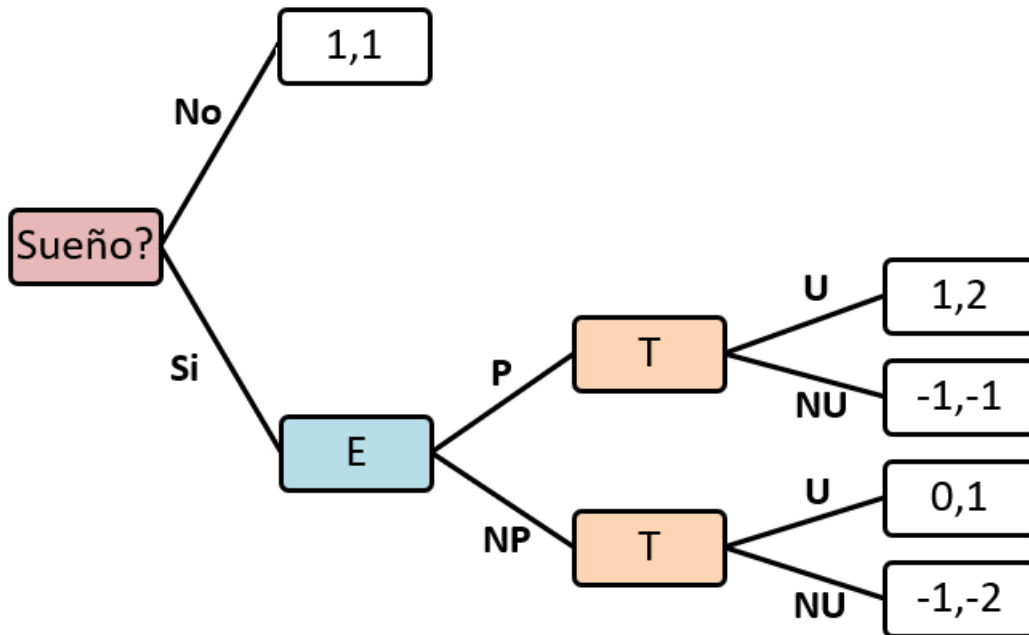


Figura 47: Juego extensivo simplificado tipo B1 método 2, Fuente propia.

Al ser los pagos los mismos que en el primer análisis, la inducción hacia atrás dará los mismos resultados, resumidos a continuación:

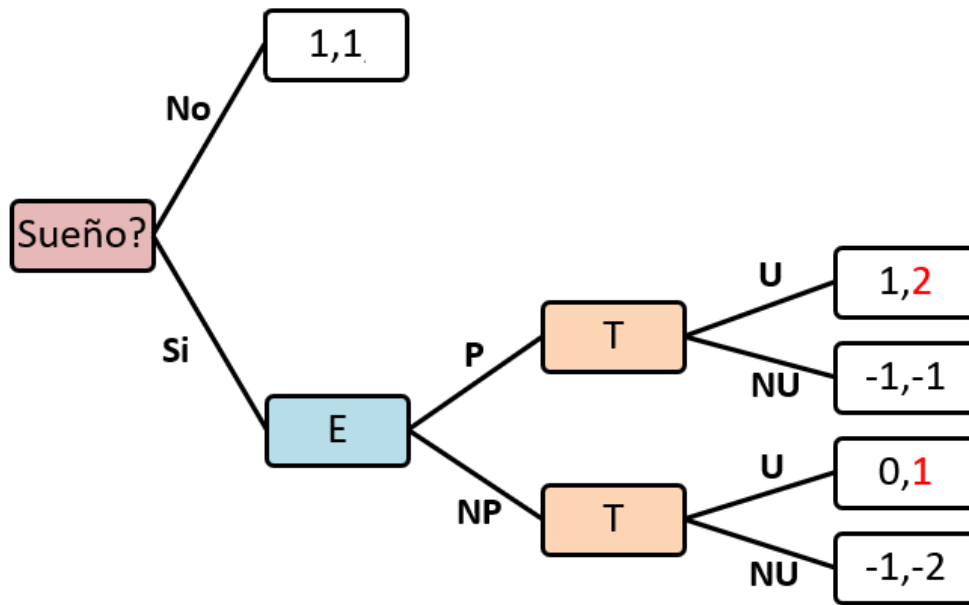


Figura 48: Juego extensivo simplificado tipo B1 con pagos óptimos método 2, Fuente propia.

Se marcan las jugadas preferidas del trabajador en cada subjuego, donde se observa que en caso de tener sueño preferirá siempre utilizar una Power nap, con esto que el nuevo juego:

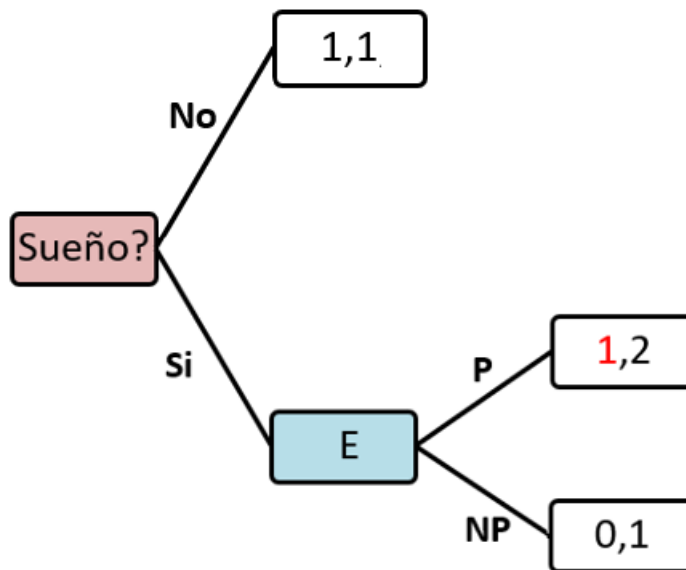


Figura 49: Juego extensivo simplificado tras subjugos tipo B1, Fuente propia.

Ahora se marcan las jugadas preferidas por la empresa, en el caso de que el trabajador tenga sueño, a la empresa siempre le convendrá permitir las Power Naps, quedando el juego resumido final:

Empresa permite Power nap:

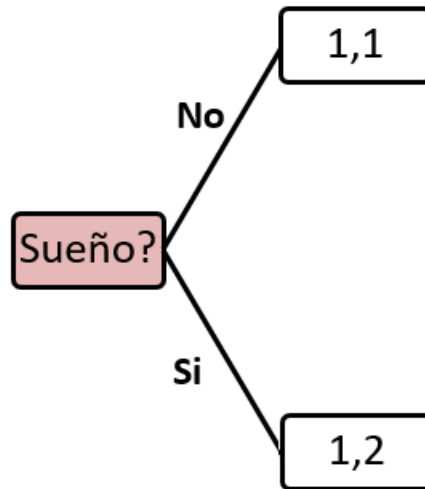


Figura 50: SubJuego final P tipo B1, Fuente propia.

Empresa no permite Power nap:

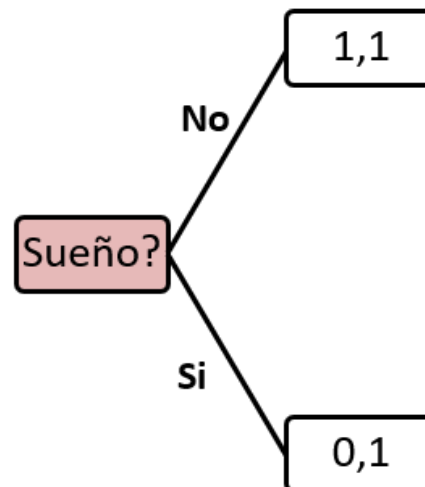


Figura 51: SubJuego final NP tipo B1, Fuente propia.

Como tener o no sueño no es una decisión hasta aquí se puede simplificar el juego, donde para el caso de que el individuo no tenga sueño, a la empresa le es indiferente permitir o no las power naps, mientras que para el caso de que si tenga sueño le es preferible permitir las siempre.

El pago esperado de la empresa en este caso es:

$$NP = (1 * \beta_{1_{no\ sueño}} + 0 * \beta_{1_{sueño}})$$

$$NP = (\beta_{1_{no\ sueño}})$$

$$P = (1 * \beta_{1_{no\ sueño}} + 1 * \beta_{1_{sueño}})$$

$$P = (\beta_{1_{no\ sueño}} + \beta_{1_{sueño}})$$

Donde:

$\beta_{1_{no\ sueño}}$ = probabilidad de que un individuo tipo B1 no tenga sueño

$\beta_{1_{sueño}}$ = probabilidad de que un individuo tipo B1 tenga sueño

Caso B2:

Para este caso los pagos quedan:

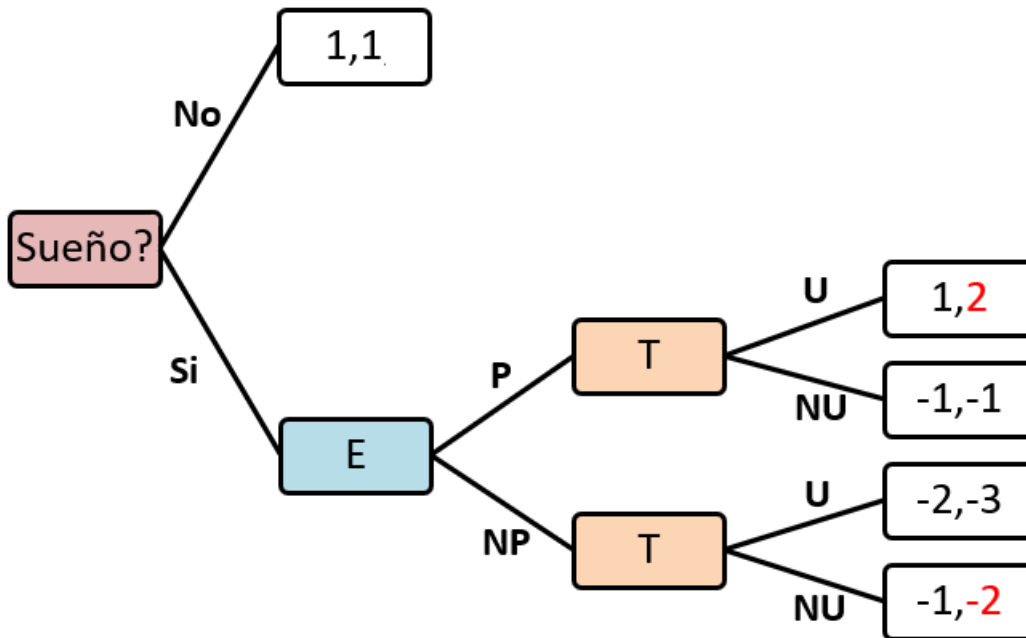


Figura 52: Juego extensivo simplificado tipo B2 método 2, Fuente propia.

Donde se marcan las jugadas que prefiere el trabajador, quedando:

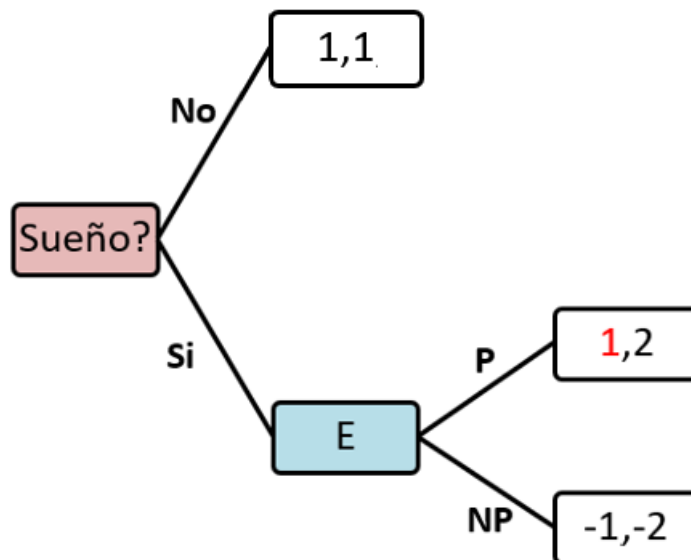


Figura 53: Juego extensivo simplificado tras subjuegos tipo B2, Fuente propia.

Se observa nuevamente preferencia a permitir cuando si existe sueño:

Si no permite:

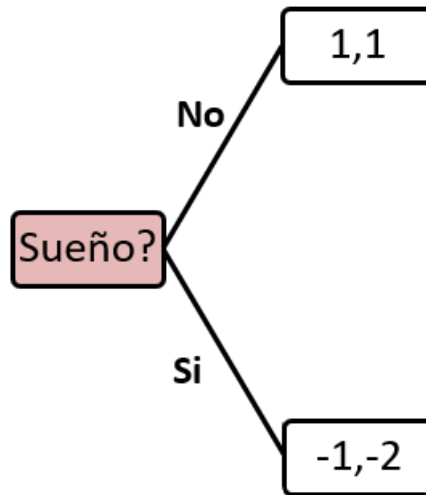


Figura 54: SubJuego final NP tipo B2, Fuente propia.

Si permite:

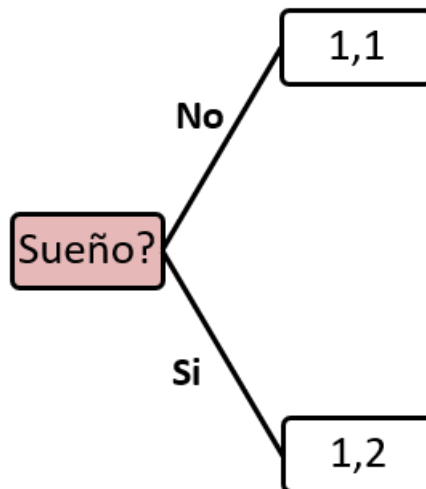


Figura 55: SubJuego final P tipo B2, Fuente propia.

Así el pago esperado para ambas opciones de la empresa es:

$$NP = (1 * \beta_{2_{no\ sueño}} - 1 * \beta_{2_{sueño}})$$

$$NP = (\beta_{2_{no\ sueño}} - \beta_{2_{sueño}})$$

$$P = (1 * \beta_{2_{no\ sueño}} + 1 * \beta_{2_{sueño}})$$

$$P = (\beta_{2_{no\ sueño}} + \beta_{2_{sueño}})$$

Donde:

$\beta_{2_{no\ sueño}}$ = probabilidad de que un individuo tipo B2 no tenga sueño

$\beta_{2_{sueño}}$ = probabilidad de que un individuo tipo B2 tenga sueño

Caso C:

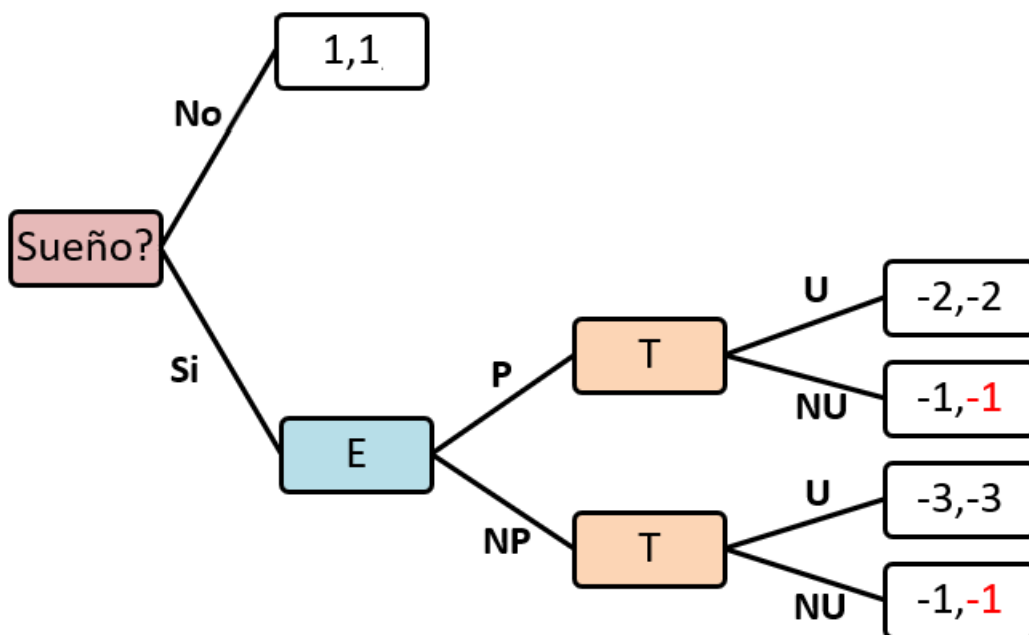


Figura 56: Juego extensivo simplificado tipo C método 2, Fuente propia.

Este tipo, preferirá siempre no utilizar la power nap, puesto que es una herramienta que no le causa beneficio, así, el nuevo juego queda:

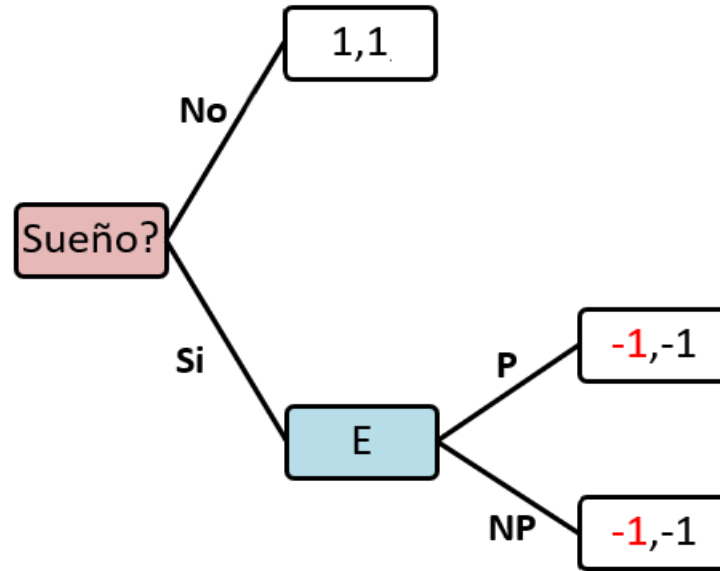


Figura 57: Juego extensivo simplificado tras subjuegos tipo C, Fuente propia.

Donde se observa que para la empresa es indiferente en este caso permitir o no las power naps, quedando solo dependencia de si el trabajador tiene o no sueño, siendo el caso de que tenga sueño peor para ambos:

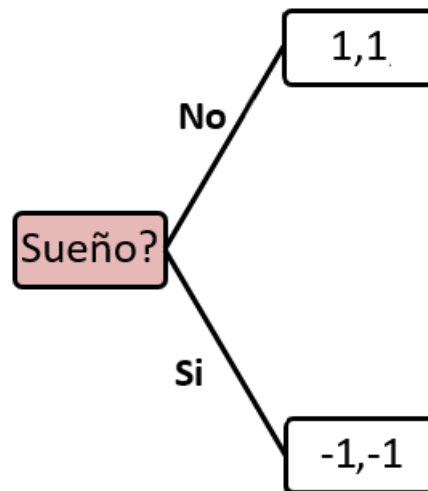


Figura 58: SubJuego final P o NP tipo C, Fuente propia.

Así el pago esperado para ambas opciones de la empresa es:

$$NP = (1 * \gamma_{no\ sueño} - 1 * \gamma_{sueño})$$

$$NP = (\gamma_{no\ sueño} - \gamma_{sueño})$$

$$P = (1 * \gamma_{no\ sueño} - 1 * \gamma_{sueño})$$

$$P = (\gamma_{no\ sueño} - \gamma_{sueño})$$

Donde:

$\gamma_{no\ sueño}$ = probabilidad de que un individuo tipo C no tenga sueño

$\gamma_{sueño}$ = probabilidad de que un individuo tipo C tenga sueño

Ahora se suman los pagos esperados de los 3 casos para obtener los pagos esperados totales:

$$NP = (\beta_{1_{no\ sueño}}) + (\beta_{2_{no\ sueño}} - \beta_{2_{sueño}}) + (\gamma_{no\ sueño} - \gamma_{sueño})$$

$$P = (\beta_{1_{no\ sueño}} + \beta_{1_{sueño}}) + (\beta_{2_{no\ sueño}} + \beta_{2_{sueño}}) + (\gamma_{no\ sueño} - \gamma_{sueño})$$

Restando NP a P:

$$P - NP = \beta_{1_{sueño}} + 2\beta_{2_{sueño}}$$

El resultado es, nuevamente, que para que haya preferencia por permitir power naps, deben existir sujetos del tipo B1 y/o B2 y que tengan sueño al medio día, el tipo C puede desestimarse puesto que no influye.

En conclusión, solo debe estudiarse la ocurrencia de individuos asiduos a las siestas y que presenten sueño, pues solo de esto depende la conveniencia de aplicar las siestas cortas, y cuando no tengan sueño pues no la aplicaran simplemente pues no les genera beneficio propio por lo que no es necesario preocuparse de que duerman sin sueño por lo que no habrá pérdidas de eficiencia extras.

Ya que se tiene el marco teórico como base para establecer la power nap como beneficiosa, y se descartó la incidencia de mal uso de las powernaps por parte de los trabajadores, se procederá a realizar un modelo práctico que permita estimar los posibles beneficios de su implementación en una organización.

Para crear el modelo se comenzará de lo más complejo y luego se ira simplificando y aplicando supuestos extraídos del marco teórico.

5.2.1 Creación del modelo:

Como se mostró en el marco teórico, durante el día se pasan por una serie constante de altos y bajos rendimiento llamado ciclo o ritmo ultradiano y se postuló además que este derivaba en un valle mayor luego del almuerzo producto de la digestión y de que además es

precisamente la mitad de la jornada lo que concuerda con la mayoría de estudios de que el mejor momento de tomar una siesta(en valle de rendimiento más bajo en este caso) es en el lapso de tiempo entre las 14 y 16.

Usando el ciclo ultradiano como base, se puede modelar la productividad en función del tiempo:

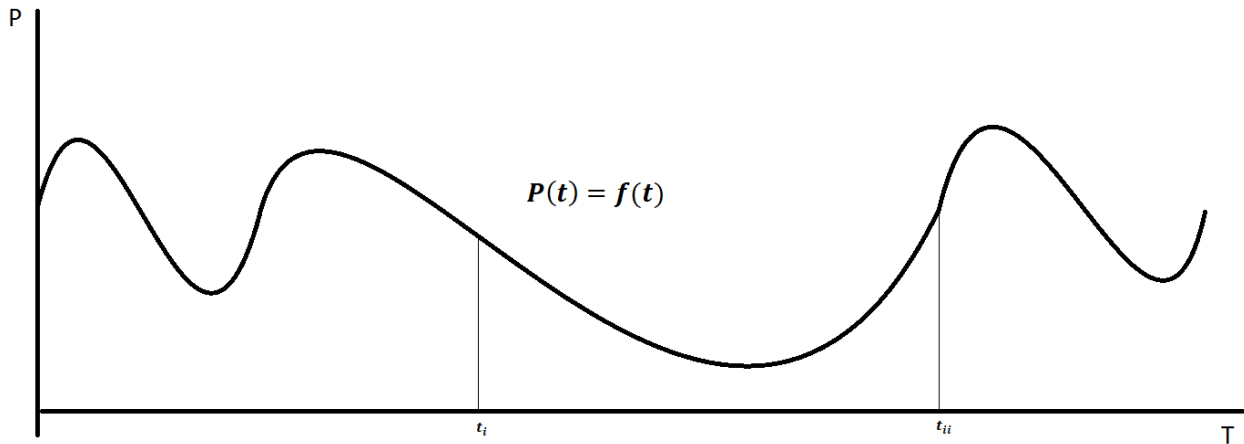


Figura 59: Grafico curva de productividad, Fuente propia.

Como se puede observar, la productividad puede modelarse como una función lineal dependiente del tiempo, pero cuya forma matemática es desconocida, más si se conoce su forma gráfica:

$$P(t) = f(t)$$

Cuya integral:

$$\int_{t_i}^{t_{ii}} f(t) dt$$

Corresponde a lo que se produce en el tiempo $t_{ii} - t_i$ (área bajo la curva).

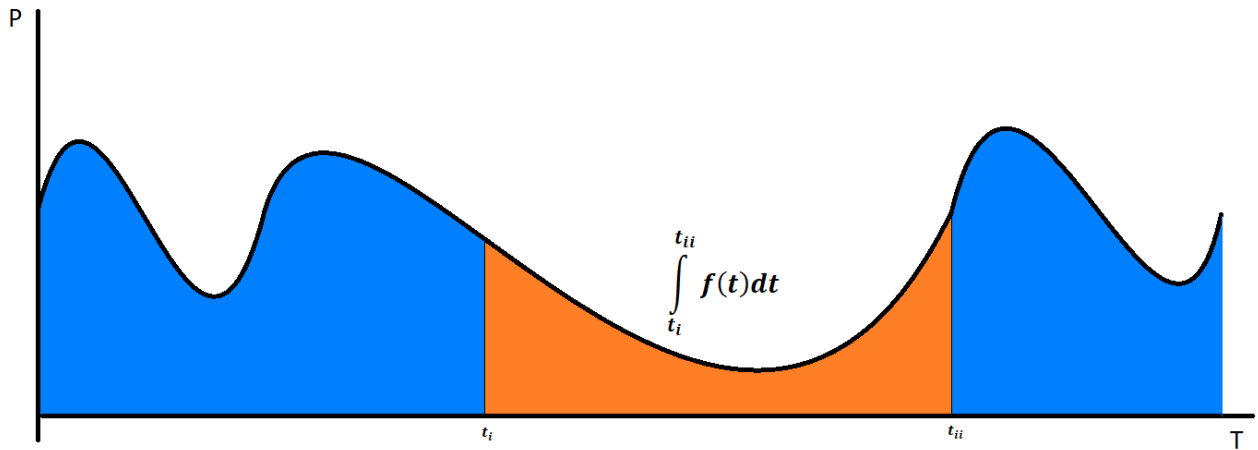


Figura 60: Grafico curva de productividad con integral, Fuente propia.

Luego de aplicar una power nap, habrá una nueva función:

$$P_2(t) = g(t)$$

La cual es discontinua entre t_1 y t_2 que corresponde al intervalo de tiempo durante el cual se deja de trabajar para llevar a cabo una power nap, donde se pierde productividad. La nueva área de eficiencia corresponde a la integral de la nueva curva:

$$\int_{t_i}^{t_{ii}} g(t) dt$$

La cual se ve representada a continuación:

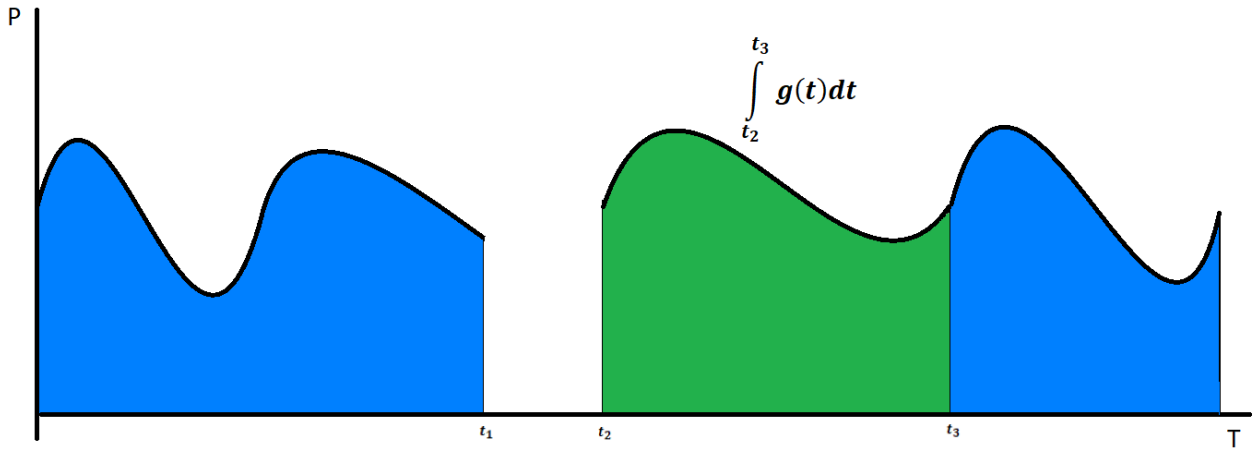


Figura 61: Grafico curva de productividad después de power nap, Fuente propia.

Donde lo que potencialmente se recupera de productividad corresponde a la diferencia entre el área original y la nueva área:

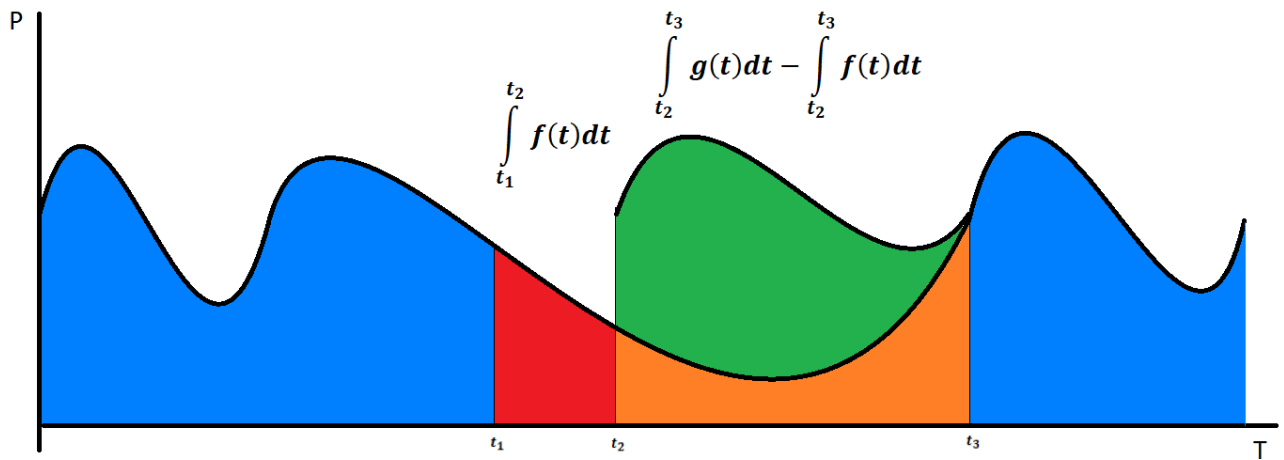


Figura 62: Grafico comparación curvas de productividad antes y después de power nap, Fuente propia.

Lo cual corresponde a restar las integrales definidas en el intervalo correspondiente:

$$\text{Productividad recuperada despues de PN(verde)} = \int_{t_2}^{t_3} g(t) dt - \int_{t_2}^{t_3} f(t) dt$$

Pero se le debe restar la productividad Perdida durante la power nap:

$$\text{Productividad perdida por PN(rojo)} = \int_{t_1}^{t_2} f(t) dt$$

Así la productividad total recuperada será:

$$\text{Productividad recuperada total} = \int_{t_2}^{t_3} g(t) dt - \int_{t_2}^{t_3} f(t) dt - \int_{t_1}^{t_2} f(t) dt$$

$$\text{Productividad recuperada total} = \int_{t_2}^{t_3} g(t) - f(t) dt - \int_{t_1}^{t_2} f(t) dt$$

Así, para que la productividad recuperada sea positiva, debe darse que:

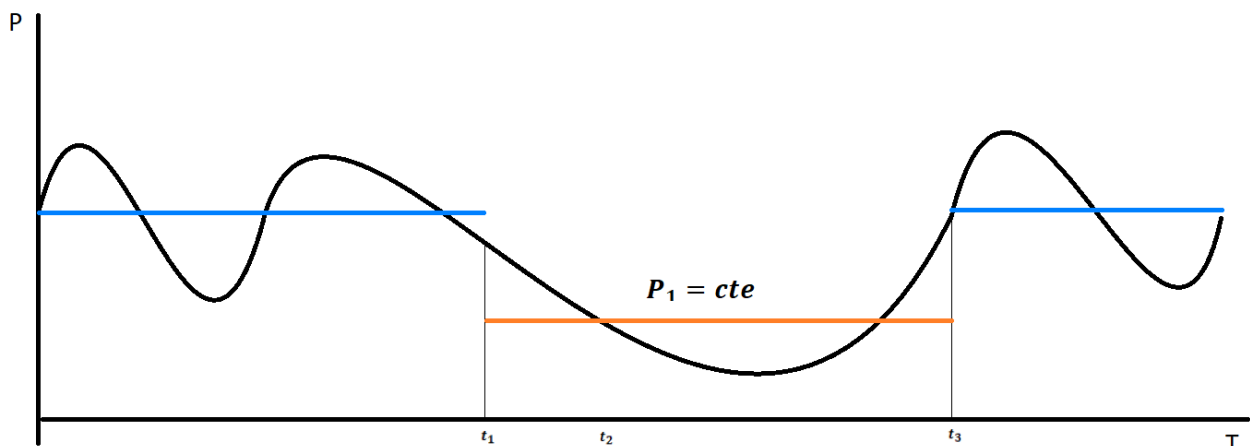
$$\int_{t_2}^{t_3} g(t) - f(t) dt > \int_{t_1}^{t_2} f(t) dt$$

Siendo esta la condición para que tomar una power nap sea rentable desde el punto de vista de la productividad individual.

Simplificación:

Para simplificar el modelo, utilizaremos valores promedio por intervalos, lo que facilitará el análisis, así las curvas ahora serán tratadas de la siguiente forma:

Curva sin Power nap:



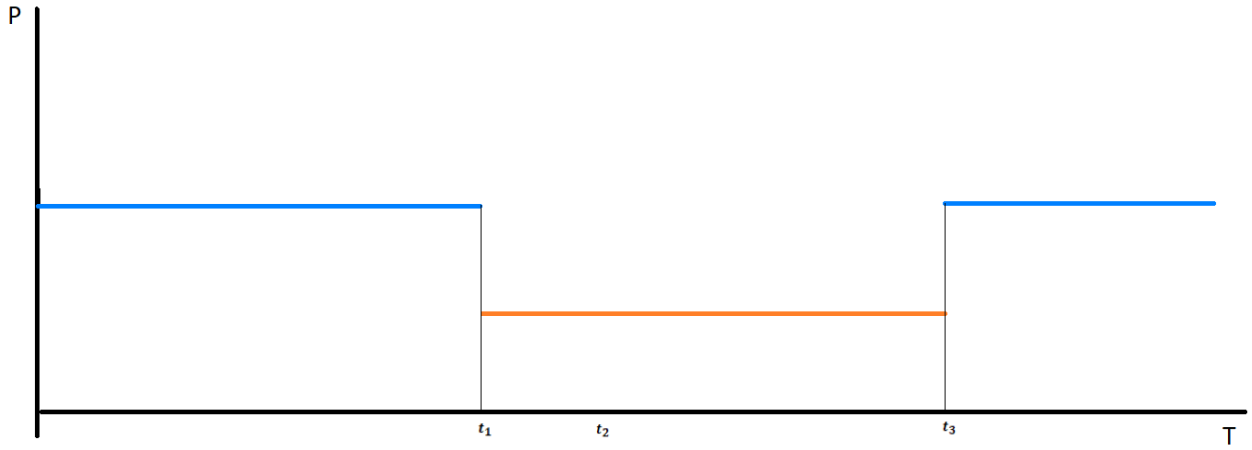
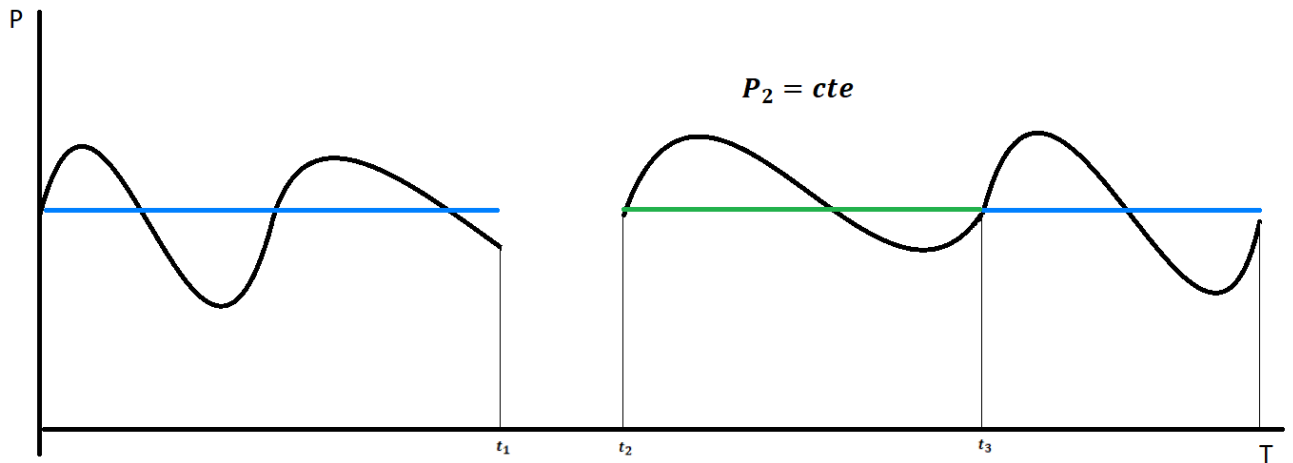


Figura 63: Gráficos simplificación curva de productividad, Fuente propia.

Curva con power nap:



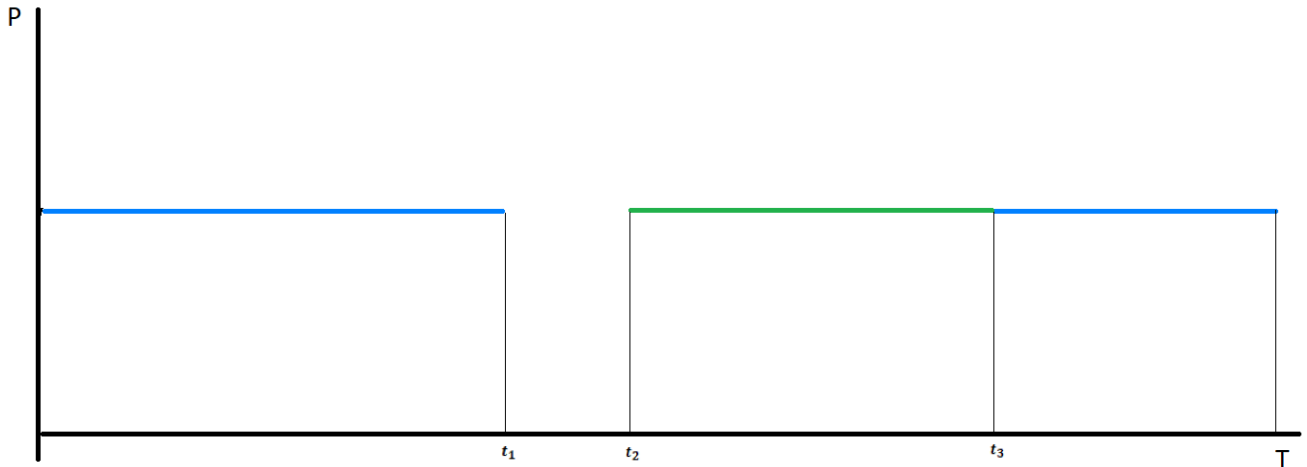


Figura 64: Gráficos simplificación curva de productividad después de power nap, Fuente propia.

Ahora las funciones de productividad serán simplemente constantes de productividad promedio:

$$P(t) = f(t) = \text{Productividad promedio 1} = P_1 = cte$$

$$P(t) = g(t) = \text{Productividad promedio 2} = P_2 = cte$$

Y al reemplazarlas en los cálculos anteriores se tiene:

$$\text{Productividad recuperada total} = \int_{t_1}^{t_2} g(t) - f(t) dt - \int_{t_1}^{t_2} f(t) dt$$

$$\text{Productividad recuperada total} = \int_{t_2}^{t_3} P_2 - P_1 dt - \int_{t_1}^{t_2} P_1 dt$$

$$\text{Productividad recuperada total} = (P_2 - P_1) * (t_3 - t_2) - P_1 * (t_2 - t_1)$$

Donde la condición de rentabilidad anterior queda como:

$$(P_2 - P_1) * (t_3 - t_2) > P_1 * (t_2 - t_1)$$

O como:

$$P_2 * (t_3 - t_2) > P_1 * (t_3 - t_1)$$

Lo que se puede apreciar de manera gráfica:

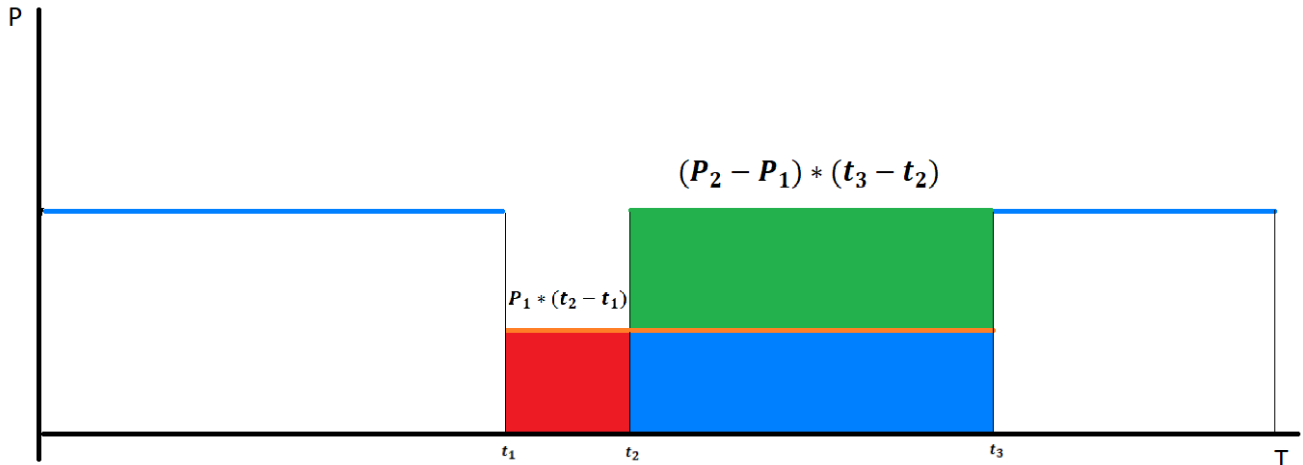


Figura 65: Grafico comparación curva de productividad antes y después de power nap,
Fuente propia.

Siendo para el caso analizado, $(t_3 - t_1)$ el intervalo de tiempo completo en letargo al cual llamaremos t_L , $(t_2 - t_1)$ el intervalo de duración de la Power Nap al cual llamaremos t_{PN} y $(t_3 - t_2)$ el intervalo de tiempo con productividad recuperada que será llamado t_R .

Reemplazando en la condición de rentabilidad se tiene:

$$(P_2 - P_1) * t_R > P_1 * t_{PN}$$

O como:

$$P_2 * t_R > P_1 * t_L$$

Exactamente a que corresponden estos valores será analizado en la siguiente sección al plantear el modelo simplificado final.

5.2.2 Definición de variables y parámetros para modelo simplificado:

Partiendo de lo anterior, se establecerán las variables finales del modelo simple:

Duración de la Power Nap en si= $t_2 - t_1 = t_{PN}$

Esta duración debe incluir el tiempo completo durante el cual se deja de producir el cual podría ser levemente superior a la siesta en sí misma.

Tiempo de productividad a la baja a causa del sueño a medio día= $t_3 - t_1 = t_L$ (tiempo en letargo)

Es decir, cuánto es el tiempo durante el cual la productividad del trabajador no es la óptima a causa del cansancio, sueño acumulado, etc.

Porcentaje de productividad deficiente promedio durante dicho tiempo= $P_1 = P_d$

Es la productividad con respecto a la normal en la mañana y a la tarde experimentada durante el tiempo en letargo.

Porcentaje de productividad mejorado promedio luego de una Power Nap= $P_2 = P_R$ (*productividad restaurada*)

Es la productividad del trabajador con respecto a la normal, luego de que este incurra una Power Nap para disminuir los efectos de letargo de medio día.

El siguiente esquema muestra estos conceptos de manera más clara:

8:00	Productividad promedio normal (100%)
13:00	almuerzo
14:00	Letargo (??%)
??	Productividad

8:00	Productividad promedio normal (100%)
13:00	almuerzo
14:00	POWER NAP
??	Productividad restaurada promedio(??%)
??	Productividad



Figura 66: Esquema de la jornada laboral con y sin Power Nap. Fuente propia.

Si bien se habla de productividad, el área bajo la curva debe entenderse más como una especie de productividad “nominal” o “base” mientras que la real va a depender de más variables, por esto, se hablara de aquí en adelante, de “eficiencia de tiempo”, es decir cuanto rinde(área bajo la curva) realmente el tiempo trabajado en función de la productividad nominal que tuvo durante dicho tiempo:

Eficiencia equivalente en tiempo= EET

$$EET = t_L * P_d$$

Como se tiene que la productividad promedio no es la normal durante el tiempo en letargo, se puede decir que hay una pérdida de eficiencia de tiempo, es decir que es como si trabajara menos tiempo siendo la EET el tiempo de eficiencia normal al que equivale el tiempo en letargo, por ejemplo si $t_L = 1 \text{ hora}$ y $P_d = 70\%$, entonces la $EET = 0,7 \text{ horas} = 42 \text{ minutos}$, es decir que durante esos 60 minutos solo se tiene una eficiencia de 42 minutos de trabajo ritmo normal, es decir que, se pierden 18 minutos de eficiencia de tiempo.

Eficiencia equivalente en tiempo tras una power nap= EET_{PN}

$$EET_{PN} = (t_L - t_{PN}) * P_R$$

En línea con la variable anterior esta será la eficiencia de tiempo con la productividad restaurada.

Análisis:

Dadas las variables definidas anteriormente, se puede concluir que la utilidad en cuanto a productividad del trabajador de la implementación de la power nap, se define netamente en función de la comparación de las dos últimas variables declaradas, la EET y la EET_{PN} , pues si esta última es mayor significa que se ha recuperado eficiencia de tiempo de trabajo a pesar de haber tenido un tiempo de descanso donde no se trabajó:

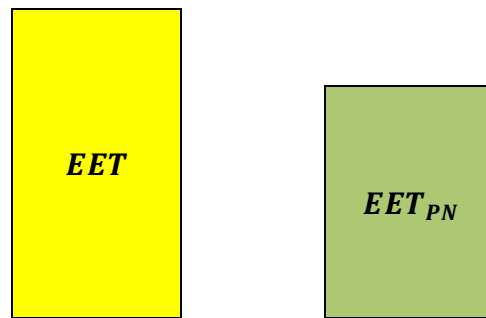


Figura 67: Aislado las dos variables para mejor visualización. Fuente propia.

La figura muestra estas dos variables de manera aislada para visualizar este concepto, si bien el tiempo de trabajo disminuye al restar el tiempo de la PN, al aumentar la productividad, es como si aumentara y la pregunta es si es suficiente como para contrarrestar lo perdido, para saber que ocurre se define otro parámetro de análisis:

Eficiencia equivalente en tiempo Generada= $EETG = EET_{PN} - EET$

Corresponde a la eficiencia en tiempo que se genera, o se pierde, producto de aplicar una power nap, si es mayor que 0 quiere decir que se recuperó eficiencia neta, si es menor entonces significa que a pesar de recuperar eficiencia durante el tiempo posterior a la power nap, no es suficiente para contrarrestar lo que se pierde durante el tiempo a la baja para aplicarla.

Para analizar cuando ocurrirá cada caso y de que dependerá, se tomarán una serie de supuestos derivados de la información de la literatura revisada en el marco teórico.

5.2.3 Consideraciones y Supuestos:

- i) Se asumirá que en general para la mayoría de los casos se tendrá que $P_R = 100\% = 1$ es decir que la Power Nap restaurara por completo la productividad promedio del trabajador al nivel normal del resto del día.
- ii) La Power Nap ideal es de 20 minutos y se consideraran 10 min extra por conceptos de preparación para ella (acomodarse en el lugar o dirigirse al lugar especial designado) y/o el tiempo que toma quedarse dormido, es decir que $t_{PN}=30$ (minutos).
- iii) Se considerará que el letargo del medio día que experimenta el común de la población es en promedio de 2 horas (entre las 13 y 15 horas), es decir que $t_L=120$ (minutos) como mínimo.

iv) Se trabajará como caso base con la asunción de que el 34% de rendimiento encontrado por la NASA se traduce a un 34% menos de productividad promedio durante el letargo, es decir que $P_d = 66\% = 0,66$

Con estos supuestos el esquema simplificado queda así:

8:00	Productividad normal (100%)	8:00	Productividad normal (100%)
13:00	almuerzo	13:00	almuerzo
14:00	Letargo promedio(66%)	14:00	NAP
16:00	Productividad promedio normal (100%)	14:30	Productividad promedio restaurada (100%)
		16:00	Productividad promedio normal (100%)

Figura 68: Esquema de la jornada laboral con y sin Power Nap con variables definidas.

Fuente propia.

Con esto se puede calcular directamente eficiencia equivalente en tiempo generada ($EETG$) gracias a la power nap:

$$EETG = EET_{PN} - EET$$

Corresponde a la ganancia neta de eficiencia, medida en minutos de eficiencia, es decir cuantos minutos extra de eficiencia se generan gracias a la implementación de la power nap.

$$EETG = (t_L - t_{PN}) * P_R - t_L * P_d$$

Reemplazando los supuestos anteriores:

$$EETG = (120 - 30) * 1 - 120 * 0.66$$

$$EETG = 90 - 79.2$$

$$EETG = 10.8 \text{ minutos}$$

Con los valores promedios estimados, se esperarían recuperar 10.8 minutos de eficiencia de tiempo diaria por trabajador al implementar la power nap, en el esquema simple queda:

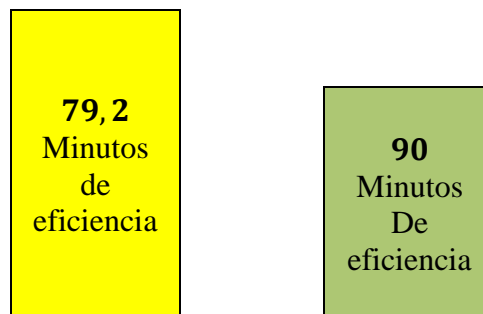


Figura 69: Esquema aislado con valores calculados. Fuente propia.

Como muestra el esquema, al nivel de productividad del letargo, es como si trabajara 79,2 minutos a capacidad normal durante esas dos horas en contraste a 90 minutos completos a capacidad normal habiendo dormido una PN.

5.2.4 Análisis porcentual de Eficiencia:

Alza porcentual en eficiencia gracias a la Power Nap= AP

Es el aumento real y efectivo en porcentaje de eficiencia que experimentara el trabajador durante el tiempo en letargo gracias a la Power Nap.

$$AP = \frac{EET_{PN}}{EET} - 1$$

$$AP = \frac{(t_L - t_{PN}) * P_R}{t_L * P_d} - 1$$

Reemplazando los supuestos en la fórmula se obtiene:

$$AP = \frac{(120 - 30) * 1}{120 * P_d} - 1 = \frac{90}{120 * P_d} - 1$$

Con los valores de tiempo de los supuestos, **AP** puede considerarse netamente como una función de P_d , es decir que depende solo de cuanto es el valor de la productividad disminuida en el letargo del medio día, mientras menor sea esta, mayor será la ganancia en productividad efectiva gracias a la power nap, pero si dicha productividad no es tan diferente de la normal puede ser contraproducente lo que es lógico pues se están dedicando 30 minutos al descanso durante los cuales no se produce.

De lo anterior se puede calcular cual es el valor máximo que puede tener la productividad disminuida para que la power nap sea rentable:

Se requiere que:

$$0 \leq AP$$

Desarrollando:

$$0 \leq \frac{(t_L - t_{PN}) * P_R}{t_L * P_d} - 1$$

$$0 \leq \frac{90}{120 * P_d} - 1$$

$$1 \leq \frac{90}{120 * P_d}$$

$$P_d \leq \frac{90}{120}$$

Por lo que se tiene que:

$$P_d \leq 0.75$$

Este resultado significa que mientras la disminución de productividad durante el letargo del medio día sea de un mínimo de 25%, la power nap generara un aumento real y efectivo de eficiencia del trabajador durante dicho lapso de tiempo.

Volviendo a utilizar el valor de $P_d = 0.66$ derivado del estudio de la NASA, se puede calcular el alza porcentual en eficiencia esperada:

$$AP = \frac{90}{120 * P_d} - 1$$

$$AP = \frac{90}{120 * 0.66} - 1$$

$$AP = 1.1363 - 1$$

$$AP = 0.1363$$

Un 13.63% de aumento de eficiencia de tiempo durante el periodo de letargo de medio día es el promedio que se espera ganar al implementar las Power Naps.

5.2.5 Sensibilización:

Sensibilización de *EETG*

Como los resultados anteriores dependen de que se cumplan todos los supuestos utilizados, a continuación, se analizara como varía la *EETG* en función de cada parámetro de interés. Para esto se trabajará dejando todos los demás valores constantes según las consideraciones anteriores excepto un parámetro de interés, con lo cual se podrá derivar y obtener una pendiente o rapidez de cambio para *EETG*, en función del parámetro estudiado.

Sensibilizar en función de t_L

Si se sensibilizamos *EETG* con respecto a t_L , el cual se tomó como valor mínimo de 2 horas, dejando los demás supuestos fijos para verificar si influencia en casos en los cuales sea mayor se obtiene:

$$EETG = 0.34 * t_L - 30$$

$$\frac{\partial EETG}{\partial t_L} = 0.34$$

0.34 minutos y positivo, es decir que por cada minuto por sobre las 2 horas que dure el letargo de medio día de un trabajador, se ganaran 0.34 minutos extra de eficiencia de tiempo, si lo miramos en intervalos de media hora se obtiene la siguiente tabla:

<i>EETG</i> (min)	AP	t_L (min)	t_{PN} (min)	P_d	P_R	$P_R - P_d$
10.8	14%	120	30	0.66	1	0.34
21	21%	150	30	0.66	1	0.34
31.2	26%	180	30	0.66	1	0.34

41.4	30%	210	30	0.66	1	0.34
51.6	33%	240	30	0.66	1	0.34

Figura 70: Tabla Sensibilización eficiencia respecto T_L , Fuente propia.

Se puede observar cómo en caso de que el letargo de medio día sea de mayor duración, mayor serán los beneficios de la power nap, esto es lógico, pues básicamente significa que quienes sufren de letargo de sueño por más tiempo, generaran mayores beneficios al dormir una power nap, llegando en casos extremos de un letargo de 4 horas a generar **33%** de mejora de eficiencia o **51.6 minutos** de tiempo en de eficiencia total extra.

Sensibilizar en función de P_d

Así mismo se puede sensibilizar con respecto a P_d , para ver cómo afecta el resultado cuando la productividad disminuida, dejando todo lo demás constante, al medio día es diferente:

$$EETG = 120 * (1 - P_d) - 30 * 1$$

$$EETG = -120 * P_d + 90$$

$$\frac{\partial EETG}{\partial P_d} = -120$$

Recordar que P_d es un valor porcentual, por lo que este resultado se traduce en que por cada 1% de disminución en P_d , se recuperaran 1.2 minutos de eficiencia de tiempo, en la siguiente tabla se verán intervalos de 5% partiendo del min base calculado de 75%:

$EETG$ (min)	AP	t_L	t_{PN}	P_d	P_R	$P_R - P_d$
0	0%	120	30	0.75	1	0.25
6	7%	120	30	0.7	1	0.3
12	15%	120	30	0.65	1	0.35
18	25%	120	30	0.6	1	0.4
24	36%	120	30	0.55	1	0.45

Figura 71: Tabla Sensibilización eficiencia respecto P_d , Fuente propia.

Se observa que mientras mayor sea la productividad disminuida, mas es lo que se espera ganar al implementando la power nap, lo que era esperable puesto que significa que mas tienen más “espacio” para recuperar eficiencia. Ahora cuantificado se puede ver que en casos más serios de por ejemplo un 55% de productividad al medio día, se puede aumentar

un **36%** la eficiencia en ese tiempo generando **24 minutos** extras de eficiencia de tiempo al día.

5.2.6 Estimando Ganancias monetarias:

Con los resultados del análisis anterior, finalmente se pueden empezar a calcular los beneficios que se podrían esperar de implementar las power naps en una oficina o similar, esto puede hacerse con el **EETG**, como se dijo anteriormente este es un equivalente en minutos de eficiencia de tiempo del trabajador que se recuperan al implementar la PW y dicho tiempo tiene un costo o costo recuperado en este caso, pues lo que ocurre es que las horas trabajadas se pagan indistintamente y cuando la eficiencia es menor, es un costo puesto que se paga la misma tarifa que si la eficiencia fuese 100%, así que con el siguiente cálculo se pueden estimar los costos recuperados al hacer este cambio:

$$RME_i = EETG_i * DTM_i * SM_i$$

Donde:

RME_i: Recuperación Mensual Esperada del trabajador i; es decir cuánto se recupera al mes por conceptos eficiencia de tiempo diario del trabajador i.

EETG_i: Es la **EETG** específica del trabajador i.

DTM_i: Días trabajados al mes en los cuales se haya tomado una PN del trabajador i.

SM_i: sueldo por minuto del trabajador i.

Dónde:

$$SM_i = \frac{S_i}{HM_i * 60}$$

S_i: Sueldo del trabajador i.

HM_i: Horas de trabajo al mes del trabajador i.

Consideraciones:

$$DTM_i = 20$$

$$HM_i = 45 * 4 = 180$$

Se asume jornada laboral promedio de 45 horas semanales y que un mes consta de 4 semanas exactas.

Queda:

$$RME_i = EETG_i * 20 * \frac{S_i}{180 * 60}$$

$$RME_i = EETG_i * 20 * \frac{S_i}{180 * 60}$$

$$RME_i = 1,852 * 10^{-3} * EETG_i * S_i$$

Esto da solo la recuperación por trabajador, para la total tiene que ser la sumatoria de todos los trabajadores:

$$RMET = \sum_i^N RME_i = \sum_i^N 1,852 * 10^{-3} * EETG_i * S_i$$

Donde N es el número total de trabajadores que utilizan la Power Nap, pero para simplificar nuevamente el problema, se utilizaran valores promedio como el que ya se calculó para el **EETG** y también el sueldo promedio de la oficina o industria en cuestión:

$$RMET = 1,852 * 10^{-3} * EETG_p * S_p * N$$

Con esta fórmula ya se puede rápidamente estimar la recuperación mensual esperada total de una oficina al implementar las Power Naps.

Si a esto le agregamos el **EETG** promedio que se calculó antes de 10,8, se puede generalizar el **RME**, y el **RMET** promedios esperados para cualquier persona u oficina en general como:

$$RME_i = 1,852 * 10^{-3} * 10,8 * S_i$$

$$RME_i = 0,02 * S_i$$

$$RMET = 1,852 * 10^{-3} * 10,2 * S_p * N$$

$$RMET = 0,02 * S_p * N$$

Ejemplo:

Tomando el valor del sueldo promedio chileno obtenido por el INE en el 2018 que era de 573.964 pesos y una oficina con 25 personas que utilicen la power nap se obtiene:

$$RMET = 0,02 * 573.964 * 25$$

$$RMET = 286.982 \text{ pesos}$$

Es decir que, con dichas condiciones, se puede esperar una recuperación de 286.982 pesos mensuales por eficiencia de tiempo al implementar las Power naps.

Sensibilizando *RMET*:

Se procederá a sensibilizar la Recuperación mensual esperada total (*RMET*) en función del sueldo promedio de los trabajadores en la oficina dejando fijo el número total de trabajadores en 25:

$$GMET = 0,02 * 25 * S$$

$$GMET = 0,5 * S$$

$$\frac{\partial GMET}{\partial S} = 0,5 \text{ pesos}$$

El resultado significa que en una oficina de 25 personas que utilicen la Power Nap, se puede esperar una recuperación mensual de 0,5 pesos por cada peso del sueldo promedio y un aumento de esta por cada peso mayor que sea el sueldo como se puede apreciar en el siguiente gráfico:

sueldo promedio	N de trabajadores	RMET
200000	25	100000
300000	25	150000

400000	25	200000
500000	25	250000
600000	25	300000
700000	25	350000
800000	25	400000
900000	25	450000
1000000	25	500000
1000000	25	500000

Figura 72: Tabla Sensibilización recuperación respecto sueldo promedio, Fuente propia.

A continuación, se sensibiliza el número de trabajadores dejando fijo el sueldo en el sueldo promedio del 2018 de 573.964:

$$GMET = 0,02 * 573.964 * N$$

$$GMET = 11.479,28 * N$$

$$\frac{\partial GMET}{\partial N} = 11.479,28 \text{ pesos}$$

El resultado obtenido significa que, con el sueldo promedio de Chile, se pueden esperar recuperar 11.479,28 pesos mensuales de eficiencia de sueldo recuperada por cada trabajador de la oficina que utilice las Power Naps como se puede apreciar en el siguiente cuadro:

Sueldo promedio	N de trabajadores	Recuperación mensual
573.964	10	114.793
573.964	25	286.982
573.964	50	573.964
573.964	75	860.946
573.964	100	1.147.928
573.964	125	1.434.910
573.964	150	1.721.892
573.964	175	2.008.874
573.964	200	2.295.856
573.964	225	2.582.838

Figura 73: Tabla Sensibilización recuperación respecto número de trabajadores, Fuente propia.

5.2.7 Estimando límites de inversión

Finalmente con todos los supuestos y cálculos previos, se puede llegar a hablar de cuanto invertir, pues ya se demostró primero fisiológicamente y luego monetariamente desde el punto de vista del tiempo de trabajo que se pierde en ellas, que implementar las Power Naps en una empresa/oficina trae beneficios, pero también dicha implementación trae costos de inversión asociados, y eso significa que las ganancias esperadas calculadas anteriormente deben contrastarse con dicha inversión para calcular de manera definitiva si la inversión de esta implementación rendirá frutos monetarios para la empresa en cuestión.

Los últimos cálculos, nos entregaron un dato sumamente importante, pues si consideramos la **RMET** como el flujo mensual esperado de un proyecto de implementación de Power Nap en una oficina y con ese dato y una tasa de interés, bastaría con calcular el valor actual neto de dichos flujos para obtener el valor MAXIMO permitido para que la inversión sea rentable.

Ejemplo sensibilizando respecto del número de trabajadores que utilicen power nap:

Utilizando el sueldo promedio de 573.964 pesos, una tasa de interés del 10%, un horizonte de planeación de un año y variando el número de trabajadores, se puede hallar cuanto es lo máximo permisible a invertir en cada caso para el proyecto:

N de trabajadores	REMT	Tasa	Maximo a invertir
10	\$114,793	0.1	\$782,163
25	\$286,982	0.1	\$1,955,407
50	\$573,964	0.1	\$3,910,814
75	\$860,946	0.1	\$5,866,221
100	\$1,147,928	0.1	\$7,821,628
125	\$1,434,910	0.1	\$9,777,035
150	\$1,721,892	0.1	\$11,732,441
175	\$2,008,874	0.1	\$13,687,848
200	\$2,295,856	0.1	\$15,643,255
225	\$2,582,838	0.1	\$17,598,662

Figura 74: Tabla Sensibilización inversión respecto número de trabajadores, Fuente propia.

Todo lo anterior, en base al supuesto de que la P_d es de 66% y P_R es 100%, lo cual puede variar, con lo que se debe dejar el modelo en forma general para los demás casos:

5.2.8 Forma general del modelo simplificado:

El modelo puede resumirse en 3 formulas generales:

-Eficiencia equivalente en tiempo(minutos) ganada con la powernap:

Forma general:

$$EETG = (t_L - t_{PN}) * P_R - t_L * P_d$$

Con 2 horas de letargo y 30 minutos para powernap:

$$EETG = (120 - 30) * P_R - 120 * P_d$$

$$EETG = 90P_R - 120P_d$$

-Alza porcentual en eficiencia gracias a la Power Nap:

Forma general:

$$AP = \frac{EET_{PN}}{EET} - 1$$

$$AP = \frac{(t_L - t_{PN}) * P_R}{t_L * P_d} - 1$$

Con 2 horas de letargo y 30 minutos para powernap:

$$AP = \frac{(120 - 30) * P_R}{120 * P_d} - 1 = \frac{90 * P_R}{120 * P_d} - 1$$

$$AP = \frac{0,75 * P_R}{P_d} - 1$$

Condición general de retorno positivo:

$$\frac{P_d}{P_R} > 0,75$$

-Recuperación Mensual Esperada:

Forma general:

$$RME = EETG * DTM * SM$$

Con jornada laboral promedio de 45 horas semanales y 4 semanas mensuales.

$$RME = EETG * 20 * \frac{S}{180 * 60}$$

$$RME = 1,852 * 10^{-3} * EETG * S$$

$$RME = 1,852 * 10^{-3} * ((t_L - t_{PN}) * P_R - t_L * P_d) * S$$

Con 2 horas de letargo y 30 minutos para powernap:

$$RME = 1,852 * 10^{-3} * (90P_R - 120P_d) * S$$

Recuperación mensual con N trabajadores diarios utilizando la powernap:

$$RMET = RME * N$$

$$RMET = 1,852 * 10^{-3} * (90P_R - 120P_d) * S * N$$

6. Conclusiones

Luego de hacer un análisis a la manera compleja y real de la problemática, se demostró por medio de teoría de juegos que las variables de mal uso o abuso de las power naps en su implementación no debiesen ocurrir bajo condiciones normales puesto que la naturaleza de las mismas implica que, dada la racionalidad de los trabajadores estos mismos se filtraran para el proceso y la demanda por las powernaps dentro de una organización solo será del grupo específico (beta en el análisis) para el cual generan beneficio, ya que solo generarían pagos negativos o menores para los demás en caso de usarlas,

Después se formuló un modelo simplificado basado en promedios que calcula la eficiencia recuperada (**EETG**) en minutos al implementar las power naps, es decir cuantos minutos más se obtienen por concepto de trabajar un menor tiempo, pero a un nivel de productividad nominal promedio mayor. Aplicando el modelo y con los supuestos base de un tiempo en letargo de 2 horas y con 30 minutos para la powernap (20 minutos para la siesta en sí y 10 de holgura) se llegó a que las variables de decisión son P_d y P_R que corresponden a la productividad deficiente durante el letargo y a la productividad restaurada por la power nap respectivamente, mientras mayor y mientras menor sea P_d , mayor será la eficiencia de tiempo recuperada y además se calculó que el punto crítico para que la recuperación sea positiva es que la razón P_d/P_R debe ser mayor a 0,75, es decir que por ej en el caso base que analizo donde P_R era del 100%, la P_d podía ser de un máximo

de 75% para que la eficiencia recuperada fuera positiva, lo cual es relativamente alto siendo que por ejemplo extrapolando el resultado del estudio de la nasa como una p_d de 66% se obtuvo una eficiencia de tiempo ganada de 10,8 minutos es decir que, dados los supuestos correspondientes, una persona puede recuperar 10,8 minutos al día de eficiencia de tiempo al dormir una power nap a pesar de haber dejado de trabajar por 30 minutos.

La segunda fórmula del modelo transforma la ganancia en eficiencia a valor porcentual (AP), el cual en el ejemplo de $P_d=66\%$ dió como resultado un 13.63% de aumento en eficiencia de tiempo durante el periodo de letargo al aplicar las power naps. Dicho dato tiene mayor utilidad análisis mientras que la EETG es más práctica.

La tercera fórmula del modelo, calcula los retornos esperados (RMET) utilizando la EETG y el sueldo del trabajador, el cual debe pasarse a sueldo por minuto, este retorno corresponde en realidad a la recuperación por concepto de eficiencia de tiempo del costo de la hora hombre del trabajador puesto que se les paga por hora trabajada indistintamente de su nivel de productividad nominal, lo cual significa que en periodos de menor productividad se está desperdiciando costo de HH en comparación a periodos normales, entonces los minutos recuperados calculados por la EETG pueden considerarse como minutos “extra” de trabajo a la tarifa correspondiente, siendo este el retorno calculado por la fórmula. Tomando el caso de ejemplo de $P_d=66\%$, el sueldo promedio de Chile el 2018 de 573.964 y jornada de 45 horas semanales se obtuvo que se recuperan 11.479,28 pesos mensuales por trabajador, que utilice las power naps todos los días, del costo perdido por eficiencia de tiempo menor en el periodo de letargo del mediodía. Lo anterior significa que se puede multiplicar por la demanda promedio y obtener un “ingreso” mensual por concepto de recuperación de costo de eficiencia perdida. Esta lógica permite aplicar el VAN a un proyecto de implementación de power naps que podría justificar su costo, dados todos los supuestos anteriores. Se utilizó el sueldo promedio chileno del año 2018 de 573.964 pesos para calcular distintos umbrales de inversión según la demanda esperada por las power naps.

El resultado de todo el ejercicio, más allá de los números en sí, demuestra que con solo poder estimar en promedio la productividad disminuida durante periodo de letargo del mediodía y la productividad recuperada, utilizando el modelo presentado se puede llegar a calcular, en función de recuperación de costos de eficiencia, la rentabilidad de implementar las power naps al interior de una organización.

7. Referencias

- Anthony, W. A. (2001). The art of napping at work: the no-cost, natural way to increase productivity and satisfaction. Souvenir.
- Balkin, T. J., Horrey, W. J., Graeber, R. C., Czeisler, C. A., & Dinges, D. F. (2011). The challenges and opportunities of technological approaches to fatigue management. *Accident Analysis & Prevention*, 43(2), 565-572.
- Brown, M. (2004). Taking care of business: Self-help and sleep medicine in American corporate culture. *Journal of Medical Humanities*, 25(3), 173-187.
- Espaciosiestario.com (2016). Siestario Mi Espacio. Espacio Siestario. <http://espaciosiestario.cl/>.
- Maas, J. B., Wherry, M. L., Axelrod, D. J., Hogan, B. R., & Blumin, J. A. (1998). *Power sleep: The revolutionary program that prepares your mind for peak performance*. Harper Collins.
- Maas, J. B., & Robbins, R. S. (2010). *Sleep for success: Everything you must know about sleep but are too tired to ask*. AuthorHouse.
- Metronaps.com (2016). Metro Naps. Metronaps. <http://www.metronaps.com/> .
- OstrichPillow.com (2016). Ostrich Pillow. Ostrich Pillow. <http://www.OstrichPillow.com> .
- SAYEJ, NADJA (APRIL 8, 2016). Power Napping on Campus. Then New York Times. http://www.nytimes.com/2016/04/10/education/edlife/power-napping-on-campus.html?_r=0.
- Stampi, C. (1995). Why we nap.
- Williams, S. J., Coveney, C. M., & Gabe, J. (2013). Medicalisation or customisation? Sleep, enterprise and enhancement in the 24/7 society. *Social Science & Medicine*, 79, 40-47.
- Milner, C. E., & Cote, K. A. (2009). Benefits of napping in healthy adults: impact of nap length, time of day, age, and experience with napping. *Journal of sleep research*, 18(2), 272-281.
- Faraut, B., Boudjeltia, K. Z., Dyzma, M., Rousseau, A., David, E., Stenuit, P., ... & Kerkhofs, M. (2011). Benefits of napping and an extended duration of recovery sleep on alertness and immune cells after acute sleep restriction. *Brain, behavior, and immunity*, 25(1), 16-24.

Brooks, A., & Lack, L. (2006). A brief afternoon nap following nocturnal sleep restriction: which nap duration is most recuperative?. *SLEEP-NEW YORK THEN WESTCHESTER*-, 29(6), 831.

Lovato, N., & Lack, L. (2010). 9 The effects of napping on cognitive functioning. *Progress in brain research*, 185, 155.