

Procesos de trabajo

Teoría y casos prácticos



PROCESOS DE TRABAJO TEORÍA Y CASOS PRÁCTICOS

PROCESOS DE TRABAJO TEORÍA Y CASOS PRÁCTICOS

Ma Mercedes Rodríguez Fernández

Universidad de Málaga



Datos de catalogación bibliográfica

Ma Mercedes Rodríguez Fernández

Procesos de trabajo. Teoría y casos prácticos

PEARSON EDUCACIÓN, S.A., Madrid, 2007

ISBN: 978-84-8322-400-7

Materia: 658 Organización y gestión de empresas

Formato 170 × 240 mm Páginas: 272

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (arts. 270 y sgts. Código Penal).

DERECHOS RESERVADOS © 2007 por PEARSON EDUCACIÓN, S.A. Ribera del Loira, 28 28042 Madrid (España)

M^a Mercedes Rodríguez Fernández

Procesos de trabajo. Teoría y casos prácticos

ISBN: 978-84-8322-400-7

Depósito legal: M.

PEARSON PRENTICE HALL es un sello editorial autorizado de PEARSON EDUCACIÓN, S.A.

Equipo editorial:

Editor: Alberto Cañizal

Técnico editorial: Elena Bazaco

Equipo de producción:

Director: José Antonio Clares **Técnico:** José Antonio Hernán

Diseño de cubierta: Equipo de diseño de Pearson Educación S.A.

Composición: COPIBOOK, S.L.

Impreso por:

IMPRESO EN ESPAÑA - PRINTED IN SPAIN

A mis alumnos pasados, presentes, futuros

Contenido

Prólogo		xi
PARTE I.	Organización	
Capítulo 1.	Diseño y estructuras organizativas. Casos prácticos	3
Capítulo 2.	Organización del trabajo. Artículos de debate	19
PARTE II.	Macroprocesos de trabajo	
Capítulo 3.	Diseño del sistema productivo y distribución de la superficie de los centros de trabajo	33
Capítulo 4.	Equilibraje de procesos de trabajo conformados mediante líneas	57
Capítulo 5.	Diseño y asignación de puestos a trabajadores	77
Capítulo 6.	Organización del tiempo de trabajo: establecimiento de turnos	95
Capítulo 7.	Fenómenos de congestión en el trabajo: colas de espera	109
Capítulo 8.	Calidad de los procesos de trabajo	125
PARTE III.	Microprocesos de trabajo	
Capítulo 9.	Estudio y productividad de los procesos de trabajo	139
Capítulo 10.	Registro de los procesos de trabajo	151

viii Contenido

Capítulo 1	1. Utilización de cursogramas en los procesos de trabajo	167
Capítulo 12	2. Medida de tiempos en los procesos de trabajo	185
Capítulo 1	3. Asignación de equipo en los procesos de trabajo	209
Capítulo 1	4. Optimización de procesos de trabajo	225
Anexo 1.	Utilización de hojas de cálculo electrónicas	235
Anexo 2.	Gráfica de Lifson	239
Anexo 3.	Tabla de Westinghouse	241
Anexo 4.	Tabla de suplementos de la «Personnel Administration Ltda.»	243
Anexo 5.	Tablas de números aleatorios	247
Anexo 6.	Gráfica de Dale-Jones	249
Bibliografía		

Incluye un cuaderno de ejercicios de evaluación continua

Prólogo

La cada vez mayor importancia que los recursos humanos tienen, como elemento diferencial de la competitividad de las organizaciones, hace necesaria la revisión de los procesos de trabajo a fin de que en su diseño e implementación se tengan en cuenta tanto los elementos organizativos como los conductuales y se logre un equilibrio entre los mismos, lo que contribuye a que el personal alcance mayores niveles de satisfacción en el desempeño de sus funciones y a que asuma como propios la misión y objetivos de la organización, lo que redunda positivamente en los resultados tanto individuales como organizacionales.

Las tecnologías de la información y la comunicación y el consiguiente proceso de globalización económica y social, la permanente necesidad de lograr una eficaz y eficiente organización del trabajo, disponiendo de la forma más adecuada las distintas actividades que tienen lugar en las organizaciones, y el reto que para el profesorado de Administración de Empresas constituye el acercar constantemente la función docente a la realidad empresarial, hacen que las funciones que se desarrollan en las organizaciones tengan que ser revisadas permanentemente desde una perspectiva contextual, lo que justifica la necesidad de investigar continuamente en los distintos ámbitos de las organizaciones y publicar trabajos de esta naturaleza.

Es una obra que, aunque en principio está orientada a los alumnos universitarios de titulaciones del ámbito de las ciencias sociales, la economía y la ingeniería, dada la actividad docente e investigadora de la autora, en el ámbito de las organizaciones también resulta de interés y utilidad para directivos y profesionales, especialmente los vinculados con la Dirección de la Producción y Operaciones y los Recursos Humanos, ya que en la misma se estudian los procesos de trabajo en todo tipo de organización, a fin de que, al tiempo que el trabajador es eficiente en el desempeño de su funciones, las actividades desarrolladas le resulten satisfactorias y motivadoras.

Este libro es fruto, de una parte, del trabajo de recopilación durante los años que la profesora Rodríguez Fernández lleva impartiendo la asignatura *Organización y Métodos de*

X Prólogo

Trabajo y, de otra, de la revisión y actualización de sus publicaciones sobre la materia, por lo que el contenido del mismo ha estado sometido a prueba durante el tiempo que viene impartiendo dicha asignatura, habiéndose incorporado al mismo muchas de las ideas sugeridas por los alumnos así como por los usuarios de sus anteriores publicaciones en este campo.

Es una obra que, aunque tiene un carácter eminentemente práctico, con el fin de constituir un buen material para la enseñanza y la lectura, para combinar principios generales con casos y ejemplos concretos y para compaginar teoría y práctica, estructura adecuadamente las distintas partes y capítulos que la integran y al inicio de cada capítulo proporciona con rigor los conceptos básicos necesarios para la resolución de los casos y ejercicios planteados.

Los temas tratados se estructuran en tres partes y seis anexos. En la primera parte se estudia la organización en general, incluyendo una descripción de las estructuras y del diseño organizativo básico en el área de Organización de Empresas, así como un conjunto de artículos de revistas especializadas y de prensa económica donde se plantean casos reales de organización del trabajo. En la segunda y tercera parte se analizan los procesos de trabajo, registrándolos tanto desde un enfoque macro como micro. En este sentido, la autora emplea los términos *Macroprocesos* y *Microprocesos* para referirse a los procesos de trabajo analizados desde una perspectiva estratégica o táctica, respectivamente. El objetivo último que se persigue con su registro y análisis es conseguir optimizarlos adaptándolos a la realidad organizativa actual para obtener así procesos organizativos de calidad.

En los anexos se incluye la realización de ejercicios con hoja de cálculo electrónica y con otros programas informáticos adaptados para esta materia. En línea con las nuevas directrices que marca el Espacio Europeo de Educación Superior, donde se deja un lugar importante para el trabajo personal y autónomo del alumno, la obra incluye un *Cuaderno de Evaluación Continua* para que el lector resuelva los ejercicios propuestos en el manual.

Por todo ello, considero que es una publicación oportuna al aportar un valor añadido a lo publicado en esta materia hasta ahora y que resultará útil tanto para estudiantes como profesionales.

JOSÉ RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ Catedrático de Organización de Empresas Universidad de Málaga

PARTE I Organización

Diseño y estructuras organizativas. Casos prácticos



Precisiones conceptuales

Siguiendo a Aguirre, Castillo y Tous (1999; 2003), Díez de Castro *et al.* (2001) y Hampton (1989) presentamos los principales conceptos sobre estructura y diseño organizativo necesarios para resolver los casos que se proponen más adelante.

La *organización* es un agrupamiento relativamente estable de personas en un sistema estructurado y en evolución cuyos esfuerzos coordinados se proponen alcanzar metas en un ambiente dinámico (Hampton, 1989).

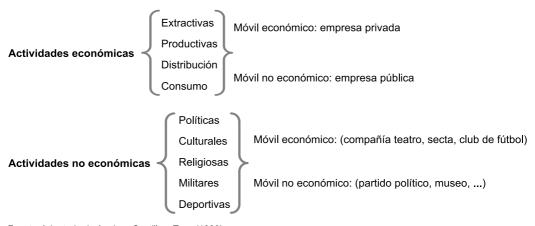
Sus elementos conceptuales son:

- 1. Grupo humano bien definido.
- 2. Permanencia en el tiempo.
- 3. Objetivo común.
- **4.** Jerarquía de autoridad y responsabilidad.
- 5. Miembros con actividades y tareas diferenciadas.
- 6. Coordinación racional e intencionada.
- 7. Que interactúa con el ambiente externo.

La *empresa* es un tipo particular de organización donde aparecen los elementos anteriores pero caracterizados por el ánimo de lucro que envuelve a su actividad (*véase* Figura 1.1).

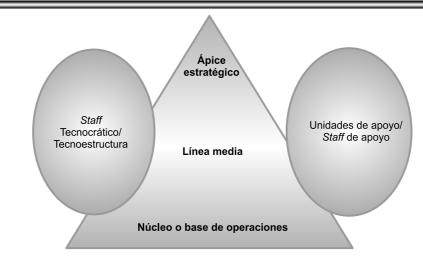
La *estructura* es, en sentido general, la distribución y el orden de las partes de un todo. Desde una perspectiva administrativa, la *estructura* representa la suma total de las formas en las que una organización divide su trabajo en diversas tareas, coordinándolas entre sí posteriormente (Hodge, 1998).

La forma en que Mintzberg (1988) esquematizó la organización queda representada en la Figura 1.2.



Fuente: Adaptado de Aguirre, Castillo y Tous (1999).

Figura 1.1. Clasificación de las organizaciones.



Fuente: Adaptado de Mintzberg (1988).

Figura 1.2. Estructura básica de la organización.

Mintzberg (1988) identifica tres mecanismos básicos de coordinación en la organización:

- Adaptación mutua.
- Supervisión directa.
- Normalización: de procesos (métodos), de resultados (productos), de habilidades y de valores (normas).

Los tres mecanismos forman un ciclo cerrado que empieza y termina con la adaptación mutua sucediéndose la aparición de todos los demás. Entre ellos no son excluyentes aunque en las organizaciones suele predominar el uso de alguno de ellos.

La perspectiva que nos ofrece el Enfoque Contingente de la administración presenta a la estructura organizativa como un modelo cambiante no inmutable, de ahí que haya que considerar las variables que pueden afectar al diseño estructural conocidas como variables determinantes de la estructura, que son:

- Variable estratégica de la organización: determinación de sus objetivos a largo plazo.
- Variable técnica: determinada por la actividad de la organización (tarea básica), su tecnología (método de trabajo) y tamaño.
- Variable medioambiental: entorno en que se mueve la organización.
- Variable sociocultural: historia, antropología, sociología de la organización.

Dependiendo del grado de formalización de la organización existen dos sistemas estructurales opuestos: la burocracia frente a la adhocracia.

La burocracia se define como un sistema de administración a través de departamentos y subdivisiones dirigidos por grupos de funcionarios nombrados que siguen una rutina inflexible. El ideal burocrático persigue la justicia, la aplicación imparcial de las reglas, el claro establecimiento y aplicación de las condiciones de trabajo de manera que se evite la subjetividad en los procesos. Pero el excesivo apego a las reglas y a los procedimientos puede conducirnos a la denominada buropatología, enfermedad de la burocracia que le impide alcanzar sus metas debido a esa adhesión ritualística a las rutinas y a los procedimientos, a su resistencia al cambio y a su excesiva indiferencia a problemas concretos que se salen de lo establecido (Hampton, 1989).

Conocemos dos tipos de burocracia:

- Burocracia maquinal que utiliza como mecanismo básico de coordinación la normalización de métodos o procesos de trabajo.
- Burocracia profesional cuyo mecanismo de coordinación de actividades principal es la normalización de habilidades en el trabajo.

La adhocracia, por su parte, es un sistema de administración flexible con poco formalismo y detalle en los procedimientos a seguir sin llegar por ello a la anarquía. Su estructura ideal estará constituida por grupos de trabajo ad hoc que se crean o disuelven según las necesidades. Estos grupos cooperarán para resolver problemas y realizar el trabajo de la organización. Existen dos tipos de adhocracia, la operativa, cuyo objetivo es el cliente, y la administrativa, centrada en los proyectos de la propia organización.

En la Figura 1.3 se observa cómo el carácter de permanencia y formalismo en los sistemas administrativos incrementa conforme pasamos de un sistema adhocrático a uno burocrático; igualmente se vislumbra a través de la forma de la curva (campana) cómo el número de sistemas administrativos se concentra en torno a aquellas estructuras que se encuentran a caballo entre la adhocracia en su estado puro y el ideal de burocracia.

En las organizaciones, aparte de la estructura formal o planeada, se puede presentar la denominada estructura informal, que resulta espontáneamente entre algunos miembros de la organización como resultado de ciertas afinidades entre ellos. Este tipo de organización usa la adaptación mutua como mecanismo de coordinación y presenta tanto ventajas (cooperación interdepartamental, mejora del clima laboral, mejora de la comunicación)

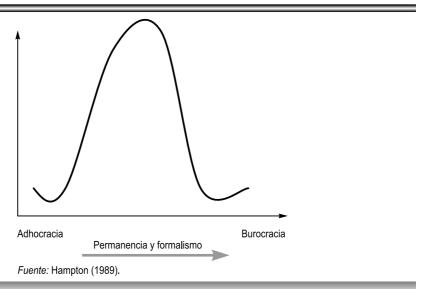


Figura 1.3. Distribución teórica de los sistemas administrativos.

como inconvenientes (prioridad a las necesidades personales, pérdida de la confidencialidad de la información, establecimiento de estándares propios de desempeño).

En el diseño de las organizaciones y de su sistema decisor encontramos una serie de principios en que se basan estas funciones:

- *Principio de unidad de objetivo y eficacia*: «una estructura organizativa es efectiva si permite la contribución de cada individuo al logro de los objetivos de la organización». Su finalidad es asegurar la *eficacia* de la organización.
- *Principio de eficiencia*: «una estructura organizativa debe permitir la consecución de los objetivos propuestos con el mínimo coste».
- *Principio de autoridad*: «la presencia de una autoridad en la organización es un imperativo para la consecución de la eficacia en su funcionamiento».
- *Principio de correspondencia*: «toda autoridad conlleva su correspondiente responsabilidad».
- *Principio de jerarquía*: «la aplicación del principio de autoridad en los sucesivos niveles de la organización genera el establecimiento de la jerarquía».

La *departamentalización* responde al proceso de agrupamiento de actividades en secciones o departamentos con el objetivo de ser dirigidos por un responsable.

Existen dos tipos básicos de departamentalización: la de enfoque interno u orientada a la actividad que puede ser a su vez por funciones, por procesos, por número, por tiempo, por habilidades y por bienes de equipo y la de enfoque externo u orientada al mercado que se subdivide en departamentalización por productos, por áreas geográficas o territorial, por clientes y por canales de comercialización.

Otros conceptos importantes en el diseño de la estructura de autoridad son: la cadena de mando, la unidad de mando, el ángulo de control, la delegación y la centralización/descentralización.

La cadena de mando refleja la naturaleza escalar de la organización y se compone de una secuencia interconectada y continua de relaciones de dependencia desde el ápice estratégico hasta la base operativa.

El concepto de unidad de mando se refiere a la responsabilidad que tiene cada subordinado para responder ante un único jefe.

El ángulo de control (también denominado tramo o abanico de control) se refiere al número adecuado de subordinados que pueden ser eficazmente controlados por un responsable. Se distingue entre ángulo de autoridad ejecutivo, propio de los niveles directivos de la organización y ángulo de autoridad operativo, el que se da en la base de operaciones.

La delegación para ser efectiva ha de ser íntegra, clara y suficiente.

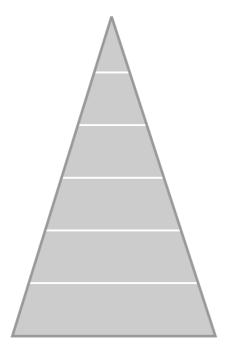
La centralización consiste en la concentración de autoridad y poder de decisión en los niveles altos de la jerarquía al contrario que la descentralización, la cual dispersa el poder de decisión hacia los niveles más bajos de la estructura. No se deben confundir los términos de descentralización y delegación.

El poder es la capacidad de influencia de ciertas personas sobre el comportamiento de otras para modificar su conducta. El poder tiene distintas manifestaciones en las organizaciones: poder de sanción, legal, de referente, de experto y de información. No hay que confundir autoridad con poder.

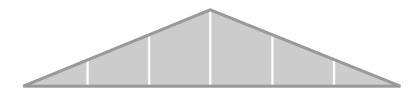
Según el enfoque contingente no existe una configuración universalmente aceptada para todas las situaciones organizativas; serán las circunstancias de cada caso las que determinen la elección de una estructura u otra.

La combinación de los parámetros de la red de autoridad dan lugar a dos fisonomías piramidales diferentes:

• Estructuras altas: autoridad centralizada, cadena de mando larga, muchos niveles jerárquicos y tramos de control reducidos.



• Estructuras planas: pocos niveles, cadena de mando corta, abanicos de control amplios con mucha descentralización del poder.



Entre las principales configuraciones estructurales distinguimos los siguientes tipos: configuraciones estructurales básicas (estructura simple, estructura funcional y estructura de mercado mononivel), estructuras complejas (estructura divisional y matricial) y, nuevas configuraciones estructurales (organización virtual o estructura en red, estructura en trébol, organización por equipos o en racimos, organización sin fronteras y organización federal).

Las organizaciones, al igual que los seres vivos, se encuentran en continuo cambio y evolución. Por tanto, podríamos decir que sufren sus mismas fases en el desarrollo: nacimiento, crecimiento, reproducción y muerte.

Las áreas sobre las que comúnmente suele incidir el cambio organizacional son la estructura, la tecnología, los aspectos tangibles, el personal y la cultura de la organización (Leavitt, 1964), aunque actualmente a estas áreas hay que añadirles otras relacionadas con los cambios que se dan en las empresas modernas: se trata de los procesos relacionados con la modificación de productos o servicios ya existentes y con el diseño y lanzamiento de otros nuevos. Debido a ello las organizaciones actuales se enfrentan a una constante redefinición de sus procesos y sus directivos deben estar en permanente vigilancia para encontrar el mejor modo de ejecutar cada secuencia de actividades¹.

Un instrumento de análisis útil para resumir la relación entre las influencias clave del entorno y la capacidad estratégica de la empresa es el análisis tipo DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades). Lo importante de este análisis es identificar y medir los puntos fuertes y débiles (de la propia empresa) y las oportunidades y amenazas (del entorno). El procedimiento considera las siguientes etapas (Díez de Castro *et al.*, 2001):

- Identificar la estrategia actual, la predominante o la estrategia que realmente se está llevando a cabo.
- Identificar los cambios clave que se están produciendo en el entorno de la organización
- Identificar las capacidades clave (puntos fuertes) y las limitaciones clave (puntos débiles) de la organización.

Por último, siguiendo la visión que Díez de Castro *et al.* (2001) nos aportan en su obra, introducimos un aspecto importante que debe guiar el proceso de toma de decisiones en la empresa: la ética organizacional.

¹ Y ésta es la visión que queremos transmitir con el contenido de esta obra, es decir, no perder de vista que el objetivo que se persigue con la aplicación de las técnicas que se plantean es la búsqueda del mejoramiento de los procesos de desarrollo interno de la compañía.

El diccionario de ética de Forschner (1994) define la ética como «conjunto de principios y normas universales que rigen la acción buena y justa del comportamiento humano. Este conjunto de normas y principios se busca allí donde no tiene validez la sabiduría humana». La ética puede tener muy diversos campos de aplicación, el que aquí nos ocupa, la ética de los negocios o empresarial, analiza el modo correcto o incorrecto de actuar de los miembros (dirigentes o trabajadores) de las organizaciones. Este comportamiento está regido por unas normas de comportamiento o valores establecidos por los líderes de la organización. Gélinier (1991) considera diferentes niveles en las cuestiones éticas y señala sus valores asociados:

- Nivel ético general: honradez, lealtad, veracidad, rigor, respeto por los hechos, respeto a los demás.
- Nivel profesional: servicio a los clientes. Respeto a las personas, las reglas y los secretos de la empresa, lealtad en las relaciones, escucha, cooperación, compartir información, espíritu de equipo, respetar la ley y respeto a la libertad de los demás.
- Nivel empresarial: jerarquía basada en la competencia. Reglas de juego claras, prácticas equitativas, remuneraciones justas y estimulantes, información, participación, motivación, compartir el éxito y servicio competitivo a los clientes.
- Nivel estratégico: estrategia fundada en el progreso y la excelencia, percepción del entorno, rapidez, ambición, audacia, riesgos calculados, inversión en I+D, formación, innovación, servicio, comunicación.
- Nivel de mercados: información transparente y veraz, cooperación cliente-proveedor.

En definitiva, bajo nuestra perspectiva consideramos que los siguientes valores o criterios deben guiar el proceso de toma de decisiones en las organizaciones: justicia, equidad, transparencia y objetividad².

Caso práctico I: Organización del viaje de fin de estudios

Los alumnos de 3.º de la Diplomatura en Relaciones Laborales de la Facultad de Estudios Sociales y del Trabajo de la Universidad de Málaga van a organizar desde el principio de curso su viaje de fin de estudios. Para ello están planificando las tareas que llevarán a cabo durante todo el curso para conseguir la máxima autofinanciación y así evitar tener que pedir prestado dinero a sus familiares u optar por no realizar el viaje.

Con este objetivo deciden crear una «organización» con un nombre concreto, una estructura determinada y un organigrama que responda a las actividades que hay que realizar. Como referencia les sirven las que otras promociones han realizado en años anteriores:

² Para completar y profundizar en los conceptos anteriormente expuestos recomendamos consulten las obras de las que proceden los mismos:

[—] AGUIRRE SÁDABA, A.; CASTILLO CLAVERO, A. M.; TOUS ZAMORA, D. (1999): Administración de organizaciones. Fundamentos y aplicaciones. Pirámide, Madrid.

[—] AGUIRRE SÁDABA, A.; CASTILLO CLAVERO, A. M.; TOUS ZAMORA, D. (2003): Administración de organizaciones en el entorno actual. Pirámide, Madrid.

[—] DÍEZ DE CASTRO, E. P., GARCÍA DEL JUNCO, J., MARTÍN JIMÉNEZ, F., PERIÁÑEZ CRISTÓBAL, R. (2001): Administración y dirección. McGraw-Hill.

[—] HAMPTON, D. R. (1989): Administración. McGraw-Hill, 3.ª ed. (2.ª ed. en español).

- Búsqueda de subvenciones provenientes de empresas relacionadas con los alumnos del grupo.
- Organización de fiestas para profesores y alumnos en el patio de la Facultad.
- Realización de *caterings* en cuantos actos se celebren en la Facultad.
- Venta de camisetas con el emblema de la Facultad.
- Venta de papeletas para la lotería de Navidad.
- Venta de papeletas para sorteos de otro tipo.
- Realización de barriladas en la playa cercana a la Facultad.

A partir de los datos anteriores y basándose en el grupo conformado por la clase,

SE PIDE:

Realizar una prueba simulada, que pueda servir de base para aplicar su resultado en la realidad, teniendo en cuenta los siguientes puntos que deben ser observados y debatidos en el grupo:

- 1. Establecer los datos identificativos de la organización, su estructura y el organigrama que mejor responderá a sus necesidades. ¿Por qué es una organización? Compárese con la definición. ¿Responde la estructura de esta organización a los parámetros que la definen de manera teórica?
- **2.** Tipifique la organización en base al móvil de la misma y a su grado de formalización.
- **3.** ¿Qué mecanismos de coordinación se pueden utilizar en esta organización para lograr una mayor eficiencia en la consecución de sus objetivos?

Caso práctico 2: SUPERFIC, S.A.

Miguel Cifuentes es un conocido empresario sevillano de 72 años que ha ido adquiriendo, a lo largo de toda su vida, una amplia red de supermercados en la capital y fuera de ella gracias a su buen ojo para los negocios al que se le unen unas grandes dotes de negociador.

Todo comenzó cuando D. Miguel (que así le llaman en la oficina), poco después de acabada su carrera de abogado en el año 1958, obtuvo una plaza de funcionario (nivel superior) y fue destinado a Sevilla donde trabajaba en un organismo de la Administración Pública. En ese momento, su padre, que vivía en el Norte de España, le ofrece gestionar un comercio de su propiedad (tienda grande de productos de consumo de primera necesidad) en el centro de la capital andaluza, que en esos momentos se encontraba arrendado a un tercero. D. Miguel se hace cargo del negocio y se dedica por las tardes a gestionarlo debidamente y a controlarlo muy de cerca.

Pasados unos años, la rentabilidad del negocio no deja lugar a dudas, y ello, unido a que su familia no pensaba trasladarse a vivir al sur, origina que D. Miguel compre a su padre la propiedad del comercio teniendo para ello que endeudarse. Sin embargo, las cosas no le fueron mal y el resto de la historia ya nos lo podemos imaginar: desde los años 60 hasta mediados de los 80, antes de la entrada en España de las grandes superficies de distribución extranjeras, todo marchó sobre ruedas para este empresario, que con la ayuda de algunos socios adinerados que fue encontrando por el camino, se hizo con la propiedad de, aproximadamente, 20 supermercados y otros tantos que tomó en gestión.

Para facilitar la administración y el control de todos estos comercios creó una central, SUPERCIF S. A., a donde llegan todos los datos de ventas diarias e incidencias ocurridas en cada supermercado. En esta oficina se encuentran actualmente trabajando unos 25 empleados que se ocupan de las labores administrativas, contables y laborales, todas ellas al cargo de tres personas: Luis Ávila, abogado (yerno de D. Miguel con fama de conservador), Mario García, economista que controla las cuentas de todas las sociedades y Pedro Luque, licenciado en Ciencias del Trabajo, encargado de los asuntos laborales.

- D. Miguel a diario visita la oficina central y aleatoriamente hace visitas a cada uno de los supermercados que integran su grupo. Pero no todo es perfecto: desde principios de los 90 el grupo no ha crecido, siguen manteniendo prácticamente el mismo número de comercios que tenían antes de la llegada de las grandes superficies y el problema no es de tipo financiero ya que muchos de los supermercados son muy rentables (debido a su buena ubicación) y generan suficientes beneficios como para reinvertir en crecimiento. Quizá, la fuerte competencia ejercida por las grandes superficies de distribución (cuyo negocio es el mismo que el de este grupo) y las demandas de los socios que consideran antes el dividendo que la reinversión, sean las causas más probables del estancamiento del grupo.
- D. Miguel, que sigue estableciendo las líneas de acción estratégica del grupo, no hace más que decir que «los tiempos de ahora no son como los de antes y que él ya bastante ha hecho».

SE PIDE:

- 1.º Determine las variables definitorias de esta organización.
- 2.º Identifique los elementos componentes de su estructura (según Mintzberg (1988)) y sitúe a cada uno de los miembros de la organización en una de las partes de la misma.
- 3.º ¿Qué tipo de estructura presenta esta empresa? ¿Qué tipo de departamentalización es la que mejor respondería a las demandas de la actividad?
- **4.º** Analice esta organización según el esquema DAFO.
- 5.º ¿En qué fase de su desarrollo vital se encuentra?
- **6.º** ¿Qué problemas éticos se pueden presentar en esta organización? Cite algunos de ellos determinando el nivel al que pueden aparecer.

Caso práctico 3: Comunidad de propietarios LA MECÍA

La Comunidad de Propietarios LA MECÍA se creó en 1966 como consecuencia del proceso de urbanización llevado a cabo en una amplia zona de aproximadamente 10 Km² en un pueblo de la costa gaditana cercano a la capital. Al principio la urbanización se fue disgregando en parcelas donde se fueron construyendo chalets unifamiliares de diferentes superficies, todas ellas mayores de 500 m². En los años ochenta se construyeron algunas promociones de chalets adosados y apartamentos cercanos a la playa. La mayoría de los comuneros que adquirieron sus viviendas en los años 60-70 eran personas con alto nivel socio-económico, algunos de ellos las habitaban todo el año y otros muchos las usaban como segunda vivienda para ir a descansar en periodos vacacionales. Además, muchos de

los compradores de parcelas durante los años 80 eran extranjeros, principalmente jubilados de países de Europa del Norte (Suecia, Noruega, Dinamarca), que después las construían a su gusto. En los años 90 la costa sufrió una fuerte crisis económica que ocasionó la bajada de precios de estas viviendas e incluso que algunas promociones quedaran sin terminar. Ello originó que ciertos especuladores aprovecharan estos momentos para hacerse con una propiedad en esta urbanización tan prestigiosa.

Para gestionar la Urbanización se creó una Comunidad de Propietarios que tiene actualmente en plantilla 12 trabajadores, tres de ellos en la oficina (un abogado, un contable y una administrativa); los nueve restantes son personal de mantenimiento: un capataz, cuatro jardineros encargados de zonas verdes y piscina comunitaria y otros cuatro empleados que se encargan de la recogida de la basura y de la limpieza y barrido de las calles. Hay que tener en cuenta que esta urbanización tiene red propia de abastecimiento de agua y saneamiento. El alumbrado y mantenimiento de las calles (aun siendo públicas) dependen de la comunidad. También tiene piscina y pistas de tenis propias que en estos momentos se encuentran arrendadas a un tercero, lo que genera un ingreso para la comunidad.

El presidente de la Comunidad de Propietarios, Sr. Smith, ingeniero afincado en España a finales de los 80 con doble nacionalidad (española-canadiense), ha accedido recientemente al cargo debido a movilizaciones por parte de algunos vecinos que no estaban de acuerdo con las gestiones de la anterior Junta, cuyo presidente había permanecido en el cargo durante 9 años. El nuevo presidente ha cambiado la forma de funcionar en la comunidad: mientras el anterior se servía del abogado para todas las tareas de dirección y gestión internas, el presidente actual ha involucrado en la marcha diaria de la comunidad a los miembros de su Junta y ahora cada uno tiene una parcela de responsabilidad: el secretario, economista danés jubilado, se encarga de realizar estudios técnicos para mejorar los viales, el alumbrado y el suministro de agua. La vicepresidenta 1.ª se encarga de recibir las quejas y sugerencias de los vecinos (que son muchas). El vicepresidente 2.º se ocupa de los litigios que actualmente tiene la comunidad con el Ayuntamiento de la ciudad, principalmente provenientes de licencias para construir en parcelas de la comunidad con las que los vecinos no están de acuerdo debido a la sobreconstrucción que originan en la urbanización. El vicepresidente 3.º se responsabiliza de coordinar a los empleados de mantenimiento y controlar los trabajos realizados en las calles, saneamiento, abastecimiento de agua y jardines. El presidente controla a los empleados de la oficina y supervisa los asuntos financieros (cobros de cuotas y arrendamientos, control de morosos, pagos a proveedores y a personal) y coordina a los miembros de la Junta. Esta nueva forma de funcionar ha originado quejas por parte de los empleados que dicen haber perdido competencias y temen por sus puestos de trabajo.

En la próxima Asamblea General de Propietarios, el presidente se plantea pedir el voto a los comuneros para reestructurar la comunidad negociando con el Ayuntamiento. Ello evitaría litigios que suponen un alto costo a la comunidad ya que no es el abogado de la oficina el que los defiende, sino otro despacho de abogados madrileños especializado en contenciosos administrativos. Igualmente, pretende el Sr. Smith que el Ayuntamiento se haga cargo del mantenimiento de las calles, la recogida de basura, el barrido, cuidado de zonas verdes... con la correspondiente cesión de los trabajadores implicados en estas labores. Así se evitaría pagar cuotas innecesarias por estos servicios que el Ayuntamiento tiene la obligación de dar. Al parecer muchos vecinos están en contra porque piensan que el Ayuntamiento no va a dar tan buen servicio como la propia comunidad.

SE PIDE:

- Detecte el tipo de organización que presenta el caso en función de su móvil y de su actividad.
- 2.º Establezca la estructura organizativa según Mintzberg (1988) en esta organización. ¿Existe *staff* tecnocrático o unidades de apoyo en esta organización? ¿Qué papel juega en la estructura de la comunidad el despacho de abogados madrileños? ¿Y los estudios realizados por el secretario?
- 3.º ¿Se aplica algún tipo de departamentalización? ¿De qué configuración estructural estamos hablando? Dibuje su organigrama.
- 4.º Determine las variables estructurales en esta organización.
- 5.º ¿Qué mecanismos de coordinación de actividades se están utilizando actualmente?
- **6.º** Efectúe un análisis tipo DAFO para esta comunidad.
- **7º.** ¿Qué recomendación le haría al presidente respecto a la negociación con el Ayuntamiento? ¿Cómo quedaría la estructura de la comunidad si se ceden todas esas parcelas de actividad al Ayuntamiento? Dibuje el nuevo organigrama.

Caso práctico 4: Empresa editorial CÚSPIDE, S. A.

(Adaptado de Hampton, 1989)

CÚSPIDE, S. A. es una empresa editorial española, consolidada, próspera y que goza de gran prestigio entre su público objetivo. Publica libros para universitarios en Ciencias Sociales, Naturales y Humanidades. Además edita libros comerciales (obras de interés para todos los lectores) que también se utilizan en los cursos avanzados universitarios de Inglés, Psicología y Sociología.

Esta compañía fue fundada en 1888 por D. Juan Fernández y estuvo dirigida durante años por su dueño. En un principio, la empresa sólo se dedicaba a la publicación de novelas y tras la utilización de las mismas en los cursos universitarios de Literatura se introdujo en el sector de los libros de texto para universidades. Con el paso de los años, CÚSPIDE había logrado ganarse una fuerte posición en ciertos segmentos del mercado de libros de Ciencias Sociales, en el cual sus obras eran respetadas por la buena reputación de sus autores, por sus contenidos y por ser libros escritos en un estilo muy peculiar que los hacía ser interesantes.

Actualmente, CÚSPIDE se encuentra entre las empresas de pequeño tamaño pues cuenta con una plantilla de 40 personas y tiene una definición muy rígida de su mercado objetivo. El actual presidente, Jesús Jiménez, se enorgullece de no haber publicado, a pesar de las posibilidades en ese área, algunos de los más exitosos *best- sellers* de los últimos tiempos aduciendo al respecto que no hubiera sido congruente con la imagen de editorial universitaria y científica que se han ido forjando a lo largo de toda su vida empresarial.

El proceso de producción de los libros destaca por su estabilidad. Los métodos de trabajo que se aplican en la impresión y la encuadernación han permanecido casi inalterados durante largos años. La rotación de personal entre los empleados de producción es bastante baja. Cada editor de campo sabe por experiencia qué artista, diseñador o revisor de original

es el más adecuado para tratar determinado tipo de manuscrito. Y es este fondo estable de pericia, combinado con el tamaño reducido de la organización, el que permite a los editores realizar negociaciones «informales» con el personal de producción a fin de agilizar la producción de un libro o darle prioridad a otro proyecto de forma temporal.

El grupo de gerentes de la cúspide organizativa o alta dirección ha permanecido estable en la última década y trabajan todos ellos de forma colegiada. El presidente, el director de la división de universidades, el gerente nacional de ventas y los editores de alto rango llevan años en la compañía, gozando sus opiniones y conocimiento de gran respeto en la jerarquía gerencial. En el aspecto retributivo están contentos con sus salarios ya que éstos son altos y se ven complementados por las ganancias de las acciones privadas.

Debido a la buena situación que presenta la compañía, durante el último año ésta ha sido objeto de adquisición por parte de una gran editorial extranjera. Sin embargo, en opinión del actual presidente, esto no ocurrirá, al menos por ahora, no existiendo ni siquiera planes de expansión a corto o medio plazo. Como consecuencia de la situación planteada, la compañía no ve grandes amenazas ni internas ni externas contra la organización, y tampoco contra su posición presente y futura dentro del sector.

SE PIDE

- Determine las variables organizativas de esta compañía.
- ¿Qué tipo de departamentalización se ha aplicado en esta empresa?
- 3.° ¿Qué tipos de poder imperan en la misma?
- 4.0 ¿Qué mecanismos de coordinación de actividades se están usando en esta empresa?
- 5.° Efectúe un análisis tipo DAFO para esta compañía.

Caso práctico 5: ¡Qué horror de jefe!!! (Adaptado de ¡Nuestro jefe es insoportable!, en Castillo y Abad, 2000)

Los empleados del departamento de Recursos Humanos de la empresa PURITAS, prestadora de servicios de salud al ciudadano, se reúnen informalmente a las siete de la tarde (fuera de su horario laboral) en una cafetería del centro de la ciudad para tratar el tema del maltrato psicológico que reciben por parte de su jefe de departamento. A continuación reproducimos parte de la conversación que mantuvieron:

- Estoy harta de este hombre, no tiene ni idea de nada y parece que sólo busca fastidiarme. En cuanto pueda pido el cambio a otro departamento.
- Pues a mí me viene ayer con un trabajo de su hijo para que se lo pase al procesador de texto y se lo imprima y encima me dice que así practico con ello, ¡como si yo no supiera hacerlo! Y, lo peor es ¿cómo le digo que no?
- Yo se lo diría, porque eso no es parte de tu trabajo. Si te echa la bronca, puedes ir al jefe de él y comentárselo.
- A mí me ha llegado esta mañana con muy malos modos (poco menos que me abofetea) y me dice que me he equivocado en la nómina de dos médicos que no había tenido en cuenta un cambio de guardias. Le dije que no lo sabía porque nadie me lo

había comunicado y contesta que él no tiene esa obligación. Entonces pregunto, ¿quién la tiene sino él?

- A mí lo que peor me sienta es cuando me pregunta que cómo me va con mi novio. El próximo día le digo que eso entra dentro de mi esfera personal y que no es asunto profesional. A ver qué me dice.
- Pues yo creo que debemos hacer algo en la medida de nuestras posibilidades. ¿Qué pensáis?
- No sé que decir, quizá debamos esperar a que lo cambien de departamento o que lo asciendan.

CUESTIONES PARA EL DEBATE EN GRUPO

- 1.a Señale los problemas que se ponen de manifiesto en este caso. ¿Dentro de qué temática de las analizadas en el Diseño de la Organización lo enmarcaría?
- 2.a ¿Cree que se trata de una organización de carácter público o privado?
- 3.a ¿Qué tipo de poder se aplica en esta organización? ¿Se concentran en este jefe la autoridad y el poder?
- 4.a ¿Qué ocurriría si los empleados se dirigen con sus quejas a una instancia superior? ¿Qué nombre técnico recibe este hecho?
- 5.a ¿Qué diría de esta organización el hecho de que este directivo sea promocionado a un puesto superior?

Caso práctico 6: Ética en la Universidad

La profesora Marisa Serrano, actualmente encargada de la asignatura Procesos de Trabajo, en la Facultad de Ciencias del Trabajo de una prestigiosa Universidad española, llega a las 9 de la mañana a su despacho como todos los días y lo primero que hace es abrir el correo electrónico para ver los mensajes que ha recibido. Uno de ellos le llama la atención pues es de un profesor, compañero del Departamento, al que suele ver bastante a menudo por la Facultad. Dice así:

—Hola Marisa, quisiera pedirte un favor. Ya sé que has sacado las notas de tu asignatura. Pues bien, mi sobrino, aquel que te comenté a principio de curso, ha suspendido y él me ha dicho que hizo el examen bastante bien. ¿Podrías revisárselo de nuevo? A ver si le puedes echar una mano, es muy buen chico pero le cuesta mucho estudiar. Espero que le ayudes y te lo agradeceré. Un saludo, Pepe Sarria.

A continuación Marisa le contesta al correo recibido de la siguiente forma:

—Estimado Pepe, ya lo he revisado, teniendo en cuenta que era tu sobrino, y el examen está imposible de aprobar. Lo siento mucho, en septiembre a ver si lo hace un poquito mejor. Un saludo, Marisa.

A las 11 menos 10 de la mañana se abre de repente la puerta del despacho de Marisa, es Pepe Sarria quien entra:

—Pero ¿tú que te has creído? Eres la última mona del Departamento y te atreves a suspender a mi sobrino, yo que tantos años llevo en la Universidad. Ya puedes estar aprobándolo.

- —Lo siento Pepe, seré la última mona pero en mi asignatura decido yo y no tú.
- —Ahora mismo me estás enseñando el examen de mi sobrino.
- —No, Pepe, a ti no te lo enseño, se lo enseñaré a él el día de la revisión. No tengo nada más que hablar contigo. Sal fuera de mi despacho. Adios (Marisa le señala la puerta de salida).

A las 12,15 de la misma mañana llaman a la puerta del despacho de Marisa. Ésta contesta:

—Sí, pase.

Esta vez es un alumno, de los que trabajan a la vez que estudian y viene vestido con el uniforme de la Policía Municipal.

- —Hola Marisa, he visto la nota del examen y he aprobado pero me esperaba más nota. La fecha que usted ha puesto para la revisión no me viene bien ya que tengo turno de trabajo ese día por la mañana, ¿me lo podría enseñar ahora?
- —No, no tengo los exámenes aquí, los corrijo en casa y pongo las notas desde allí por Internet. ¿Qué día por la mañana no trabajas?
 - —Los jueves y viernes.
- —Pues ven el jueves próximo por la mañana. Por cierto, me han puesto este año dos multas por aparcar en lugar prohibido cuando vengo aquí a la Facultad y ya no sé donde voy a aparcar porque esto está imposible. ¿Tú sabes dónde se puede aparcar de forma que no me multéis?
- —Tiene usted que dejarlo cuatro o cinco calles antes de llegar a la de la Facultad, o si no en los parkings del Ayuntamiento. De todas formas tráigame usted las multas el próximo día y yo se las quitaré.

CUESTIONES PARA EL DEBATE EN GRUPO

- 1.ª ¿Qué personajes del caso demuestran tener un comportamiento no ético en el trabajo?
- 2.ª ¿Qué se espera, bajo un comportamiento ético, que haga la profesora Marisa el día de la revisión?
- **3.** Si desde la jefatura del Departamento se le obliga a la profesora a aprobar a este alumno ¿qué opción le queda a ella para ser justa con el resto de sus alumnos?
- **4.** a ¿Cómo debería responder la profesora Marisa al alumno policía municipal?
- 5.ª ¿Cree que la estructura de la Universidad induce a este tipo de comportamientos?
- 6.ª ¿Conoce casos de falta de comportamiento ético en su andadura por la Universidad? Coméntelos.

Ejercicio práctico I

Basándose en información recogida en la página web de su universidad o en fuentes primarias de su propio centro de estudios, **ESTABLEZCA** el organigrama que representa la estructura de su universidad destacando las partes componentes del mismo y situando cada uno de los puestos en un nivel jerárquico determinado. Igualmente, **DETERMINE** el tipo de mecanismo de coordinación que se emplea así como las variables determinantes de la

organización y los tipos de poder que predominan en su universidad. ¿Qué tipo de configuración estructural presenta? Puede también realizar este mismo análisis centrando ahora el objeto de estudio en su Facultad.

Ejercicio práctico 2

IDEE una organización con las siguientes características:

- 1. Estructura compleja de tipo matricial con 250 empleados.
- 2. Departamentalización geográfica y por servicios.
- 3. Cadena de mando de longitud media.
- **4.** Ángulo de autoridad ejecutivo determinado por la ratio 1/2 o 3 (un jefe controla a 2 o 3 subordinados).
- **5.** Ángulo de autoridad operativo según ratio 1/20 (un jefe controla a 20 subordinados).

Puede, además, completarla con la determinación práctica del conjunto de variables estructurales (estratégica, técnica, medioambiental y sociocultural).

Ejercicio práctico 3

DISEÑE una organización de tipo divisional donde una de sus divisiones presente las siguientes características:

- 1. Estructura básica con 30 empleados.
- 2. Departamentalización por funciones.
- 3. Cadena de mando corta.
- **4.** Ángulo de control determinado por la ratio 1/6 (un jefe controla a 6 empleados).

Puede, además, completarla con la determinación práctica del conjunto de variables estructurales (estratégica, técnica, medioambiental y sociocultural).

Experiencia práctica a realizar en clase

(Adaptado de Hampton, 1989)

Divídase el alumnado asistente en dos grupos que representarán a sendas agencias de publicidad, a excepción de un alumno que ejercerá de observador de todo el proceso. Cada compañía debe producir material publicitario para tres productos destinados a 3 empresas clientes. Un conjunto completo de material publicitario consta de una caricatura o dibujo y un texto o slogan publicitario que sirva de reclamo para la venta de ese producto. Los tres productos son una pasta de dientes, un nuevo pañal impermeable y un comprimido para aliviar el dolor estomacal.

La primera agencia de publicidad debe operar con una estructura funcional. Contará con dos departamentos básicos: artes gráficas y textos publicitarios. También habrá tres responsables o ejecutivos de cuentas, uno por cada producto, que pertenecerán a uno de los

dos departamentos y serán los representantes del cliente debiendo coordinar las actividades de los dos departamentos de manera que se obtenga un solo juego de material para el cliente.

La segunda agencia operará con una estructura por producto. Constará de tres departamentos, uno por cada producto. Los departamentos incluirán las funciones de arte y redacción de textos publicitarios debiéndose designar a un jefe en cada departamento que también, en este caso, representará al cliente.

Las compañías habrán de operar durante un periodo de tiempo preestablecido de antemano de aproximadamente unos 30 minutos, en los cuales deberán trabajar para obtener los juegos completos de material publicitario (dibujo más texto o slogan publicitario): en total se obtendrán 6 juegos completos, 3 por cada agencia. La labor del observador consistirá en vigilar las actividades de las dos compañías, anotando en su agenda incidencias importantes en el proceso de trabajo. Así, deberá observar y comparar la actividad de las dos agencias, teniendo como base, entre otros, los siguientes puntos de referencia:

- 1. Puesta en marcha o inicio de las labores.
- 2. Coordinación de las actividades.
- 3. Comunicación entre los empleados.
- **4.** Efectividad en las tareas.
- 5. Cumplimiento de las necesidades del cliente.

SE DISCUTIRÁ en clase la experiencia, llegando a obtener un consenso sobre las ventajas e inconvenientes de operar basándose en una estructura organizativa por productos o hacerlo basándose en una estructura por funciones. Finalmente, de los 6 paquetes publicitarios obtenidos se escogerá, por mayoría, el que se prevea que va a obtener una mejor aceptación entre los compradores o usuarios finales de los productos.

Organización del trabajo. Artículos de debate



Precisiones conceptuales

Entre los modelos clásicos de organización del trabajo podemos destacar según Finkel (1994) y Bañegil (1993), los siguientes:

- El sistema de organización científico del trabajo según Taylor. Se basa en una drástica separación entre quien ejecuta y quien diseña el trabajo así como en una gran fragmentación y especialización de las tareas de forma que el óptimo de productividad queda definido sobre la base de los estudios de tiempos, movimientos y herramientas más adecuados en cada caso. El sistema de remuneración está basado en el salario diferencial según se alcance o no el nivel de rendimiento considerado normal. También se introducen otros elementos racionalizadores como la cuidadosa selección del personal, un avanzado sistema de costes y la elaboración de unas instrucciones detalladas para el trabajo.
- El sistema Fordista de producción en masa. Ford introdujo cambios técnicos y organizativos en el sistema de producción aunque también se preocupó de cómo generar un aumento del consumo necesario para absorber esa mayor cantidad de producción. Su principal innovación fue la línea de montaje que en términos de organización del trabajo supone el que las tareas se subdividan al minuto y se adjudiquen a los trabajadores que están asignados a puestos fijos a lo largo de la cadena. El transportador permite eliminar los tiempos muertos y la norma de productividad se socializa ya que todos están sometidos al ritmo de la cadena, al contrario que en la organización taylorista donde la norma de rendimiento es individual.
- El modelo de organización «Justo a Tiempo». Se trata de un modelo en el que todos los procesos están planificados para evitar el desperdicio de tiempo, materiales y costo. Se basa en una producción y distribución justo a tiempo de los productos fabricados así como en un suministro también justo a tiempo de los materiales o partes componentes del producto final. La producción está descentralizada mediante una

configuración de empresas subsidiarias, proveedores y subcontratistas que forman parte del complejo de producción justo a tiempo.

• La especialización flexible consiste en adaptar la producción a la demanda del mercado. Es una estrategia seguida por algunas empresas, fundamentalmente industriales, que presentan una, aparentemente, amplia gama de productos, donde la variedad afecta más a los aspectos externos y superficiales que a otros aspectos más profundos; en la fabricación se procura utilizar el mismo proceso para obtener distintos productos o componentes de forma que muchos de estos son comunes a los distintos productos.

Con la aparición de las **TIC** (Tecnologías de la Información y Comunicaciones) la organización interna del trabajo ha sufrido algunos cambios. Entre ellos destacamos:

- Descentralización de los procesos productivos.
- Creación de amplias áreas de trabajo quedando relegado en un segundo plano el tradicional concepto de «puesto de trabajo».
- El trabajo en equipo pasa a formar parte de la estructura operativa fija de la organización.
- Creación de nuevas estructuras organizativas en formas divisionalizadas con una unidad central a la que se le envía la información.
- Simplificación de los procesos de trabajo, reducción de costes y tiempos, aumento de la información que se maneja, de la coordinación necesaria para que se consigan los objetivos organizacionales y de la calidad del trabajo realizado.

Artículo periodístico sección económica:

«Las 7 vidas de NOVASOFT», por Nuria Triguero, sección económica, Expectativas Diario SUR, domingo, 2 de octubre de 2005

Para Francisco Barrionuevo, presidente de Novasoft, las empresas son como los superhéroes de aquella serie japonesa de los noventa, los «Power Rangers»: «Tienen que metamorfosearse». Los manuales de negocio aún no incluyen esta máxima, pero él la aplica al pie de la letra. No hay más que hacer un repaso de la evolución de su empresa, marcada por frecuentes golpes de timón. Algunos acertados y otros no: Barrionuevo no tiene ningún reparo en reconocerlo. «Si volviera atrás no haría muchas cosas de las que hice», afirma,

Desde la tranquilidad en la que está inmerso tras vender su principal división y quedarse con la mitad de volumen de negocio y de plantilla, el presidente de Novasoft analiza las siete vidas de su empresa sin autocomplacencia.

Comienzos de superviviente

«La etapa de emprendedor fue una locura, disparábamos a todo lo que se movía. Durante tres o cuatro años fue supervivencia pura y dura». Novasoft nació en 1993 como «Spin-off», alojada en la incubadora del BIC Euronova, cuando Internet aún estaba en pañales. Sin padrinos, pero con suerte: pronto se tropezó con el negocio de la informática aplicada a la sanidad. «Surgió de casualidad, por la oportunidad de desarrollar la historia clínica bajo Windows del centro de salud de Torre del Mar. Fue una moneda al aire, pero salió bien», resume Barrionuevo. Dado el primer paso, vino el primer volantazo: cobijarse bajo las alas de HP. Durante tres años, la empresa trabajó en exclusiva para el gigante informático. Aprendieron y sufrieron a partes iguales. «No nos regalaron nada pero le guardamos cariño porque trabajamos con clientes que ni hubiéramos soñado y aprendimos cómo trabaja un gigante. HP fue un padre duro».

En 1997, el hijo se independizó. El negocio sanitario fue la senda y el sistema de información hospitalario NovaHIS, el vehículo. Ese mismo año comenzó la aventura internacional de la empresa, con la creación de la filial STAT Auditing Software en Estados Unidos. Un año después, Novasoft firma un acuerdo con Ufacex (de Unión Fenosa) para distribuir sus productos en Latinoamérica. Argentina, México, Chile... Barrionuevo admite que aquello fue «demasiado follón» y le hizo descuidar su negocio en España. «Esos proyectos acabaron y hoy no tenemos nada allí», añade.

Llega la diversificación

Y llega el 2000: milenio nuevo, vida nueva. Novasoft se embarca en su proceso de diversificación, creando las divisiones de consultoría, formación e ingeniería. De eso sí está orgulloso Barrionuevo. «Hemos conseguido diversificar de manera correcta: el negocio fuera de la sanidad ha pasado del 0 al 45%», afirma. El problema es que la diversificación fue acompañada, desde 2002, de una agresiva política de absorciones y participaciones que proporcionó un rápido crecimiento a Novasoft, pero que a la postre se reveló como «un caramelo envenenado», según Barrionuevo. Lis Informática, Auladat o Domain son algunas de las empresas que se integraron en el organigrama de Novasoft en este periodo de «locura de compras», en palabras de Barrionuevo. «Tuvimos problemas terribles por tener que luchar con formas diferentes de ver las cosas. Todo tenía que discutirse.» Así que Novasoft volvió sobre sus pasos, y a comienzos de este año anunció por sorpresa que se había deshecho

de la mayoría de sus participaciones. «Las empresas deben saber volver sobre sus pasos cuando se equivocan, y Novasoft ha sabido cambiar de estrategia: no seguiremos invirtiendo en participaciones y adquisiciones», anunció Barrionuevo. Pero si esa decisión sorprendió, tras el anuncio de la semana pasada aún debe de haber más de una boca abierta. Y es que la estancia en Londres de Barrionuevo durante este año hacía presagiar una vuelta a la presencia internacional, y no la venta de la principal división de la compañía (la que la hizo nacer y crecer) a una multinacional, como efectivamente ha ocurrido. Ahora Novasoft sí que emprende una nueva vida, lejos del sector en el que más logros ha conseguido, el de la sanidad. Pero tiene una baza en el bolsillo (nunca mejor dicho): los 15,6 millones de euros que le paga iSoft por Novasoft Sanidad. «Nos deshacemos del problema que siempre hemos tenido: la financiación», concluye Barrionuevo. La pregunta es, evidentemente, ¿y ahora qué? «Ahora viene la etapa de la prudencia, de mirar con las gafas de cerca, pero con ese cristalito que te permite ver de lejos», aventura el presidente de Novasoft. La empresa se centrará en las divisiones que hasta ahora eran secundarias: ingeniería, formación, telecomunicaciones y consultoría. Sin relajarse: hace escasos días se hizo con el mantenimiento del sistema informático del aeropuerto de Barcelona y la próxima semana sabrá si es adjudicataria de un importante contrato: la gestión del Centro de Industrias del Ocio de Mijas. Y con la misma ambición que llevó a Barrionuevo a afirmar que, un día, su empresa cotizaría en Bolsa.

DATOS DE LA EMPRESA NOVASOFT (2/10/2005)

- Fundación: 1993.
- Accionariado: El 87,5% del capital de Novasoft Corporación está repartido a partes iguales entre Francisco Barrionuevo y Juan Fajardo. El 10% pertenece a otro socio sevillano y el 2,5% a directivos de Novasoft.
- **Facturación:** En 2004 ingresó 23,3 millones de euros, un 41% más que el año anterior. En 2005 esta cifra de negocio se verá reducida a la mitad por la venta de Novasoft Sanidad.
- **Beneficios**: En 2004 obtuvo 1,58 millones antes de impuestos.
- Plantilla: Antes de vender Novasoft Sanidad, contaba con 285 empleados. Ahora tiene 178 menos.
- Divisiones: Ingeniería, telecomunicaciones, formación y consultoría. Ya no opera en sanidad.

CUESTIONES PARA EL DEBATE EN GRUPO

- Realice un análisis cronológico de la historia de esta empresa destacando los momentos más significativos en su recorrido vital. Destaque fechas y hechos correspondientes. Para ello utilice la información que aparece en este artículo y obtenga datos actualizados de la página web de la empresa: www.novasoft.es.
- 2.a Determine y explique las variables organizativas en Novasoft.
- 3.a ¿En qué fase del modelo de crecimiento de Greiner se encontraría actualmente Novasoft?
- 4.a ¿Qué tipo de estructura organizativa representa más fielmente a Novasoft? ¿Qué grado de centralización existe en la estructura? Para ello relacione Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC) y grado de centralización de la estructura. Investigue sobre los parámetros de la red de autoridad y jerarquía en esta empresa.
- 5.^a ¿Considera usted positivo para una empresa, y en particular para ésta, utilizar la teoría de la «metamorfosis» como método para lograr la supervivencia en el entorno donde opera?

Artículo de prensa económica:

«Las ventajas de trabajar con el despacho a cuestas», por Marce Redondo, diario económico Cinco Días, martes, 23 de marzo de 2004, Madrid

El uso de las tecnologías inalámbricas se está convirtiendo en una práctica cada vez más generalizada en el mundo empresarial. El 84% de las empresas cree que las soluciones de movilidad aumentan la productividad de los empleados, aunque no todas las compañías que han invertido en este tipo de soluciones forman a sus empleados para utilizarlas de manera adecuada y, a veces, descuidan sus necesidades cuando proponen proyectos de tecnología de movilidad. Estas son algunas de las conclusiones de un estudio realizado por The Economist Intelligence Unit, patrocinado por Nortel Networks, entre más de 300 ejecutivos de 17 sectores industriales de diferentes países.

Lo cierto es que las soluciones de movilidad están siendo el eje de las tecnologías de la información, según Francisco Delgado, director de Movilidad de HP, para quien «el crecimiento del mercado está viniendo de la mano de las tecnologías móviles, portátiles, PDA o teléfonos móviles, que hacen de todo, más que de las fijas». ¿Ha quedado atrás el tiempo en que los empleados pasaban toda la jornada sentados en una mesa? La realidad es que hoy muchos trabajan desde su domicilio, algunos en movimiento y otros en «casa» del cliente.

¿Por qué están tomando esta decisión las empresas? Desde el punto de vista de HP, uno de los aspectos que más está influyendo es la optimización de recursos que permite el espacio compartido en la oficina o el ahorro de mantenimiento que supone un entorno sin cables frente a una empresa cableada.

Hoy es más económico desplegar sistemas móviles *wireless* que en clave convencional para la interconexión de equipos informáticos. Además, el espacio compartido hace posible que cada mesa de trabajo utilizada antes por un comercial, por ejemplo, la compartan ahora entre cuatro y seis personas. Esta drástica reducción del espacio aporta también un importante ahorro a la empresa.

Por otro lado, está el acceso a la información. Realmente, tener esa disponibilidad de la información en dispositivos móviles cambia la manera de trabajar.

Antes, los procesos estaban pensados para que el comercial o la persona de mantenimiento pasara por la oficina para descargarse una lista de tareas o de visitas.

Ahora, todas y cada una de esas aplicaciones están diseñadas para ser utilizadas en remoto, ya sea con conexión a través de teléfono móvil, ordenador portátil o desde casa vía ADSL, «con lo que esto supone de ahorro, flexibilidad, cambio en la forma de acceder a esa información y, sobre todo, aumento de la productividad», resalta Francisco Delgado.

Pero las soluciones de movilidad obligan también a contemplar un factor muy importante, las dificultades y los problemas de seguridad que generan la integración de la tecnología inalámbrica. No estamos hablando de incorporar una clave de encriptación a una red *wireless*, sino de diseñar una política de seguridad para la compañía por parte de profesionales.

«La seguridad es una de las barreras que nos estamos encontrando para poner en marcha grandes proyectos porque es uno de los problemas más críticos que se les plantea a las empresas» puntualiza Francisco Delgado.

Sin embargo, no todas las compañías tienen políticas específicas de seguridad implantadas.

El límite, la imaginación

Las soluciones de movilidad de la línea e-Business de Telefónica Soluciones están dirigidas a mejorar las relaciones entre la propia empresa y sus clientes, dentro de la propia compañía y entre ésta y sus proveedores, según explica Rubén Herskovits, director de esta división dentro de la compañía de telecomunicaciones.

Herskovits puntualiza que «nos estamos asomando a la punta del iceberg y no sabemos muy bien dónde va a terminar. La verdad es que se están realizando avances tecnológicos imposibles hace muy poco tiempo. Hoy el límite de estas aplicaciones es casi la imaginación. Las empresas más sensibles a este tipo de tecnologías son, sobre todo, aquellas que tienen la movilidad como una parte intrínseca de su negocio».

Las soluciones móviles ofrecen herramientas de trabajo para conectar con la oficina desde lugares remotos y están dirigidas, en general, a personas que se encuentran en la calle: comerciales que, a través de dispositivos móviles, pueden consultar el stock de mercancías, conocer el estado de pedidos, dar de alta nuevos pedidos, etc.; personal técnico como reparadores de maquinaria, personal de mantenimiento o inspectores que necesitan estar en contacto con la oficina para recibir órdenes de mantenimiento y reparaciones en tiempo real e informar de las tareas realizadas, o transportistas para recibir órdenes de servicio o de la situación de cada entrega, etc. Las principales ventajas de este tipo de soluciones son, principalmente, mayor eficiencia en la operativa de la empresa y mejor atención a los clientes y usuarios corporativos, aunque también hay ventajas financieras, ya que según Telefónica Soluciones, permiten la facturación desde el mismo momento en que se ofrece el servicio a los clientes. Además aumenta el control de su personal remoto.

DOS COLECTIVOS ENGANCHADOS A SOLUCIONES: WIRELESS

La tecnología al servicio de la salud

El Hospital Son Llatzer de Palma de Mallorca representa un caso de diseño de nuevos servicios sanitarios en función de la capacidad de los dispositivos móviles. Andrés de la Peña, coordinador clínico-asistencial del proyecto tecnológico y sistemas de información, dice que es un hospital plenamente informatizado tanto en el ámbito administrativo como en el asistencial. «Todo lo que se refiere al enfermo, estudios radiológicos, analíticos o exploraciones complementarias está informatizado». Para el trabajo de planta, los médicos disponen de dispositivos conectados a una red inalámbrica con tecnología Wifi.

Toda la oficina en un maletín

Miguel Castillo, aparejador por cuenta propia, resume su experiencia: «yo llevo el despacho prácticamente encima. El portátil, la cámara de fotos, el móvil y la PDA forman parte de mi oficina porque, para moverme de obra en obra, necesito tener la mayor información posible y el acceso más rápido». Desde hace cinco años llevo «la oficina a cuestas». Me facilita el trabajo y puedo solucionar prácticamente cualquier problema. Incluso si tengo que enviar un correo electrónico, me conecto con el móvil sin problemas. Miguel Castillo es vocal de Tecnología del Colegio de Aparejadores de Granada, «que también está intentando ponerse al día en tecnología».

CUESTIONES PARA EL DEBATE EN GRUPO

- Detecte en el contenido del artículo la relación entre puestos de trabajo vía TIC (Tecnologías de la Información y Comunicaciones) y la productividad empresarial.
- 2.a ¿Qué ventajas se derivan de trabajar vía TIC? Agrúpelas diferenciándolas según la perspectiva de la empresa y del trabajador.
- 3.a ¿Qué inconvenientes se derivan de los puestos de trabajo que hacen uso de las TIC en sus procesos internos?
- 4.a ¿Qué puestos de trabajo, del espectro laboral actual, son más susceptibles de aplicación de TIC en sus procesos internos? Ponga ejemplos aclaratorios. Cite también ejemplos de puestos de trabajo donde aún no se pueden aplicar las TIC.
- 5.a ¿Cree que la influencia de las TIC en los puestos de trabajo está generando cambios de tal índole en las organizaciones que ya se puede hablar de un nuevo sistema de organización del trabajo post-TIC tal y como en su día supusieron el Taylorismo, Fordismo, la Especialización Flexible o el sistema Justo a Tiempo?

Artículo de prensa económica:

«El puesto de trabajo flexible se extiende en las empresas europeas», por Paula Gil, diario económico Cinco Días, miércoles, 20 de octubre de 2004, Frankfurt

Los empleados de las oficinas del grupo tecnológico IBM en Hamburgo, Alemania, tienen una buena razón para llegar pronto al trabajo: el que aparece primero se queda con el mejor sitio. La compañía estadounidense ha implantado en ésta y otras sedes de todo el mundo un sistema de oficina flexible. En este concepto ningún empleado tiene escritorio propio y la utilización de documentos de papel (que los trabajadores tendrían que acarrear de un lado para otro) se ha reducido al mínimo. La idea gana cada vez más adeptos tanto en Alemania como en otros países ya que permite, ante todo, reducir costes.

El único reducto de propiedad privada para los 1.600 empleados de IBM en Hamburgo son las consignas, donde se guardan sus objetos personales, maletines, computador portátil y material de oficina. Esto y la clave personal, con la que cada trabajador accede a sus documentos desde cualquier ordenador del edificio. El resto son espacios comunes. Las grandes mesas aparecen libres de objetos como fotos o plantas y se comparten entre varios. Hay un computador para cada 1,6 empleados, porque IBM ha comprobado que siempre hay alguien de viaje, de vacaciones o trabajando desde casa y que con el sistema anterior muchos escritorios permanecían vacíos. Esta es la clave del asunto, pues la organización en mesas compartidas permite optimizar el espacio y ahorrar costes. Ahora es sólo un tercio, pero la firma quiere que la mitad de su plantilla en Alemania, de 25.000 personas, trabaje con este sistema antes de finales de año. «Nos ha permitido mejorar la comunicación en la empresa», afirma Michaella Hoffman, portavoz de IBM Alemania. «Los empleados están plenamente satisfechos».

Otras compañías como Siemens o Deutsche Bank también han empezado a experimentar con soluciones similares. En la consultora KPMG, por ejemplo, los trabajadores pueden, incluso, reservar el escritorio desde casa antes de ir a la oficina, como si fuera la habitación de un hotel.

En España, parte de la plantilla de IBM trabaja también con un esquema de mesas compartidas gracias al plan *mobility*, introducido en 1995. Este plan consiste en que la empresa dota a cada empleado de los medios necesarios para que pueda trabajar desde cualquier lugar como, por ejemplo, conexión a internet ADSL en su domicilio. Al reducirse el número de horas de permanencia en la oficina resulta lógico compartir escritorios. «Por supuesto, el plan *mobility* es voluntario», señala Alfonso González, responsable de comunicación de IBM España. Ni se obliga a nadie a que trabaje permanentemente desde su domicilio ni se le priva de un espacio en la oficina cuando lo necesita. Otra compañía que ha eliminado los escritorios personales es el grupo tecnológico Sun Microsystems. Sus 400 empleados en España trabajan desde hace tres años con el sistema de mesas compartidas. «Cada empleado tiene una tarjeta inteligente con la que puede acceder a sus documentos desde cualquier computador», explica Carmen Martos, directora de comunicación de la empresa.

Pese a todo, este tipo de organización aún es minoritaria entre las empresas españolas. «En España no se encuentra muy a menudo, es más frecuente en países como Alemania, Francia o Reino Unido», afirma David Collins, solutions architect manager de la empresa tecnológica EDS España. No obstante, la necesidad de soluciones que aporten más flexibididad es cada vez mayor, asegura el experto.

CUESTIONES PARA EL DEBATE EN GRUPO

- **1.** Detecte de la lectura del artículo qué principios básicos de organización del trabajo se aplican en las empresas señaladas.
- 2.ª ¿Qué consecuencias trae, para las organizaciones que lo aplican, el sistema de puesto de trabajo flexible?
- 3.ª ¿Con qué concepto de los analizados en teoría está relacionado este sistema de trabajo?
- **4.** Cree que es posible aplicarlo a cualquier tipo de organización y centro de trabajo? Ponga ejemplos de empresas donde no sería susceptible su aplicación.
- **5.** Detecte, desde una perspectiva organizativa, ambiental y humana, las críticas fundamentales que se le podrían hacer a este sistema de trabajo flexible.

Artículo de prensa económica:

«Cómo convertir los problemas en soluciones», por Ruth Ugalde, diario económico Expansión, lunes, 17 de enero de 2005, Madrid

A primera vista Dell, Toyota, Inditex, Unilever y Ryanair no tienen nada en común salvo una cosa: son ejemplos de compañías de éxito. Pero un análisis más profundo demuestra que estas empresas coinciden en haber convertido sus problemas en ventajas competitivas o, como dicen los estrategas, han sabido gestionar la complejidad. Ésta es la conclusión del informe de la consultora Arthur D. Little (ADL), que ofrece tres caminos para conseguirlo: eliminar los problemas, explotar aquello que valoran los clientes, o mantener la complejidad reinventando la estructura del negocio.

«Lo fundamental es que cada compañía tenga claro dónde quiere competir y qué modelo de negocio necesita para hacerlo con éxito», explica Pablo Montesano, director de Estrategia y Organización en ADL. Además, el resultado de estos esfuerzos suele traducirse en incrementos del retorno de capital por empleado que, en algunos casos, se dobla.

Vender sólo lo que se paga

Las aerolíneas de bajo coste son, probablemente, el fenómeno empresarial más paradigmático de la última década. Su éxito radica en que han eliminado todos aquellos aspectos que muchos clientes no valoran y, por tanto, no están dispuestos a pagar, pero que complican la gestión del negocio.

La aerolínea estadounidense Southwest, por ejemplo, consiguió simplificar el negocio cuando decidió operar exclusivamente con aviones *Boeing* 737. Un aspecto que resulta insustancial para los clientes. En cambio, American Airlines, la segunda aerolínea del mundo, trabaja con más de 14 modelos distintos de aparatos. La proliferación de aviones exige contar con 14 equipos distintos de mecánicos, pilotos y 14 certificados de vuelos diferentes. Una montaña que dificulta la gestión interna de la compañía sin aportar valor añadido.

Diferenciarse o morir

La complejidad no siempre es un obstáculo. En muchas ocasiones, incluso, es el mejor trampolín para diferenciarse de la competencia. Éste fue el planteamiento del fabricante de ordenadores Dell cuando apostó por vender ordenadores a la medida de cada cliente. Un problema que solventó con la distribución directa.

El fabricante de automóviles Toyota sigue un esquema similar pero, en vez de basarse en la venta directa, su secreto es la estandarización.

Con una producción de 200.000 unidades al mes, Toyota construye en sólo 13 plataformas. Cada una tiene zonas de ensamblaje adicionales y componentes con un diseño estandarizado que usa en coches de distinto tamaño. Este sistema permite ofrecer cerca de un millón de variantes de vehículos con la menor dificultad interna de producción.

La marca también obliga a los directivos a hacer malabarismos mentales. Una sola insignia tiene mayor impacto y simplifica la gestión, pero puede pecar de falta de contacto con los mercados locales o con la variedad de clientes. La multiplicidad de marcas mejora la cercanía, pero dificulta el trabajo interno.

Una opción intermedia es la que tomó Unilever en 2000, cuando decidió clasificar sus productos en sólo tres categorías: alimentación, cuidado personal y cuidado del hogar. Sobre esta base, lanzó un programa para reducir a 400 sus más de 1.600 marcas. Con esta mejora, la compañía prevé incrementar el margen operativo del 11% al 16%.

Difícil, rentable e innovador

El más difícil todavía es el camino elegido por la cadena de moda Zara. Lejos de eliminar problemas, los han unificado bajo una estructura de integración vertical que le lleva a ser diseñador, fabricante y distribuidor. Pero con una gran efectividad.

Zara ha reinventado su negocio con el modelo *just-in-time*, que le permite renovar rápidamente sus colecciones gracias a la mayor flexibilidad que consigue con la estructura vertical.

«Fabrica más de la mitad de sus prendas en casa, mientras que su competidor, el sueco H&M, compra a más de 900 firmas. Los diseñadores de Zara hablan diariamente con los responsables de tiendas y, gracias a una base de datos de ventas en tiempo real, las plantas de producción reciben inmediatamente las nuevas órdenes y satisfacen los pedidos de cada establecimiento dos veces por semana», destaca ADL.

Esta dinámica elimina los almacenes y reduce al mínimo el inventario, permitiendo a Zara producir una nueva línea en tres semanas, frente a la media de nueve meses del sector.

PREGUNTAS PARA EL DEBATE EN GRUPO

- 1.ª Tras la lectura del artículo identifique qué empresas podrían servir de ejemplo para otras y detecte qué acciones concretas de gestión interna de sus procesos de trabajo ha emprendido cada una de ellas para optimizar sus recursos y llevar a cabo en la práctica una mejor gestión de su negocio.
- 2.ª ¿Con qué conceptos teóricos de los analizados en el contenido de la asignatura identificaría cada una de las líneas de acción seguidas por estas empresas?
- 3.ª ¿Se pueden enmarcar las distintas líneas de acción emprendidas por estas empresas dentro de una única filosofía de gestión empresarial? ¿Y dentro de un mismo sistema de organización del trabajo?
- 4ª. El hecho de que las empresas analizadas pertenezcan a diferentes sectores de actividad ¿es impedimento para que haya una traslación del modelo de negocio de unas a otras? Ponga ejemplos aclaratorios que aparezcan en el artículo o busque otros en la realidad empresarial de nuestros días.

Artículo revista del área de Recursos Humanos:

«Cómo convertir la comprensión del negocio en rendimiento», por Pablo Plaza, Director de Towers Perrin, Revista Capital Humano, n.º 171, noviembre de 2003

Hoy en día, las organizaciones de alto rendimiento ya se han dado cuenta de que «sus empleados son su activo más importante». Esta frase se repite en casi todos los discursos de cierre de ejercicio, las cenas de Navidad o las juntas de accionistas... Pero no todas las empresas optimizan ni estimulan la capacidad de sus personas mediante programas que les ayuden a comprender cómo funciona el negocio y cómo las decisiones tomadas desde su puesto de trabajo al final de la cadena se convierten en beneficios.

Tomemos el ejemplo de un importante distribuidor que ha sido capaz de reforzar el potencial de su gente simplemente reconociendo uno de los más importantes elementos para mejorar el rendimiento: el conocimiento del negocio. Los resultados demostraron la eficacia de un programa de aprendizaje en la empresa: los ingresos netos por ventas de las tiendas implicadas en este innovador programa fueron, en media, un 12,8% mayores que los de los puntos de venta que quedaron fuera del programa, y la media de compras por visita de cliente fue un 6% superior en media.

El propósito esencial de un programa de este tipo es dotar a todos los empleados de una compañía de un lenguaje común, de forma que puedan entender los números que miden su rendimiento, así como entender los factores claves que definen las estrategias. A través de su programa de formación, esta compañía aportó a 35 directores de tienda de una misma ciudad una profunda comprensión del negocio, sus objetivos estratégicos y financieros, así como las herramientas para la toma de decisiones necesarias para alcanzar buenos resultados. Paralelamente, los directores de tienda fueron incentivados a través de un sistema de compensación en forma de bonus que reforzó este programa.

La información confidencial de una organización sobre sus aspectos financieros y estratégicos, así como la relacionada con los clientes, suele estar reservada a su equipo directivo. En la mayoría de las empresas, los altos ejecutivos marcan la estrategia y toman sus decisiones sobre el negocio, pero normalmente lo hacen pasando por alto el verdadero factor clave para conseguir esos objetivos: el «conocimiento» por parte del empleado. Las empresas habitualmente no comprenden que este «conocimiento» va más allá de los informes corporativos que simplemente resumen los resultados financieros o las estrategias corporativas con un lenguaje a veces difícil de entender.

Para convertir este conocimiento en rendimiento se debe intentar incidir primero en cómo piensa y después en cómo ejecuta una decisión un empleado en el día a día: su comportamiento. Las empresas deben darse cuenta de que mientras el director general o su equipo pueden ser responsables de hacer que una adquisición de mil millones de euros aporte la rentabilidad esperada, los empleados de la tienda, por ejemplo, están tomando miles de decisiones de diez euros cada día que afectan directamente a los resultados.

Volviendo al caso del distribuidor, antes de que el programa de formación sobre la empresa fuera presentado, desde el departamento financiero se recordaba constantemente a los jefes de tienda que debían controlar las «pérdidas de origen desconocido» (robos o daños...). Así, los financieros conocían el coste real de estas pérdidas, pero los jefes de tienda no llegaban a entender su impacto directo en la rentabilidad de la empresa. Gracias al programa de aprendizaje, los jefes de tienda comprendieron el impacto de las «pérdidas de origen desconocido», y reducirlas se convirtió en una de sus prioridades.

Para llegar a ese punto en que los empleados consiguen los conocimientos y la confianza para traducir sus decisiones a acciones que impacten positivamente en los resultados de la tienda, primero necesitan adquirir un conocimiento coherente del negocio. Tener conciencia de los asuntos internos y externos que la compañía considera importante establecer en sus estrategias tanto a corto como a largo plazo permite que los empleados empiecen a comprender las repercusiones de sus acciones y decisiones diarias.

Cuando ya se ha alcanzado ese entendimiento del negocio, el siguiente paso es lograr que comprendan cómo la empresa mide el éxito o el fallo de la estrategia mediante sistemas de comunicación que ayuden a los empleados a comprender conceptos normalmente muy complejos, tanto financieros como operativos, esto es, traducirlos a una terminología menos sofisticada y más comprensible. Dicho de otra forma, elementos que ayuden a entender la conexión entre sus puestos y las finanzas de la compañía. Si no es así, el negocio siempre resultará algo abstracto para el trabajador, separado de su trabajo diario.

Otro factor importante a la hora de poner en práctica un programa de formación en el conocimiento de la empresa es facilitar las herramientas necesarias para la toma de decisiones aplicando así el conocimiento adquirido. Estas herramientas deben ser simples de usar, aportar resultados creíbles y factibles y, además, deben considerar los diferentes escenarios del negocio para dirigir las decisiones en la dirección correcta.

Una excelente forma de complementar este tipo de programas reforzando sus resultados es complementar la formación con sistemas de compensación por incentivos, que además puede ofrecer a los empleados una evaluación directa sobre si están utilizando eficazmente los conocimientos adquiridos. En las tiendas que participaron en el programa, los responsables que aplicaron correctamente su conocimiento y tomaron decisiones que mejoraron los resultados de sus tiendas recibieron una participación en los beneficios del establecimiento a través de un programa de incentivos. Esto no sólo les motivó a mejorar su rendimiento, sino que relanzó su sensación de propiedad y participación en el negocio.

Además de mejorar los resultados, un buen programa de formación sobre el negocio puede ayudar a asentar el marco de trabajo para desarrollar habilidades de gestión, competencias y objetivos que estén en línea con la estrategia de negocio, con el comportamiento del empleado.

Por último, para convertir a los empleados en activos aún más valiosos, los equipos directivos de las empresas deben comprender que las verdaderas claves a largo plazo para conseguir la creación de valor están basadas, en su mayor parte, en las decisiones operativas y las actividades de todos esos empleados.

Por eso, estimular una mentalidad de propiedad en el entorno de la compañía a través de programas de formación sobre el negocio y de compensación por objetivos puede ayudar a los empleados a comprender el verdadero contexto del negocio y servirles de apoyo en la toma de las decisiones correctas, lo que al final resulta en una mejora tanto de su estado de ánimo como del resultado del negocio.

CUESTIONES PARA EL DEBATE EN GRUPO

- Extraiga de la lectura del artículo las ideas básicas (2 o 3) que el autor quiere transmitirnos.
- 2.ª Relacione estas ideas básicas con conceptos estudiados en el contenido de la asignatura.
- 3.a Critique los puntos del contenido del artículo que crea que no se corresponden con la realidad empresarial.
- Destaque valores importantes a aplicar en las empresas que se recogen en el 4.a artículo.
- ¿Qué conexiones encuentra entre la dirección de Recursos Humanos y la optimi-5.^a zación de los procesos de trabajo mediante el conocimiento de la compañía?

PARTE II

Macroprocesos de trabajo

Diseño del sistema productivo y distribución de la superficie de los centros de trabajo



Precisiones conceptuales

Diseñar un sistema productivo consiste en tomar todo un conjunto de decisiones estratégicas según las cuales se va a configurar la estructura productiva de la organización. Las decisiones que hay que tomar se diferencian teniendo en cuenta el carácter fijo o variable de los factores implicados (Bueno, Cruz y Durán, 1989).

Las decisiones relativas a los factores fijos de la estructura productiva son:

- 1. Decisiones sobre la capacidad productiva global.
- 2. Decisiones sobre la elección del tipo de proceso productivo a emplear.
- 3. Decisiones sobre el diseño de la planta productiva.

De entre las decisiones concernientes a los factores variables destacan las relacionadas con el factor humano, entre ellas, los aspectos relacionados con el diseño de los puestos de trabajo, con la elección de los métodos más adecuados y con la optimización de procesos, estudio de tiempos y movimientos en los centros de trabajo así como el análisis relativo a la productividad de los procesos de trabajo.

Existen tres tipos básicos de diseño de los procesos productivos: el **diseño lineal** (en cadena o por producto), el **diseño funcional** (por talleres o por proceso) y el **diseño por proyecto** (posición fija o bajo pedido).

En cada tipo de diseño el montante de costes asociados, y su reparto entre fijos y variables, es diferente. La siguiente representación gráfica nos muestra la relación entre los diferentes tipos de diseño según los Costes Totales asociados y a las cantidades producidas por el sistema (*véase* Figura 3.1).

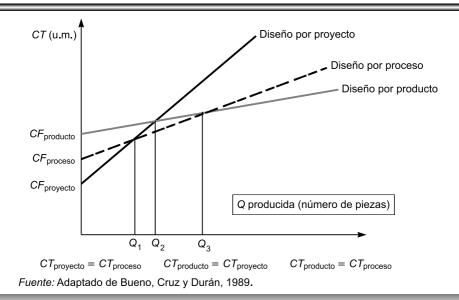


Figura 3.1. Diseño del sistema productivo: costes totales de producción según tipo de diseño.

Una vez que se ha decidido el tipo de diseño de sistema productivo, el siguiente paso a realizar es la **distribución de la superficie del centro de trabajo**, es decir, la ordenación de los espacios e instalaciones dentro de los límites físicos de la estructura para conseguir la mejor coordinación de los factores de producción de forma que se optimice la racionalidad de los procesos internos de trabajo.

Los pasos requeridos en su aplicación práctica son los siguientes:

- 1. Se calculan los movimientos entre puestos de trabajo eliminando los movimientos de doble sentido. Así pasamos de tablas cuadradas de movimientos a tablas triangulares, obtenidas sumando los valores de las casillas simétricas respecto a la diagonal principal. Tendremos tantas tablas triangulares como productos se fabriquen o servicios se presten en ese centro.
- 2. Se aplica a cada tabla triangular el porcentaje que le corresponde en función de su participación en el valor global de la producción. Con ello obtendremos una única tabla triangular ponderada resultado de aplicar las participaciones respectivas de cada producto/servicio en el total de la empresa.
- 3. Se ordenan decrecientemente los valores de esta última tabla.
- 4. Se intentan varias distribuciones de puestos teniendo en cuenta el criterio básico de asociación de puestos de trabajo: acercar aquellos puestos que más movimientos presentan entre ellos y evitar (o minimizar) los denominados movimientos indirectos, aquellos que se producen cuando hay que pasar por uno o varios puestos intermedios para llegar al puesto final. El criterio de elección final consiste en elegir, de entre todas las distribuciones que se han intentado, aquélla que minimice la suma de movimientos indirectos entre puestos.

EJERCICIOS

- **3.1.** Dados los siguientes pares de rectas representativas de costes totales de producción (en unidades monetarias) determinar cuál de ellas implicaría una distribución lineal y cuál una distribución funcional. Buscar, igualmente, el punto de corte de ambas así como la cantidad de producto para la que es indiferente usar un tipo de distribución u otro. Señalar en la representación gráfica qué distribución será la elegida en función de la cantidad a producir.
- 1. y = 400 + 2x; y = 100 + 5x
- **2.** y = 3x + 100; y = 2x + 150
- 3. y = 3.000 + 2x; y = 2.000 + 5x

Solución

1. Partiendo del par de rectas y = 400 + 2x; y = 100 + 5x, damos valores a x (cantidades a producir) en ambas ecuaciones obteniendo los correspondientes valores de y (costes totales) en las siguientes tablas:

$$y = 400 + 2x$$

x	у
0	400
100	600
200	800

$$y = 100 + 5x$$

x	у
0	0
100	600
200	1.100

Las representamos gráficamente en la Figura 3.2.

Cada subdivisión del eje de abscisas representa 100 unidades de cantidad (u.c.) y cada subdivisión del eje de ordenadas representa 100 unidades monetarias (u.m.).

Como podemos observar en la representación gráfica el punto de corte de ambas rectas se produce en el punto x=100; y=600, es decir, que para 100 unidades de cantidad producidas el coste total es de 600 u.m. El punto de corte es el punto de inflexión a partir del cual es conveniente cambiar de sistema de producción. Para cantidades menores de 100 u.c. es conveniente utilizar una distribución funcional, ya que los costes totales asociados son menores que los correspondientes en la distribución lineal; para cantidades mayores de 100 u.c. conviene, desde el punto de vista de los costes, usar la distribución lineal. Para 100 u.c. es indiferente usar un tipo de distribución u otro.

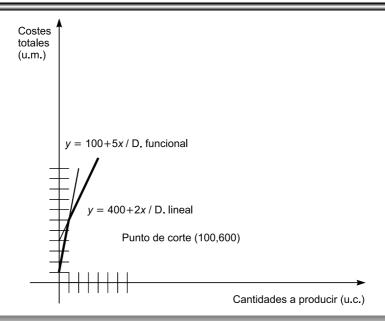


Figura 3.2.

Dado el par de rectas: y = 3x + 100; y = 2x + 150 se procede de manera similar al apartado anterior:

Damos valores a x e y, quedando las siguientes tablas:

$$y = 3x + 100$$

x	у
0	100
100	400
200	700

$$y = 2x + 150$$

x	y
0	150
100	350
200	550

El punto de corte se obtiene igualando ambas ecuaciones:

$$3x + 100 = 2x + 150$$
 de donde: $x = 50$

sustituyendo en cualquiera de las dos ecuaciones, obtenemos y = 250; por tanto el punto de corte es (50 u.c., 250 u.m.) (Figura 3.3).

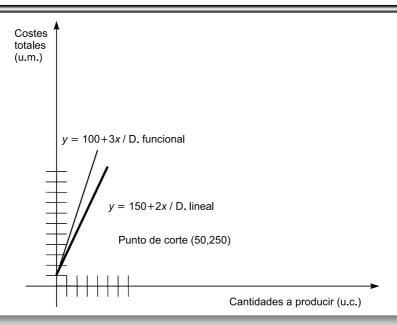


Figura 3.3.

Cada subdivisión del eje de abscisas representa 100 unidades de cantidad (u.c.) y cada subdivisión del eje de ordenadas representa 100 unidades monetarias (u.m.).

Como observamos en la Figura 3.3, la ecuación de la recta y = 100 + 3x representa una distribución funcional frente a la ecuación y = 150 + 2x que representa a la distribución lineal. Como sabemos, los costes fijos de la distribución lineal, en este caso 150 u.m., son mayores que los costes fijos de la distribución funcional, 100 u.m., y ocurre a la inversa con los costes variables (pendientes de las ecuaciones de las rectas). En el caso de la distribución funcional, la pendiente es mayor (3) que en el caso de la distribución lineal (pendiente de la recta igual a 2).

La cantidad de producción para la que es indiferente un tipo de sistema productivo u otro es 50 u.c. Para cantidades menores de 50 conviene, desde el punto de vista económico, producir mediante un sistema funcional; para cantidades mayores de 50 u.c. conviene usar la distribución lineal porque los costes totales asociados son menores (ver rectas señaladas con trazo más grueso).

3. En este par de rectas y = 3.000 + 2x e y = 2.000 + 5x se empieza por dar valores a x obteniendo los correspondientes a y de la siguiente forma:

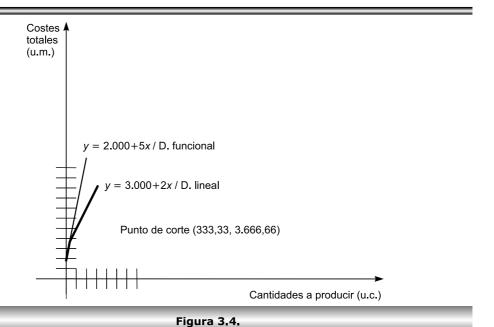
$$y = 3.000 + 2x$$

x	у
0	3.000
1.000	5.000
2.000	7.000

para y = 2.000 + 5x se tiene:

x	у
0	2.000
1.000	7.000
2.000	12.000

Representándolas gráficamente quedaría:



Cada subdivisión del eje de abscisas representa 1.000 unidades de cantidad (u.c.) y cada subdivisión del eje de ordenadas representa 1.000 unidades monetarias (u.m.).

El punto de corte de ambas rectas representa el punto de inflexión a partir del cual es conveniente cambiar de sistema de producción. Así, para cantidades menores de 333,33 u.c. es conveniente la distribución funcional y para cantidades mayores que ésta resulta más económico producir mediante una forma lineal. Para 333,33 es indiferente un tipo de sistema u otro.

3.2. Dadas las siguientes ecuaciones de las rectas representativas de los costes totales de producción, determinar a qué tipo de diseño del sistema productivo corresponde cada una y calcular las cantidades de producción indicativas del sistema más económico.

$$y_1 = 3x_1 + 2$$

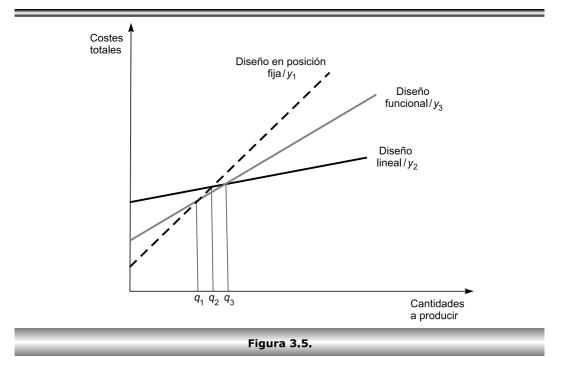
 $y_2 = x_2 + 7$
 $y_3 = 2x_3 + 5$

Solución

Comparando las pendientes y los términos independientes de las ecuaciones entre sí observamos que pendiente (y_1) > pendiente (y_3) > pendiente (y_2) . En cambio, la relación entre los términos independientes es: término independiente (y_2) > término independiente (y_3) > > término independiente (y_1) .

La ecuación que tiene mayor término independiente (mayor coste fijo) y menor pendiente (menos coste variable) es la que representa los costes totales en una distribución lineal, en este caso y_2 , y ocurre a la inversa en la ecuación de costes totales de la distribución en posición fija o por proyecto, aquí representada por y_1 . Por su parte, la ecuación que tiene término independiente y pendiente con valores intermedios es la referida a la distribución funcional o también llamada por proceso, en este ejemplo y_3 .

En la Figura 3.5 podemos observar la relación entre ambas rectas y sus correspondientes puntos de corte.



Las cantidades q_1 , q_2 y q_3 se obtienen a partir de los puntos de corte tomando las ecuaciones de las rectas de dos en dos. Así, q_1 es 2 unidades de cantidad (u.c.), q_2 , 2,5 u.c. y q_3 es 3 u.c.

3.3. En una cooperativa textil se fabrican 3 prendas diferentes de ropa: pantalón, camiseta y blusa. Intervienen en la fabricación de ellas 4 puestos de trabajo (PT1, PT2, PT3 y PT4). Se ha observado y registrado el número de movimientos entre puestos para tener concluidas las anteriores prendas figurando los mismos en las tablas adjuntas.

Asimismo, se tienen datos de contabilidad de costes que nos indican la proporción de coste que supone cada prenda respecto a los costes totales de producción, en este caso el pantalón detrae un 40% del costo total productivo, la camiseta un 30%, y la blusa, otro 30%.

Tablas de movimientos necesarios para la fabricación de los productos

Pantalón	PT1	PT2	PT3	PT4
PT1	X	4	3	2
PT2	2	X	5	6
PT3	4	2	X	2
PT4	5	3	1	X

Camiseta	PT1	PT2	PT3	PT4
PT1	X	2	1	0
PT2	3	X	4	0
PT3	2	1	X	0
PT4	0	0	0	X

Blusa	PT1	PT2	PT3	PT4
PT1	X	3	4	0
PT2	2	X	2	1
PT3	2	0	X	3
PT4	1	3	2	X

Utilizando los anteriores datos.

SE PIDE:

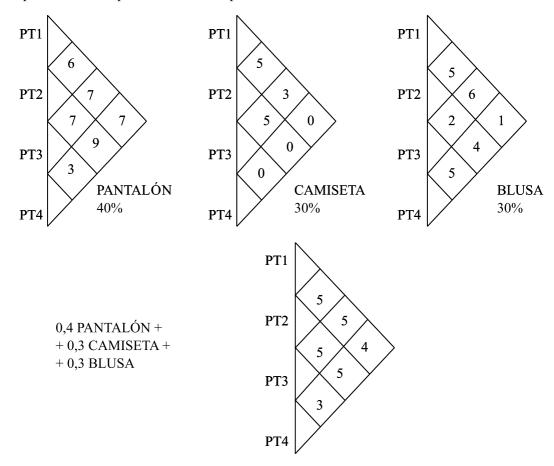
Obtener la mejor distribución de los puestos, suponiendo una superficie diáfana y en una sola planta donde estarían ubicados los 4 puestos de trabajo. Diferenciar la solución basándose en la configuración geométrica de los puestos de trabajo.

Solución

En primer lugar se procede obteniendo las tablas triangulares de los movimientos de cada tipo de prenda fabricada eliminando el doble sentido, es decir, sumando los movimientos simétricos entre puestos. Así, por ejemplo, para la prenda pantalón el valor de la primera casilla de la tabla triangular, 6, se obtiene sumando los movimientos del PT1 al PT2, 4, más los movimientos del PT2 al PT1, 2. Y así sucesivamente se siguen calculando el resto de casillas de ésta y de las demás prendas.

Una vez que se tienen las tres tablas triangulares se obtiene una última tabla triangular aplicándole a cada prenda la proporción correspondiente del coste productivo, es decir, multiplicando los valores de cada tabla por su correspondiente porcentaje y aproximando los resultados finales al número entero más cercano.

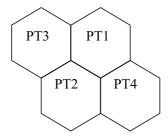
Si observamos en las tablas de movimientos el puesto de trabajo 4 no interviene en la fabricación del producto camiseta pero sí en los otros dos productos, sin embargo hay que tenerlo en cuenta en todos los cálculos puesto que la última tabla agregada incluye la participación de los 4 puestos en los tres productos.



A partir de la última tabla triangular ponderada extraemos la siguiente clasificación de relaciones entre puestos con sus respectivos movimientos ordenados decrecientemente:

Relaciones entre puestos	N.º de movimientos
PT1-PT2	5
PT1-PT3	5
PT2-PT3	5
PT2-PT4	5
PT1-PT4	4
PT3-PT4	3

A continuación vamos a hacer una distinción en cuanto a la configuración geométrica de los puestos. Supongamos en primer lugar que los puestos se configuran mediante una forma hexagonal. En este caso habría que adoptar la siguiente configuración:



El criterio que hay que seguir para colocar unos puestos contiguos a otros es la búsqueda del mayor número de movimientos directos entre puestos o, lo que es lo mismo, el menor número de movimientos indirectos entre puestos. Si observamos el número de movimientos indirectos que se dan en esta distribución es 3, los que ocurren entre PT3 y PT4, al no estar contiguos. Esa será la mejor distribución pues independientemente de que los situemos en un lugar u otro, siempre que dichos puestos permanezcan separados, me dará el mejor resultado posible.

Si consideramos que los puestos tienen una configuración cuadrada o rectangular, no existe problema en cuanto a movimientos indirectos ya que los cuatro puestos estarían contiguos, es decir, no habría que pasar por ningún puesto intermedio para ir a otro, como se muestra:

PT1	PT2
PT3	PT4

3.4. Tres productos A, B y C que representan respectivamente el 60, 20 y 20% de la producción total de una fábrica de productos alimenticios, son fabricados en 5 puestos de trabajo que van a ser distribuidos de la forma más racional posible en el citado centro de trabajo. El número de movimientos entre puestos para cada producto fabricado aparece en las siguientes tablas:

Prod. A	PT1	PT2	PT3	PT4	PT5
PT1	X	2	3	5	7
PT2	1	X	2	9	6
PT3	4	3	X	3	5
PT4	2	2	1	X	0
PT5	8	1	0	7	X

Prod. B	PT1	PT2	PT3	PT4	PT5
PT1	X	3	2	1	5
PT2	3	X	3	6	3
PT3	2	3	X	3	5
PT4	2	2	3	X	0
PT5	3	1	0	7	X

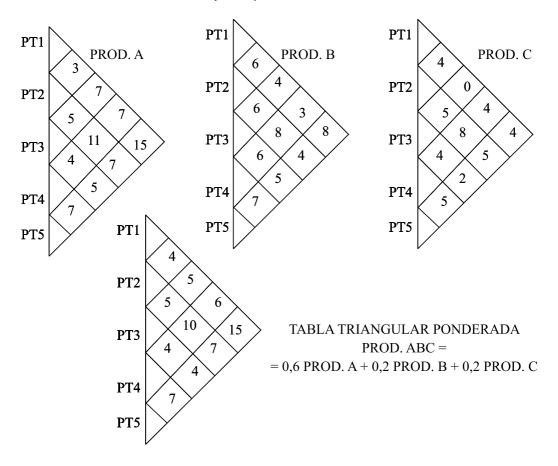
Prod. C	PT1	PT2	РТ3	PT4	PT5
PT1	X	3	0	2	1
PT2	1	X	2	6	4
PT3	0	3	X	3	2
PT4	2	2	1	X	0
PT5	3	1	0	5	X

SE PIDE:

Obtener al menos dos distribuciones distintas para los cinco puestos de trabajo que integran el proceso de obtención de los tres productos, indicando cuál de ellas aconsejaría a esta empresa si a usted se le hubiera encomendado la labor de búsqueda de la mejor disposición de puestos en este centro. Apóyese para ello en la teoría estudiada sobre el tema.

Solución

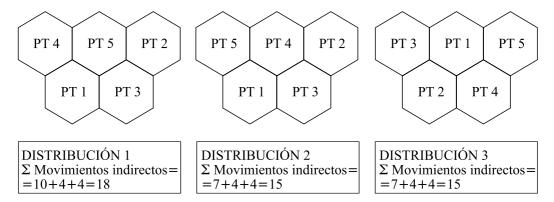
En primer lugar trabajamos con las tablas cuadradas de movimientos entre puestos para obtener las denominadas *tablas triangulares* mediante la eliminación del doble sentido en los movimientos. Por ejemplo, sumamos el número de movimientos del puesto de trabajo 1 al 2, que es 2, más el número de movimientos del puesto 2 al 1, que es 1, dando como resultado 3 que es el valor que aparece en la primera casilla de la tabla triangular del producto A.



A continuación se ordenan decrecientemente los valores de la tabla triangular ponderada quedando como sigue:

Relaciones entre puestos	N.º de movimientos
PT1-PT5	15
PT2-PT4	10
PT2-PT5	7
PT4-PT5	7
PT1-PT4	6
PT1-PT3	5
PT2-PT3	5
PT1-PT2	4
PT3-PT4	4
PT3-PT5	4

Finalmente, se prueban distintas distribuciones de los 5 puestos de trabajo teniendo como objetivo la minimización de la suma total de movimientos indirectos entre puestos. En el caso en que los puestos tomen configuraciones hexagonales algunas de las posibles distribuciones serían:



Según se observa en las distribuciones hexagonales anteriores, tanto la distribución 2 como la 3 ofrecen mejor resultado que la 1 ya que la suma de movimientos indirectos es menor.

Si consideramos una configuración geométrica cuadrada o rectangular para los puestos de trabajo, el número de movimientos indirectos se reduce ya que también disminuye el número de lados que pueden tener contigüidad entre ellos. Algunas distribuciones de este tipo son las que aparecen a continuación:

PT 4	PT 5	PT 2		PT 5	PT 4	PT 2	PT 3	PT 1	PT 5
	PT 1	PT 3			PT 1	PT 3		PT 2	PT 4
Σ Movin	DISTRIBUCIÓN 1' $\Sigma \text{ Movimientos indirectos} = 10+4=10$ DISTRIBUCIÓN 2' $\Sigma \text{ Movimientos indirectos} = 7+4=11$					BUCIÓN 3 nientos ino 8			

Como podemos deducir de las anteriores distribuciones cuadrangulares, la tipo 3' es la que mejor resultado ofrece de las tres, puesto que tan sólo genera 8 movimientos indirectos.

3.5. En un salón de belleza se conoce la distribución actual de las salas que conforman el conjunto del centro de trabajo, la cual aparece en el plano adjunto. Igualmente se tienen datos de movimientos de los clientes entre las distintas salas durante una semana de trabajo en niveles normales. Se pretende obtener una nueva distribución de las salas en el centro que mejore la actual teniendo en cuenta el recorrido total efectuado por los clientes. Para ello compare la situación antes y después del cambio propuesto. Por tanto,

SE PIDE:

1.º) Calcular movimientos totales en la situación actual. 2º) Establecer nuevas posibles distribuciones. 3°) Decidir qué distribución es la que mejor se comportaría según el criterio de minimización de movimientos totales de los clientes en el centro.

Distribución actual del centro de belleza

_	
Recibidor	
	Sala de masajes 5
_	
	Sala de pedicura 4
_	
S	ala de manicura 3

Movimientos entre salas	Sala 1	Sala 2	Sala 3	Sala 4	Sala 5
Sala 1	X	100	200	300	200
Sala 2	0	X	200	100	300
Sala 3	100	200	X	0	300
Sala 4	100	200	300	X	400
Sala 5	100	200	0	300	Х

Distancia entre salas (metros)	Sala 1	Sala 2	Sala 3	Sala 4	Sala 5
Sala 1	X	10	20	30	20
Sala 2		X	10	20	30
Sala 3			X	10	20
Sala 4				X	10
Sala 5					X

Sala 1 = Sala de espera; Sala 2 = Sala de peluquería; Sala 3 = Sala de manicura;

Sala 4 =Sala de pedicura; Sala 5 =Sala de masajes.

Solución

Movimientos totales	Sala 1	Sala 2	Sala 3	Sala 4	Sala 5
Sala 1		100	300	400	300
Sala 2			400	300	500
Sala 3				300	300
Sala 4					700
Sala 5					

Espacio total recorrido con la configuración original de salas =

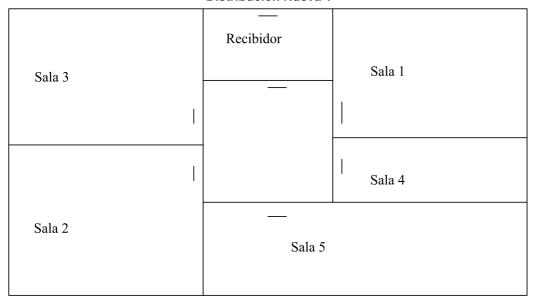
$$= 100 \times 10 + 300 \times 20 + 400 \times 30 + 300 \times 20 + 400 \times 10 + 300 \times 20 + + 500 \times 30 + 300 \times 10 + 300 \times 20 + 700 \times 10 =$$

= 66.000 metros totales recorridos con la distribución actual

Relaciones entre salas	Movimientos entre salas
4-5	700
2-5	500
1-4	400
2-3	400
1-3	300
1-5	300
2-4	300
3-4	300
3-5	300
1-2	100

En las nuevas distribuciones se va a intentar que aquellas salas que más movimientos presenten entre ellas permanezcan lo más cerca posible siguiendo la ordenación decreciente de movimientos entre salas. Por ello en todas ellas va a estar la sala 4 junto a la 5, la 2 junto a la 5, la 1 junto a la 4, la 2 junto a la 3 y así sucesivamente mientras el espacio disponible lo permita.

Distribución Nueva 1



Espacio total recorrido en la Distribución Nueva 1:

$$700 \times 10 + 500 \times 10 + 400 \times 10 + 400 \times 10 + 300 \times 20 +$$

+ $300 \times 20 + + 300 \times 20 + 300 \times 30 + 300 \times 20 + 100 \times 30 =$
= 56.000 metros; Ahorro total conseguido = $66.000 - 56.000 = 10.000$ metros

Distribución Nueva 2

	— Recibidor	
Sala 3		Sala 2
		 Sala 5
Sala 1	— Sala 4	

Relaciones entre salas	Movimientos entre salas	Distancia actual entre salas (m)	Distancia total (m)
4-5	700	10	7.000
2-5	500	10	5.000
1-4	400	10	4.000
2-3	400	20	8.000
1-3	300	10	3.000
1-5	300	20	6.000
2-4	300	20	6.000
3-4	300	20	6.000
3-5	300	30	9.000
1-2	100	30	3.000
Espacio total recorrido			57.000

Espacio total recorrido con la Distribución Nueva 2: 57.000 metros con lo que el ahorro respecto a la distribución inicial es:

$$66.000 - 57.000 = 9.000$$
 metros

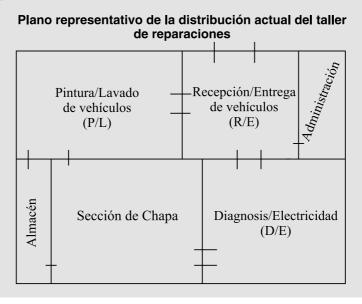
Distribución Nueva 3

	—- Recibidor	
Sala 1		Sala 3
1		
1		 Sala 2
Sala 4	Sala 5	

Relaciones entre salas	Movimientos entre salas	Distancia actual entre salas (m)	Distancia total (m)
4-5	700	10	7.000
2-5	500	10	5.000
1-4	400	10	4.000
2-3	400	10	4.000
1-3	300	20	6.000
1-5	300	20	6.000
2-4	300	20	6.000
3-4	300	30	9.000
3-5	300	20	6.000
1-2	100	30	3.000
Espacio total recorrido			56.000

Espacio total recorrido con la Nueva Distribución 3: 56.000 metros con lo que el ahorro respecto a la distribución inicial es de 10. 000 metros y ésta, junto a la Nueva Distribución 1 serían, por tanto, las formas de distribución de las salas en que se consigue mayor ahorro en el espacio total recorrido por los clientes durante la semana analizada.

3.6. Ha sido observado y analizado el proceso de trabajo seguido en un taller de reparación de vehículos pudiendo esquematizarse la información obtenida teniendo en cuenta las siguientes tablas:



Movimientos entre salas	P/L	R/E	ADM.	ALM.	СНАРА	D/E
P/L	X	100	50	800	50	10
R/E	50	X	200	100	100	200
ADM.	10	300	X	200	100	80
ALM.	900	60	200	X	400	120
СНАРА	40	100	10	200	X	60
D/E	90	200	200	200	100	X

Distancia entre salas (metros)	P/L	R/E	ADM.	ALM.	СНАРА	D/E
P/L	X	5	8	3	5	9
R/E		X	3	7	5	3
ADM.			X	9	6	5
ALM.				X	3	6
СНАРА					X	4
D/E						X

Se trata de analizar si la distribución actual de las salas de trabajo es la correcta o la que optimiza el espacio recorrido entre las mismas. En caso de que se observe que pueda existir una mejor distribución tratar de conseguirla de manera que se minimice el recorrido total efectuado por los trabajadores antes y después del cambio propuesto.

Solución

En primer lugar se calcula la tabla de movimientos totales entre salas sin tener en cuenta el sentido de estos movimientos. Esta tabla, también llamada triangular, se obtiene sumando aquellas casillas que son simétricas respecto a la diagonal principal y quedaría:

Movimientos entre salas	P/L	R/E	ADM.	ALM.	СНАРА	D/E
P/L	X	150	60	1.700	90	100
R/E	X	X	500	160	200	400
ADM.	X	X	X	400	110	280
ALM.	X	X	X	X	600	320
СНАРА	X	X	X	X	X	160
D/E	X	X	X	X	X	X

A continuación creamos una nueva tabla donde aparecen ordenados decrecientemente los movimientos entre las distintas salas de este centro de trabajo.

Relaciones entre salas	Movimientos entre salas
P/L-ALM	1.700
ALM-CHAPA	600
R/E-ADM	500
R/E-D/E	400
ADM-ALM	400
ALM-D/E	320
ADM-D/E	280
R/E-CHAPA	200
R/E-ALM	160
CHAPA-D/E	160
P/L-R/E	150
ADM-CHAPA	110
P/L-D/E	100
P/L-CHAPA	90
P/L-ADM	60

El espacio total recorrido en la situación actual se calcula multiplicando el número de movimientos entre salas por la distancia entre ellas de la siguiente forma:

Espacio total recorrido (en metros):

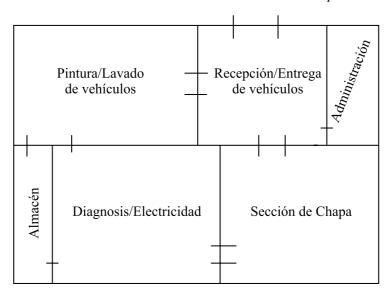
$$1.700(3) + 600(3) + 500(3) + 400(3) + 400(9) + 320(6) + 280(5) + 200(5) + 160(7) + 160(4) + 150(5) + 110(6) + 100(9) + 90(5) + 60(8) = 5.100 + 1.800 + 1.500 + 1.200 + 3.600 + 1.920 + 1.400 + 1.000 + 1.120 + 640 + 750 + 660 + 900 + 450 + 480 = 22.520$$
 metros

Para lograr una nueva distribución que mejore la anterior hay que tener en cuenta que nos limitamos a la distribución física actual, es decir, los tabiques y las puertas no van a cambiar de sitio. Por tanto, con la distribución que se tiene hay que intentar cambiar las salas que sean susceptibles de cambio y lograr un total de metros recorridos menor del que se parte.

Además habrá que tener en cuenta que la sala de Recepción/Entrega es invariable puesto que a ella se accede por la puerta principal del taller y ésta no es susceptible de cambio. Igualmente, las salas de Administración y Almacén, dado su menor tamaño, van a permanecer donde están. Únicamente podría plantearse el intercambio entre ellas pero ello no tiene mucho sentido ya que, dada la actividad que se lleva a cabo en este centro de trabajo, es más lógico que Administración permanezca contigua a Recepción/Entrega. Dejando fijas estas tres salas sólo nos queda por plantearnos el posible intercambio entre las tres restantes. Observando sus distancias y su número de movimientos, tenemos los siguientes datos:

- Pintura/Lavado-Diagnosis/Electricidad: 9 metros y 100 movimientos.
- Pintura/Lavado-Chapa: 5 metros y 90 movimientos.
- Chapa-Diagnosis/Electricidad: 4 metros y 160 movimientos.

Siguiendo el criterio de acercar aquellas salas que más movimientos tienen entre ellas, sólo cabría el cambio entre Chapa y Diagnosis/Electricidad que provocaría el acercamiento entre Pintura/Lavado-Diagnosis/Electricidad, que pasaría a tener 5 metros, y Pintura/Lavado-Chapa, que se distanciarían ahora 9 metros. La nueva distribución quedaría como sigue:



El cambio de salas entre Chapa y Diagnosis/Electricidad debe ser visto en su conjunto porque también afecta a las distancias que éstas guardan con las restantes salas del centro. Por tanto, el número de metros recorridos en la nueva situación se calcula como sigue:

Espacio total recorrido en la nueva situación (los números en <u>negrita</u> se refieren a cambios en las distancias respecto a la situación de partida):

$$1.700(3) + 600(\underline{6}) + 500(3) + 400(\underline{5}) + 400(9) + 320(\underline{3}) + 280(\underline{6}) + 200(\underline{3}) + 160(7) + 160(4) + 150(5) + 110(\underline{5}) + 100(\underline{5}) + 90(\underline{9}) + 60(8) = 5.100 + 3.600 + 1.500 + 2.000 + 3.600 + 960 + 1.680 + 600 + 1.120 + 640 + 750 + 550 + 500 + 810 + 480 = 23.890 \text{ metros}$$

Comparando esta distancia con la que se recorría en la situación de partida, que ascendía a 22.520 metros, llegamos a concluir que es contraproducente el cambio entre Chapa y Diagnosis/Electricidad, ya que calculado el espacio total recorrido con la nueva distribución nos

daría un mayor número de metros totales. Por tanto, concluimos que no es necesario realizar este cambio entre salas porque la distribución original es más adecuada y la distancia total recorrida con ella es menor.

EJERCICIOS PROPUESTOS

3.1. Para la prestación de 2 servicios básicos en un centro de atención al ciudadano dependiente del Ayuntamiento de la ciudad, se necesita la intervención de 5 puestos de trabajo. En la recogida de datos para el análisis laboral se han detectado los siguientes movimientos entre puestos:

Servicio 1	PT1	PT2	PT3	PT4	PT5
PT1	X	3	4	2	1
PT2	2	X	1	3	4
PT3	0	2	X	1	5
PT4	2	3	4	X	0
PT5	1	2	3	4	X

Servicio 2	PT1	PT2	PT3	PT4	PT5
PT1	X	2	1	3	4
PT2	3	X	2	1	4
PT3	4	2	X	1	3
PT4	0	2	3	X	0
PT5	2	1	3	2	X

Si de los datos contables se sabe que el servicio 1 detrae el 80% del presupuesto y el servicio 2 el 20%:

SE PIDE:

Obtener la mejor distribución de puestos, de manera que se mimimice el número de movimientos indirectos entre ellos, diferenciando el resultado según la configuración geométrica (cuadrada o hexagonal) que presenten los puestos de trabajo.

3.2. En un centro de prestación de servicios municipales intervienen 5 puestos de trabajo, PT1, PT2, PT3, PT4 y PT5, en la prestación de 4 servicios básicos: SB1, SB2, SB3, SB4, en una zona determinada del municipio. Se han estudiado y contabilizado los movimientos que se dan entre esos puestos de trabajo y se han obtenido las tablas de movimientos entre puestos que figuran a continuación. Suponiendo que los servicios básicos considerados detraen la misma cantidad del presupuesto asignado a esa zona concreta, ESTUDIE la mejor distribución de puestos según los principios estudiados en teoría.

SB1	PT1	PT2	PT3	PT4	PT5
PT1	X	12	10	9	8
PT2	12	X	8	11	0
PT3	6	0	X	6	9
PT4	10	9	6	X	9
PT5	10	9	0	7	X

SB2	PT1	PT2	PT3	PT4	PT5
PT1	X	0	1	5	5
PT2	1	X	2	12	7
PT3	5	8	X	3	5
PT4	11	4	6	X	4
PT5	0	2	3	4	X

SB3	PT1	PT2	PT3	PT4	PT5
PT1	X	0	8	2	2
PT2	8	X	5	8	3
PT3	6	0	X	2	4
PT4	0	9	4	X	3
PT5	0	5	7	4	X

SB4	PT1	PT2	PT3	PT4	PT5
PT1	X	9	7	7	6
PT2	10	X	8	0	5
PT3	8	6	X	6	8
PT4	5	4	6	X	0
PT5	7	2	3	6	X

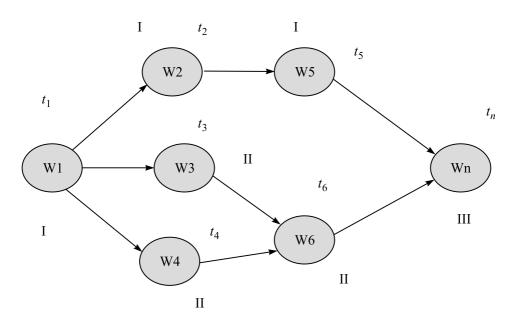
Equilibraje de procesos de trabajo conformados mediante líneas



Precisiones conceptuales

Se define la *línea de producción* como la sucesión de puestos de trabajo donde se realizan una serie de tareas según un orden de precedencia necesario para obtener finalizado el producto o para que se preste el servicio completo.

La forma de representar gráficamente las líneas de producción es, mediante un gráfico denominado *de precedencias*, como el que sigue:



Los círculos representan las tareas inherentes a los puestos de trabajo de la cadena $(W_i, i=1, 2, ..., n)$, en este caso Wn tareas realizadas en n puestos de trabajo; los valores fuera de éstos se refieren a los tiempos de ejecución de las tareas $(t_i, i=1, 2, 3, ..., n)$.

Los elementos que definen la línea de producción son los siguientes (Aguirre Sádaba, 1998):

Contenido de trabajo del producto o servicio: es la suma de los tiempos de las tareas que son precisas realizar para su obtención. Se representa por C y su fórmula viene dada por:

$$C = \sum_{i} t_{i}$$

Flujo o capacidad productiva: es la cantidad de producción por unidad de tiempo que la línea lanza al exterior. Se representa por F y la fórmula para su obtención viene dada por:

$$F = \frac{Q \text{ (u.c.)}}{T \text{ (u.t.)}}$$

Tiempo del ciclo: es el tiempo que tarda en salir una unidad de producto de la línea. Se obtiene teniendo en cuenta que es la inversa del valor del flujo productivo. Se designa por *T* y su fórmula viene dada por:

$$T = \frac{T \text{ (u.t.)}}{Q \text{ (u.c.)}}$$

Número de etapas de la línea: es el número de fases que integran la línea de producción. Se designa por *e* y su fórmula viene dada por:

$$e = \frac{C}{T} = \frac{\sum_{i} t_{i}}{T}$$

Desequilibrio de la cadena: es el tiempo que se pierde en el procesamiento de las tareas que componen la línea, como consecuencia de la falta de armonía en su funcionamiento. Se designa por d y se calcula de dos formas, en términos absolutos, cuyo resultado se obtiene en unidades de tiempo (u.t.) de la siguiente manera:

$$d(u.t.) = eT - C = eT - \sum_{i} t_{i}$$

Y en términos relativos, obteniendo como resultado un porcentaje de desequilibrio según:

$$d(\%) = \frac{eT - C}{eT} \times 100 = \frac{eT - \sum_{i} t_{i}}{eT} \times 100$$

Los tipos de restricciones que se pueden presentar en las líneas de producción son:

• Restricciones de precedencia: vienen determinadas por las flechas del gráfico de precedencias y son las que condicionan la ejecución de una tarea a que previamente se haya ejecutado otra u otras tareas.

- Restricciones zonales: son aquellas que obligan a la ejecución de una o varias tareas
 en unos puestos de trabajo determinados debido a la necesidad de utilizar en esos
 puestos un tipo concreto de máquina, herramienta o equipo. Están representadas por
 números romanos en el gráfico de precedencias.
- Restricciones posicionales: se refieren a limitaciones de espacio en las líneas.

Se pueden presentar dos casos en el equilibraje de las líneas de producción y de servicios:

1.º) Equilibraje de una línea con restricciones de precedencia y zonales. La forma de operar es asignando a cada fase de la cadena un número de tareas o puestos de trabajo igual al que se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$P_j = \frac{\text{m.c.m.}(F_j)}{F_j}; \quad j = 1, 2, ..., e$$

En este caso el *Flujo Mínimo de Pleno Empleo* es la capacidad productiva mínima de la línea en equilibrio que coincide con el mínimo común múltiplo (m.c.m.) de los flujos de las distintas etapas de la línea.

2.º) Equilibraje de línea con restricciones de precedencia únicamente. Dentro de los métodos heurísticos, en la práctica, veremos 4 de los que comúnmente se utilizan para conseguir una solución satisfactoria al problema. Se trata del método del orden lexicográfico, el de la máxima tarea sucesiva, el de la ponderación posicional y el de las dominancias y equivalencias.

Para asignar tareas a etapas siempre hay que tener en cuenta dos normas generales básicas para todos los métodos: respetar el orden de precedencia de las tareas en el gráfico y asignar tareas a etapas, siempre y cuando su suma de tiempos no supere el tiempo del ciclo. Precisamente, así se genera la *holgura* o diferencia entre el tiempo del ciclo y la suma de tiempos de tareas asignadas a esa etapa. Hay que tener en cuenta que la suma de las holguras de todas las etapas debe igualar el valor del desequilibrio de la cadena. Después, adicionalmente, cada método establece su propia norma de asignación.

EJERCICIOS

4.1. Se necesita equilibrar una línea de producción con restricciones de precedencia y zonales que tiene cuatro fases cuyas respectivas capacidades productivas son 8, 3, 12 y 7 unidades/hora.

SE PIDE:

Determinar en base a los datos aportados en el enunciado si la línea se encuentra o no en equilibrio. En caso negativo indicar dónde se encuentra el cuello de botella y cuál es el flujo productivo actual de la línea. Igualmente, efectuar el equilibraje de la línea calculando el Flujo Mínimo de Pleno Empleo y obtener otros flujos productivos que también mantengan la línea equilibrada.

Solución

Al observar las capacidades productivas de las distintas fases que conforman esta línea de producción, nos damos cuenta de que no se encuentra equilibrada puesto que cada fase presenta distintos niveles de flujo productivo. El cuello de botella se encuentra situado en la fase de menor capacidad productiva, es decir, en este caso, en la segunda etapa, siendo su flujo (3 unidades/hora) el que determina la capacidad productiva de toda la línea. Para equilibrar la línea se aplica la fórmula correspondiente al equilibrado con restricciones zonales y de precedencia:

$$P_j = \frac{\text{m.c.m.}(F_j)}{F_j}; \quad j = 1, 2, ..., e$$

Para ello, en primer lugar calculamos el mínimo común múltiplo de las distintas capacidades productivas:

m.c.m.
$$(8, 3, 12, 7) = 168$$

A continuación aplicamos la fórmula anterior teniendo en cuenta que tenemos 4 etapas:

$$P_1=rac{168}{8}=21$$
 puestos de trabajo en la primera etapa $P_2=rac{168}{3}=56$ puestos de trabajo en la segunda etapa $P_3=rac{168}{12}=14$ puestos de trabajo en la tercera etapa $P_4=rac{168}{7}=24$ puestos de trabajo en la cuarta etapa

El Flujo Mínimo de Pleno Empleo (F.M.P.E.) es la capacidad productiva mínima de la línea en equilibrio y coincide con el m.c.m. calculado. Por tanto, equivale a 168 unid/hora.

También podemos conseguir flujos de pleno empleo que siguen manteniendo la línea equilibrada pero no al mínimo de capacidad. Ello se logra duplicando, triplicando... la combinación de puestos de trabajo que inicialmente equilibra la línea. Es decir, si duplicamos la combinación inicial de puestos (P_1 , P_2 , P_3 , P_4) obtenemos: (42, 112, 28, 48) puestos de trabajo y la capacidad productiva de la línea en equilibrio o Flujo de Pleno Empleo (no mínimo) sería $2 \times F.M.P.E. = 336$ unidades/hora.

Otro flujo de pleno empleo sería el que se obtiene triplicando la combinación inicial de puestos que equilibran la línea: (63, 168, 42, 72) y el Flujo de Pleno Empleo que le corresponde a esta combinación: $3 \times 168 = 504$ unidades/hora.

4.2. En una cadena de prestación de servicios de comida rápida se han observado restricciones zonales y de precedencia. Además, consta de 5 fases de capacidades productivas 300, 200, 1.500, 800 y 2.700 unidades diarias cada fase.

SE PIDE:

A la vista de los datos aportados ¿Está equilibrada la línea? ¿Existe algún cuello de botella en la misma? ¿Dónde está localizado? Actualmente, ¿qué capacidad productiva tiene la línea? Equilibre la línea en caso de desequilibrio. Obtenga el flujo mínimo de pleno empleo, definiéndolo teóricamente, así como otros flujos de producción no mínimos que también mantengan la línea en equilibrio.

Solución

Esta línea no está equilibrada porque tiene distintas capacidades productivas en cada fase que la conforma. El cuello de botella está localizado en la segunda etapa que tiene una capacidad productiva de 200 unidades/día. Actualmente, la capacidad productiva de la línea en su conjunto es de 200 unid/día, pero si estuviera equilibrada la capacidad sería mayor e igual al Flujo Mínimo de Pleno Empleo.

Para equilibrar la línea aplicamos la fórmula:

$$P_j = \frac{\text{m.c.m.}(F_j)}{F_j}; \quad j = 1, 2, ..., e$$

En primer lugar calculamos el mínimo común múltiplo de las capacidades de las distintas etapas: m.c.m. (300, 200, 1.500, 800, 2.700) = 108.000; F.M.P.E. = 108.000 unid/día.

$$P_1 = \frac{108.000}{300} = 360$$
 puestos de trabajo
 $P_2 = \frac{108.000}{200} = 540$ puestos de trabajo
 $P_3 = \frac{108.000}{1.500} = 72$ puestos de trabajo
 $P_4 = \frac{108.000}{800} = 135$ puestos de trabajo
 $P_5 = \frac{108.000}{2.700} = 40$ puestos de trabajo

Con esta combinación de puestos de trabajo se consigue equilibrar la línea obteniendo 108.000 unidades diarias que es el Flujo Mínimo de Pleno Empleo.

Otros flujos no mínimos pero que también mantienen la línea equilibrada son 216.000 unidades/día que se obtendría con la combinación de puestos siguiente (720, 1.080, 144, 270, 80) y 324.000 unidades/día que se obtendría con la combinación (1.080, 1.620, 216, 405, 120) puestos de trabajo en la línea.

4.3. Una cadena de producción está conformada por 7 fases de capacidades productivas 2, 3, 4, 5, 6, 8 y 12 unid/hora cada una.

SE PIDE:

¿Está equilibrada esta línea?, ¿dónde se encuentra situado el cuello de botella?. ¿Cuántos puestos de trabajo hay que poner en cada fase para equilibrarla?, ¿cuál es el flujo mínimo de pleno empleo? Obtener otros flujos de producción que mantengan la línea equilibrada.

Solución

Esta línea no está equilibrada porque tiene distintas capacidades productivas en cada fase que la conforma. El cuello de botella está localizado en la primera etapa que tiene una capacidad productiva de 2 unidades/hora. Actualmente la capacidad productiva de la línea en su conjunto es de 2 unid/hora pero si estuviera equilibrada la capacidad sería mayor e igual al Flujo Mínimo de Pleno Empleo.

Para equilibrar la línea aplicamos la fórmula:

$$P_j = \frac{\text{m.c.m.}(F_j)}{F_j}; \quad j = 1, 2, ..., e$$

En primer lugar calculamos el mínimo común múltiplo de las capacidades de las distintas etapas: m.c.m. (2, 3, 4, 5, 6, 8, 12) = 120 unidades/hora que coincide con el Flujo Mínimo de Pleno Empleo o capacidad productiva mínima de la línea en equilibrio.

$$P_1 = \frac{120}{2} = 60$$
 puestos de trabajo
 $P_2 = \frac{120}{3} = 40$ puestos de trabajo
 $P_3 = \frac{120}{4} = 30$ puestos de trabajo
 $P_4 = \frac{120}{5} = 24$ puestos de trabajo
 $P_5 = \frac{120}{6} = 20$ puestos de trabajo
 $P_6 = \frac{120}{8} = 15$ puestos de trabajo
 $P_7 = \frac{120}{12} = 10$ puestos de trabajo

120 unidades/hora es el Flujo Mínimo de Pleno Empleo; 240 unidades/hora, 360 unidades/hora serían flujos no mínimos que también mantendrían la línea equilibrada, aunque con el doble y triple de puestos de trabajo. Es decir, para obtener 240 unidades/hora necesita-

ríamos la siguiente combinación de puestos: (120, 80, 60, 48, 40, 30, 20), y para que la cadena obtenga 360 unidades/hora se necesitarían (180, 120, 90, 72, 60, 45, 30) puestos de trabajo.

4.4. El proceso de trabajo que se realiza en una cooperativa textil se ha organizado mediante una cadena de producción compuesta por 4 fases que se han equilibrado en 70 prendas diarias. Las capacidades de las fases antes de ser equilibradas eran (5, 7, 10, 35) unidades/día.

SE PIDE:

Calcule el número de puestos de trabajo que actualmente hay en cada fase. Si se quiere incrementar la producción ¿qué nivel alcanzará ésta?, ¿qué número de puestos de trabajo me permitirán ese incremento de producción?

Solución

De los datos que tenemos en el enunciado sabemos que el Flujo Mínimo de Pleno Empleo es 70 unidades diarias, que coincide con el mínimo común múltiplo de las distintas capacidades de la línea antes de ser equilibrada. El número de puestos de trabajo en cada fase se calcula mediante las fórmulas:

$$P_1 = \frac{70}{5} = 14$$
 puestos de trabajo
 $P_2 = \frac{70}{7} = 10$ puestos de trabajo
 $P_3 = \frac{70}{10} = 7$ puestos de trabajo
 $P_4 = \frac{70}{35} = 2$ puestos de trabajo

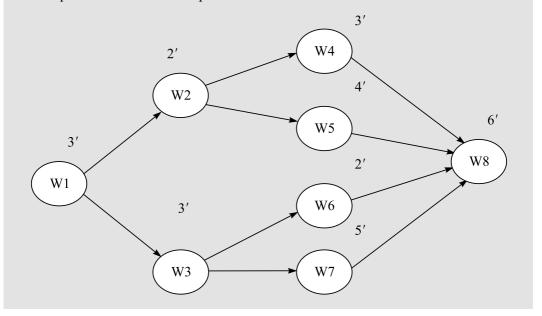
La forma de incrementar la producción en una línea equilibrada es duplicando, triplicando... el Flujo Mínimo de Pleno Empleo, en este caso 70 unidades diarias. Es decir, podríamos obtener $140 (70 \times 2)$ prendas diarias duplicando también la combinación de puestos de trabajo que inicialmente equilibra la línea. Con (28, 20, 14, 4) puestos de trabajo se obtendrían 140 prendas en un día. Si queremos obtener $210 (70 \times 3)$ prendas en un día, el número de puestos de trabajo que hay que poner en cada fase sería: (42, 30, 21, 6).

4.5. Dada la siguiente figura representativa de las tareas sucesivas que integran una línea de servicios en una oficina de la Administración Pública,

SE PIDE:

Calcular los elementos de la misma aplicando las fórmulas del método analítico de resolución de líneas, así como aplicar los distintos métodos de equilibraje para conocer

la asignación concreta de tareas a etapas según los diferentes criterios, suponiendo que sólo existen restricciones de precedencia en el proceso de trabajo. El flujo productivo en esta línea de servicios es de 16.000 servicios prestados en un año, sabiendo igualmente que el número de horas productivas anuales asciende a 2.100.



Solución

Aplicando las distintas fórmulas según el método analítico, obtenemos los siguientes valores para los diferentes elementos de la línea:

El contenido de trabajo del servicio público, en este caso, es:

$$C = \sum_{i} t_i = 3 + 2 + 3 + 3 + 4 + 2 + 5 + 6 = 28$$
 minutos

El flujo de servicios de la línea es 16.000 servicios al año que dividido entre 2.100 horas productivas anuales queda 7,619 servicios prestados a la hora. Aplicando la fórmula, queda igualmente:

$$F = \frac{Q(\text{u.c.})}{T(\text{u.t.})} = \frac{16.000 \text{ servicios/año}}{2.100 \text{ horas/año}} = 7,619 \text{ servicios/hora}$$

El tiempo del ciclo se obtiene como la inversa del flujo productivo, es decir,

$$T = \frac{T(\text{u.t.})}{Q(\text{u.c.})} = \frac{1}{7,619} \text{ horas/servicio} = 0,1312 \text{ horas/servicio}$$

0,1312 horas/servicios × 60 min/hora = 7,87 min/servicio ≅ 8 min/servicio

Debido a que los tiempos del gráfico se dan como números enteros, el tiempo del ciclo se aproxima por exceso o por defecto al valor de entero correspondiente.

El número de etapas, e, se obtiene según la fórmula:

$$e = \frac{C}{T} = \frac{\sum_{i} t_i}{T} = \frac{28 \text{ min}}{8 \text{ min/servicio}} = 3.5 \text{ servicios}$$

Este valor se aproxima siempre por exceso al número entero inmediatamente superior, porque el número de etapas no puede tomar valor decimal y si se aproximara al entero inmediatamente inferior con ese número de etapas no se obtendría el flujo productivo de la línea. Por tanto, el número de etapas de este proceso de trabajo es 4.

El desequilibrio asociado a la línea, d, se calcula de la siguiente forma:

$$d(u.t.) = eT - C = eT - \sum_{i} t_i = 4 \times 8 - 28 = 4 \text{ min de desequilibrio}$$

A continuación vemos la asignación concreta de tareas a etapas según los distintos métodos de equilibraje, así como el cálculo de las holguras correspondientes.

Método del orden lexicográfico

En este método se van asignando tareas a etapas según el orden con que han sido designadas las tareas en el gráfico de precedencias, teniendo en cuenta además las normas básicas de asignación.

1.ª etapa	2.ª etapa	3.ª etapa	4.ª etapa
$W1W2W3$ $H_1 = 0$	$W4W5$ $H_2 = 1$	$W6W7$ $H_3 = 1$	$W8 \\ H_4 = 2$

El número de etapas resultante, según este método, es de 4, por tanto, el desequilibrio asociado a la línea es $d = 4 \times 8 - 28 = 4$ minutos que, además, coincide con la suma de las holguras de las etapas,

$$\sum_{i} H_{i} = 1 + 1 + 2 = 4 \text{ minutos}$$

Método de la máxima tarea sucesiva

Este método establece la asignación de acuerdo a la tarea que mayor tiempo tenga, en primer lugar, sucediendo a ésta la que le siga por orden decreciente de tiempos, respetando además las normas básicas.

1.ª etapa	2.ª etapa	3.ª etapa	4.ª etapa
$W1W3$ $H_1 = 2$	$W7W2$ $H_2 = 1$	$W5W4$ $H_3 = 1$	$W6W8$ $H_4 = 0$

De nuevo, la asignación de tareas a etapas según este método se hace con 4 etapas, lo que sigue generando el mismo desequilibrio que anteriormente, es decir, 4 minutos, coincidente con la suma de las holguras de estas etapas,

$$\sum_{i} H_{i} = 2 + 1 + 1 = 4 \text{ minutos}$$

Método de la ponderación posicional

Este método se basa en el concepto de ponderación posicional (PP) de cada tarea en el gráfico. La ponderación posicional representa el peso relativo de cada tarea respecto al total de tareas del proceso. Se calcula como la suma de su tiempo más los tiempos de las tareas que le siguen hasta llegar a la última tarea del gráfico.

En primer lugar calculamos las ponderaciones posicionales de cada tarea en el gráfico:

$$PPW1 = 28'; PPW2 = 15'; PPW3 = 16'; PPW4 = 9'; PPW5 = 10'; PPW6 = 8'; PPW7 = 11'; PPW8 = 6'$$

Y ordenando decrecientemente las tareas en función de su ponderación posicional quedaría:

La asignación concreta de tareas a etapas aparece seguidamente:

1.ª etapa	2.ª etapa	3.ª etapa	4.ª etapa
$W1W3W2$ $H_1 = 0$	$W7$ $H_2 = 3$	$W5W4$ $H_3 = 1$	$W6W8$ $H_4 = 0$

Al realizarse la asignación de tareas a etapas en 4, el nivel de desequilibrio sigue siendo 4 minutos que coincide, como podemos comprobar, con la suma de las holguras de las etapas,

$$\sum_{i} H_i = 3 + 1 = \text{minutos}$$

Método de las dominancias y equivalencias

Este método se basa en la consideración de todas las posibles opciones para cada etapa, teniendo únicamente en cuenta las dos normas básicas generales de asignación de tareas a etapas. Una vez que se tienen todas las posibles opciones se categorizan éstas como dominantes, dominadas o equivalentes. Una opción es dominante, cuando el número de tareas que incluye es mayor que el de otra opción. Una opción es dominada, cuando su número es menor; y una opción es equivalente, cuando su número es igual.

Las opciones posibles que surgen en cada fase de la línea aparecen a continuación en la siguiente tabla y la que se toma como dominante está destacada en negrita:

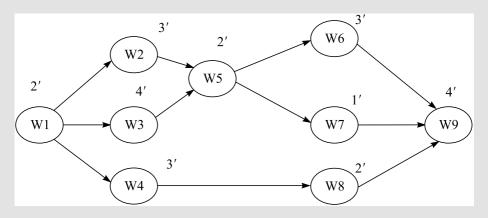
1.ª etapa	2.ª etapa	3.ª etapa	4.ª etapa
W1W2W3	W2W4	W4W5	W8
W1W2W4	W2W5	$H_3 = 1$	$H_4 = 2$
W1W3W6	W2W7		
$H_1 = 0$	$H_2 = 1$		

El valor del desequilibrio de la línea es de 4 minutos y la suma de las holguras es, igualmente, 4 minutos.

4.6. Las tareas que se dan en una línea de producción han quedado representadas en la siguiente figura, donde aparecen sus tiempos de realización en minutos. Esta cadena tiene como objetivo final obtener, mediante ensamblaje de sus distintos componentes, aparatos eléctricos de uso doméstico, estando la media de producción en 5 aparatos cada hora. Con estos datos

SE PIDE:

Si consideramos 2.100 horas productivas al año, ¿cuál es la producción anual de este centro? ¿En cuántas etapas se distribuye el conjunto de tareas de la cadena? Cuantifique el desequilibrio de la línea productiva. ¿Cuál es la asignación de tareas a etapas que se efectuaría por los métodos conocidos si sabemos que en este proceso sólo existen restricciones de precedencia? ¿Qué diferencia encuentra entre las distintas asignaciones efectuadas?



Solución

Aplicando el método analítico de resolución de la línea obtenemos los siguientes elementos definitorios de este proceso de trabajo:

$$F = \frac{Q \text{ (u.c.)}}{T \text{ (u.t.)}} = 5 \text{ aparatos/hora}; \quad 5 \text{ aparatos/hora} \times 2.100 \text{ h/año} = 10.500 \text{ aparatos/año}$$

Ésta es la producción anual del centro.

El contenido de trabajo del proceso,

$$C = \sum_{i} t_i = 24 \text{ minutos}$$

El tiempo del ciclo,

$$T = \frac{T(\text{u.t.})}{O(\text{u.c.})} = \frac{1}{F} = \frac{1}{5} = 0.2 \text{ h/aparato}$$

 $0.2 \text{ h/aparato} \times 60 \text{ min/h} = 12 \text{ min/aparato}$

El número de etapas de la línea,

$$e = \frac{C}{T} = \frac{\sum_{i} t_{i}}{T} = \frac{24}{12} = 2 \text{ etapas}$$

El desequilibrio,

$$d$$
 (u.t.) = $eT - C = eT - \sum_{i} t_{i} = 2 \times 12 - 24 = 0$ minutos

Por tanto, la línea está equilibrada.

1.a etapa

1.a etapa

W1W2W3W5W7

 $\frac{\text{W1W2W3W4}}{H_1 = 0}$

A pesar de estar equilibrada la asignación de tareas a etapas que cada criterio efectuaría es distinta y quedaría como sigue:

2.a etapa

Método del orden lexicográfico

	1	
W1W2W3W4	W5W6W7W8W9	
$H_1 = 0$	$H_2 = 0$	
Método de máxir	na tarea sucesiva	
1.ª etapa	2ª etapa	
W1W3W2W4	W5W6W8W7W9	
$H_1 = 0$	$H_2 = 0$	
Método do	e la ponderación posi	cional
1.ª etapa	2.ª etapa	3.ª etapa
W1W3W2W5	W4W6W8W7	W9
$H_1 = 1$	$H_2 = 3$	$H_3 = 8$
Método de dominar		

2.a etapa

W4W6W8W9

 $H_2 = 0$

Método de la ponderación posicional

Las ponderaciones posicionales asociadas a cada tarea son:

La ordenación decreciente de las tareas en base a su ponderación posicional queda:

$$W1(2'); W3(4'); W2(3'); W5(2'); W4(3'); W6(3'); W8(2'); W7(1'); W9(4')$$

Este método efectúa la asignación de las tareas de la cadena en 3 etapas, lo que generaría, en el supuesto caso de que así se hiciera, un desequilibrio de valor:

$$d$$
 (u.t.) = $eT - C = eT - \sum_{i} t_i = 3 \times 12 - 24 = 12$ minutos

que debe coincidir con la suma de las holguras de estas etapas:

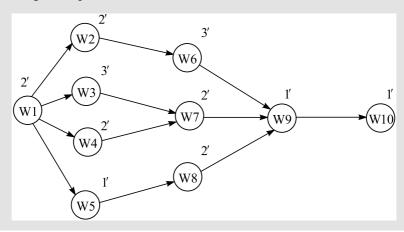
Holgura etapa
$$1 = 1'$$
; Holgura etapa $2 = 3'$; Holgura etapa $3 = 8'$
$$\sum_{i} H_{i} = 12' = \text{desequilibrio de la cadena}$$

Aplicando los demás criterios, la asignación se realiza en dos etapas lo que origina en todas ellas un desequilibrio nulo y las sumas de las holguras, consiguientemente, también son nulas.

Si observamos la asignación concreta de tareas a etapas que cada método efectúa, podemos darnos cuenta de la diferencia resultante. Por ejemplo, según el Orden Lexicográfico las tareas asignadas a la primera etapa son W1, W2, W3, W4 y según la Máxima Tarea Sucesiva se asignan las mismas tareas pero en diferente orden: W1, W3, W2, W4. En el método de las Dominancias y Equivalencias las tareas asignadas son otras: W1, W2, W3, W5, W7. Concluyendo, podemos decir que dependiendo del criterio que aplica cada método las tareas que se asignan a cada etapa pueden ser diferentes.

4.7. SE PIDE:

Equilibrar la siguiente línea de prestación de servicios con las restricciones de precedencia que el gráfico presenta.



Sabiendo que la capacidad de la cadena es de 18.000 unidades anuales, calcule el nivel de desequilibrio de la misma y en caso de resultar positivo, intente equilibrarla por los métodos estudiados. Suponer 2.100 horas productivas anuales.

Solución

El flujo productivo F = 18.000 unidades/año se divide entre 2.100 h/año y nos da como resultado 8,57 unidades/h.

El tiempo del ciclo, obtenido como la inversa del valor del flujo productivo es:

$$T = \frac{1}{F} = \frac{1}{8,57} \text{ h/unidad} = 0,117 \text{ h/unidad}$$

Valor que multiplicado por 60 min/h, da:

$$0,117 \times 60 \text{ min/h} \cong 7 \text{ min/unidad}$$

El contenido de trabajo del proceso:

$$C = \sum_{i} t_i = 19 \min$$

El número de etapas de este proceso de trabajo se calcula según su fórmula:

$$e = \frac{C}{T} = \frac{\sum_{i} t_i}{T} = \frac{19}{7} = 2.7 \cong 3$$
 etapas

El valor del desequilibrio resultante es:

$$d$$
 (u.t.) = $eT - C = eT - \sum_{i} t_{i} = 3 \times 7 - 19 = 2 \min$

En términos relativos el desequilibrio quedaría:

$$d(\%) = \frac{eT - C}{eT} \times 100 = \frac{eT - \sum_{i} t_{i}}{eT} \times 100 = \frac{21 - 19}{21} \times 100 = 9,5\%$$

Pasamos a aplicar los distintos métodos de equilibraje para este proceso:

Métod	Método del orden lexicográfico				
1.a etapa	2.ª etapa	3.ª etapa			
W1W2W3	W4W5W6	W7W8W9W10			
$H_1 = 0$	$H_2 = 1$	$H_3 = 1$			
Método	de máxima tarea	sucesiva			
1.a etapa	2.ª etapa	3.ª etapa			
W1W3W2	W6W4W7	W5W8W9W10			
$H_1 = 0$	$H_2 = 0$	$H_3 = 2$			
Método (Método de la ponderación posicional				
1.a etapa	2.ª etapa	3.ª etapa			
W1W3W2	W4W6W5	W7W8W9W10			
$H_1 = 0$	$H_2 = 1$	$H_3 = 1$			
Método de	e dominancias y eq	uivalencias			
1.a etapa	2.ª etapa	3.ª etapa			
W1W2W3	W2W6	W6W9W10			
W1W3W4 W1W4W5W8	W2W3W7				
11 1 1 T 1 1 J 1 V O		1			
W1W2W6					

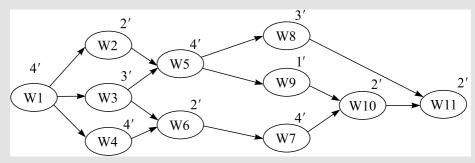
En el método de la ponderación posicional el cálculo de las ponderaciones posicionales de cada tarea queda:

Y la ordenación decreciente de las tareas en base a sus ponderaciones posicionales es:

Como podemos observar, las asignaciones que cada método realiza son diferentes en cuanto a las tareas asignadas a cada etapa, sin embargo, todos los métodos lo hacen en 3 etapas. También se puede apreciar que en cada método se cumple que el valor del desequilibrio de la cadena coincide con la suma de las holguras de cada etapa. Por ejemplo, en el método de las dominancias y equivalencias $\sum H_i = 0 + 0 + 2 = 2$ minutos, mismo valor que toma

el desequilibrio de este proceso de trabajo. Igualmente podemos comprobarlo en los restantes métodos de equilibraje.

4.8. La siguiente figura representa el gráfico de precedencias del conjunto de tareas necesarias para realizar un producto de la gama de ferretería en una cadena de producción.



El flujo productivo es de 28.000 unidades al año considerando 2.100 horas productivas anuales en la empresa.

SE PIDE:

Determinar si en las condiciones actuales la línea está equilibrada. En caso de que exista desequilibrio cuál es su cuantía medida de dos formas distintas.

Aplicando los métodos conocidos de equilibraje de líneas efectúe la asignación de tareas a etapas y compare los resultados obtenidos por los diferentes métodos ¿se ha logrado algún avance respecto al equilibrio/desequilibrio de la cadena?

Solución

Basándonos en los datos que aporta la línea y resolviendo por el método analítico, el cálculo de los elementos de la cadena queda como sigue:

F = 28.000 un/año que dividido entre 2.100 h/año nos da un resultado de 13,3 un/hora

Por otro lado, el contenido de trabajo del producto, C = 31 minutos.

El tiempo del ciclo T = 1/F = 1/13,3 h/un. = 0,0751879 h/un. que al multiplicar \times 60 min/h queda un valor de 4,51 min/un el cual lo aproximamos a 5 min/un.

El número de etapas:

$$e = \frac{C}{T} = \frac{\sum_{i} t_{i}}{T} = \frac{31}{5} = 6.2 \approx 7 \text{ etapas}$$

El valor del desequilibrio de la cadena:

$$d$$
 (u.t.) = $eT - C = eT - \sum_{i} t_i = 7 \times 5 - 31 = 4$ minutos

Por tanto, la línea no está equilibrada. En términos relativos el desequilibrio alcanza el siguiente valor:

$$d(\%) = \frac{eT - C}{eT} \times 100 = \frac{eT - \sum_{i} t_{i}}{eT} \times 100 = \left(\frac{4}{35}\right) \times 100 = 11,4\%$$

La asignación de tareas a etapas que cada método efectúa es distinta y, aplicando los distintos criterios, quedaría como sigue:

Método del orden lexicográfico

1.a etapa	2.ª etapa	3.ª etapa	4.a etapa	5.ª etapa	6.ª etapa	7.ª etapa	8.a etapa
W1	W2W3	W4	W5	W6	W7	W8W9	W10W11
$H_1 = 1$	$H_2 = 0$	$H_3 = 1$	$H_4 = 1$	$H_5 = 3$	$H_6 = 1$	$H_7 = 1$	$H_8 = 1$

Al incrementar el número de etapas el desequilibrio también aumenta $d = 8 \times 5 - 31 = 9$ minutos, frente a los 4 minutos que presentaba según el método analítico.

Respecto al cálculo de las holguras queda lo siguiente:

$$\sum_{i} H_i = 1 + 0 + 1 + 1 + 3 + 1 + 1 + 1 = 9 \text{ minutos}$$

que debe coincidir y coincide con el valor del desequilibrio que es igual a 9 minutos de tiempo.

Método de la máxima tarea sucesiva

1.ª etapa	2.ª etapa	3.ª etapa	4.a etapa	5.ª etapa	6.ª etapa	7.ª etapa
W1	W4	W3W2	W5	W8W6	W7W9	W10W11
$H_1 = 1$	$H_2 = 1$	$H_3 = 0$	$H_4 = 1$	$H_5 = 0$	$H_6 = 0$	$H_7 = 1$

De nuevo, el número de etapas con el que se equilibraría la cadena es de 7 al igual que ocurría con el método analítico, por lo que el desequilibrio con 7 etapas es igual a:

$$d = 7 \times 5 - 31 = 4$$
 minutos

que coincide a su vez, como se puede comprobar, con la suma de las holguras de todas las etapas resultantes. Por tanto,

$$\sum_{i} H_{i} = 1 + 1 + 0 + 1 + 0 + 0 + 1 = d = 4 \text{ minutos}$$

Método de la ponderación posicional

Las ponderaciones posicionales del gráfico de precedencias se calculan según:

La ordenación decreciente, en función de las ponderaciones calculadas, queda así:

W1(4'); W3(3'); W4(4'), W2(2'); W5(4'); W6(2'); W7(4'); W8(3'), W9(1'); W10(2'); W11(2'); Aplicando este método, teniendo en cuenta la anterior ordenación, la asignación de tareas a etapas es:

1.a etapa	2.ª etapa	3.ª etapa	4.a etapa	5.ª etapa	6.ª etapa	7.ª etapa	8.ª etapa	9.ª etapa
W1	W3	W4	W2	W5	W6	W7	W8W9	W10W11
$H_1 = 1$	$H_2 = 2$	$H_3 = 1$	$H_4 = 3$	$H_5 = 1$	$H_6 = 3$	$H_7 = 1$	$H_8 = 1$	$H_9 = 1$

La suma de las holguras de las etapas anteriores es:

$$\sum_{i} H_i = 14'$$

Y el desequilibrio de la cadena en las condiciones actuales:

$$d = 9 \times 5 - 31 = 14 \text{ minutos}$$

coincidente, por tanto, con la suma de las holguras.

Método de las dominancias y equivalencias

Obteniendo las posibles opciones que se plantean en cada fase del gráfico y aplicando el criterio de la opción dominante (la que más número de tareas integra) o, en caso de igualdad en el número de tareas, el criterio mejorado (la opción que mayor suma de tiempos ofrece) nos quedaría así:

1.a etapa	2.ª etapa	3.ª etapa	4.a etapa	5.ª etapa	6.ª etapa	7.ª etapa
$W1 \\ H_1 = 1$	$W4$ $W2W3$ $H_2 = 0$	$W4$ $W5W9$ $H_3 = 0$	$W4$ $W8$ $H_4 = 1$	$W8W6$ $H_5 = 0$	$W7 \\ H_6 = 1$	$W10W11$ $H_7 = 1$

Resultan 7 etapas en este método, por tanto el desequilibrio asociado sería:

$$d$$
 (u.t.) = $eT - C = eT - \sum_{i} t_{i} = 7 \times 5 - 31 = 4$ minutos

que coincide con la suma de las holguras de las 7 etapas, es decir,

$$\sum_{i} H_i = 1 + 0 + 0 + 1 + 0 + 1 + 1 = 4 \text{ minutos}$$

Comparando los resultados obtenidos por los distintos métodos llegamos a la conclusión de que a mayor número de etapas el valor del desequilibrio incrementa, resultado congruente con la fórmula del desequilibrio:

$$d \text{ (u.t.)} = eT - C = eT - \sum_{i} t_{i}$$

que nos dice que éste es directamente proporcional al número de etapas del proceso. Esa relación se observa en este resumen del equilibraje:

Método del orden lexicográfico: 8 etapas, d = 9 min.

Metodo de la máxima tarea sucesiva: 7 etapas, d = 4 min.

Método de la ponderación posicional: 9 etapas, d = 14 min.

Método de las dominancias y equivalencias: 7 etapas, d = 4 min.

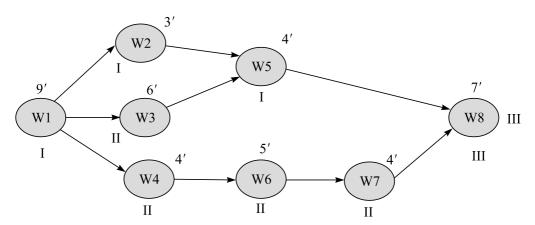
Al realizar esta comparación entre métodos no pretendemos decantarnos por uno concreto de ellos, ya que los criterios de asignación de tareas a etapas son diferentes; ahora bien, lo que sí podemos asegurar es que si nuestro objetivo es disminuir el valor del desequilibrio de la cadena, tanto el método de la máxima tarea sucesiva como el de las dominancias y equivalencias, son los que mejores resultados ofrecen en este sentido.

EJERCICIO PROPUESTO

4.1. El siguiente gráfico representa las tareas de una cadena de servicios de restauración que obtiene 4.200 servicios al año (2.100 horas productivas anuales).

SE PIDE:

¿Está equilibrada esta línea? En caso negativo. ¿Cuál es el desequilibrio que presenta? Señale en el gráfico de precedencias los tipos de restricciones que aparecen e intente equilibrarla por los métodos conocidos en caso de que sólo presentara restricciones de precedencia.



Diseño y asignación de puestos a trabajadores



Precisiones conceptuales

El diseño de puestos de trabajo es una función administrativa que se engloba dentro de la planificación empresarial y que tiene por objeto delimitar el contenido del puesto de trabajo tanto en su aspecto funcional como en su sentido físico. El diseño de puestos debe ir enmarcado dentro del modelo P-P-O (Persona, Puesto, Organización) y de la búsqueda de su congruencia, es decir, las tres relaciones que determina el modelo deben darse con la mayor consonancia posible: el puesto con la organización, la persona con el puesto y la persona con la organización. Por tanto, hay que buscar la mayor adecuación posible para las tres interdependencias porque ello garantizará el éxito en los resultados organizacionales y personales (Rodríguez Fernández, 2006).

Un importante concepto dentro del diseño de puestos es el Potencial Motivador del Puesto (PMP). Los profesores Leal, Alfaro de Prado, Rodríguez y Román (1999) establecen la siguiente fórmula de cálculo:

$$PMP = \frac{V + I + S}{3} \times A \times R$$

donde,

V = Variedad del puesto de trabajo.

I = Identidad del puesto de trabajo.

S =Significado del puesto de trabajo.

A = Autonomía del puesto de trabajo.

R = Retroinformación del puesto de trabajo.

Para asignar personas a puestos de trabajo se pueden emplear dos métodos: el *método di*recto y el *método húngaro*. Tanto uno como otro se aplican a tablas con valores de distancias de Hamming o de coeficientes de adecuación.

La aplicación del método directo requiere la búsqueda del mejor candidato para el puesto de trabajo en función de su valor, es decir, si la tabla inicial es de distancias de Hamming se busca el menor valor ya que refleja la menor diferencia entre el perfil del candidato y el perfil ideal del puesto; ese valor corresponde a una primera asignación de candidato a puesto de trabajo. A continuación se tachan la fila y la columna correspondientes a ese valor y, entre los restantes sin tachar, se busca nuevamente el menor valor que corresponderá a la siguiente asignación y así sucesivamente hasta tachar todos los valores de la tabla. Las casillas enmarcadas corresponden al conjunto de las asignaciones efectuadas.

En caso de que la tabla inicial sea de coeficientes de adecuación se opera como se ha indicado arriba pero ahora buscando siempre los mayores valores de la tabla porque éstos nos indican las mayores adecuaciones entre el perfil ideal de cada puesto y el perfil real de cada candidato.

El método húngaro de asignación se aplica a tablas cuadradas (mismo número de filas que de columnas) de distancias de Hamming. Si la tabla no es cuadrada hay que crear tantas filas o columnas ficticias como se necesiten para cuadrarla y si se tienen coeficientes de adecuación se pasan a distancias restando respecto del mayor valor de la tabla.

Los pasos que requiere la aplicación de este método son (Desbazeille, 1969):

- 1. Se trata de obtener un cero en cada línea (fila o columna), restando de cada una el menor valor de la misma.
- 2. A continuación hay que tachar todos los ceros de la tabla con el menor número de líneas, si éste coincide con el orden de la matriz (número de filas o columnas) se ha llegado a la solución óptima, si no se entra en el siguiente bucle:
 - Se toma el menor valor de los no tachados, se resta dicho valor a los no tachados y se suma a los tachados doblemente. Los tachados una sola vez se dejan igual.
 - Nuevamente se prueba la condición 2, si se cumple se ha llegado a la solución óptima, si no continuamos aplicando el punto 2.1 hasta que se cumpla la condición 2, que es la condición de salida del bucle.
- 3. Finalizado el paso 2 se enmarca aquel cero que menor número de ceros tenga por fila y columna tachándose el resto de ceros. Los ceros enmarcados nos darán la solución óptima (menor suma de distancias o mayor suma de coeficientes de adecuación).

EJERCICIOS¹

5.1. Un puesto de trabajo de tipo administrativo se ha valorado según las variables que intervienen en el diseño de un puesto de trabajo, en el intervalo 1 a 7, obteniendo los siguientes valores: Variedad = 2; Identidad = 3; Significado = 5; Autonomía = 6; Retroinformación = 1.

¹ En el Anexo 1 se incluye la resolución de los problemas de asignación mediante la utilización de las hojas de cálculo electrónicas.

SE PIDE:

¿En qué medida este puesto motiva a su ocupante? Obtener este valor en términos absolutos y relativos.

Solución

Adaptando la fórmula básica del Potencial Motivador del Puesto podemos tener tres tipos de PMP: *Absoluto*, que es el obtenido con los valores reales (absolutos) que presenta el puesto, *Máximo*, el que se obtiene con los valores máximos que puede tomar el intervalo de valoración de las variables, y, *Relativo*, el que resulta de la comparación entre el Absoluto y el Máximo.

En este caso, tenemos:

$$PMP_{\text{Absoluto}} = \frac{(V + I + S)}{3} \times A \times R = \frac{(2 + 3 + 5)}{3} \times 6 \times 1 = 20$$

$$PMP_{\text{Máximo}} = \frac{(7 + 7 + 7)}{3} \times 7 \times 7 = 343$$

$$PMP_{\text{Relativo}} = \frac{PMP_{\text{Absoluto}}}{PMP_{\text{Máximo}}} \times 100 = \frac{20}{343} \times 100 = 5,83\%$$

Por tanto, podemos decir que este puesto motiva poco a su ocupante, sólo en un nivel aproximado del 6%, lo cual nos informa de la necesidad de investigar sobre el grado de congruencia en la adecuación persona-puesto-organización. En el caso en que la persona y la organización no sean la causa del problema de la baja motivación, podemos intentar un rediseño del puesto de trabajo para conseguir la elevación del nivel que actualmente presentan las variables del puesto.

5.2. Habiendo valorado las dimensiones de un puesto de trabajo en 7, en un intervalo de 1 a 10. Sabiendo además que los valores que toman la autonomía y la retroinformación son iguales, y que el Potencial Motivador del Puesto (PMP) equivale a 700,

SE PIDE:

Calcular los valores de la autonomía y la retroinformación así como determinar el nivel del PMP en términos relativos.

Solución

Aplicando la fórmula del PMP, teniendo en cuenta que R = A, se tiene:

$$700 = \frac{(7+7+7)}{3} \times A \times A; \quad 700 = 7 \times A^2; \quad A^2 = 100 \to A = \pm 10$$

Por tanto, A = R = 10;

$$PMP_{\text{Relativo}} = \frac{700}{1,000} \times 100 = 70\%$$

con:

$$PMP_{\text{Máximo}} = \frac{(10 + 10 + 10)}{3} \times 10 \times 10 = 1.000$$

5.3. El puesto de trabajo de una secretaria de dirección ha sido valorado en una escala de 1 a 7 en cada una de sus variables con objeto de calcular su potencial motivador (PMP), el cual resultó ser equivalente a 56. Los resultados que se obtuvieron para las variables aparecen reflejados en la siguiente tabla:

Variables	Valoración (1 a 7)
Variedad de la tarea	5
Identidad de la tarea	3
Significado de la tarea	4
Autonomía	2

SE PIDE:

¿Qué valor tomó la retroinformación del puesto de secretaria?

¿Es alto el PMP de este puesto? Expréselo en términos porcentuales respecto al puesto que podría tener un máximo nivel del Potencial Motivador.

¿A qué dos variables es más sensible el PMP? Justifíquelo.

Solución

Aplicando las fórmulas conocidas para el Potencial Motivador del Puesto, con los datos que ofrece el enunciado del problema, se tiene:

$$56 = \frac{(5+3+4)}{3} \times 2 \times R$$
; $56 = 8R$; $R = 7$

$$PMP_{\text{Relativo}} = \frac{56}{343} \times 100 = 16,33\%$$

Por tanto, el valor que toma la Retroinformación del puesto de secretaria de dirección es 7, es decir, el máximo que podría tomar.

Para calcular PMP Relativo, previamente hay que tener el valor de PMP Máximo, 343, que en este caso coincide con el calculado en el Ejercicio 5.1, pues el intervalo de valoración de las variables es el mismo, entre 1 y 7. Finalmente, con el dato de PMP Absoluto, 56 y el valor de PMP Máximo, 343, sustituimos en la fórmula de PMP Relativo y obtenemos 16,33%, nivel que se encuentra por debajo del medio, lo que indica que existe algún tipo de problema con el diseño del puesto en sí o con el grado de adecuación de alguna de las relaciones del modelo Persona-Puesto-Organización.

Si observamos la fórmula de PMP, hay dos variables que ejercen efecto multiplicativo sobre el resultado de la misma: son la Autonomía y la Retroinformación. A los cambios en estas dos variables responde el PMP de una forma más significativa puesto que son directamente proporcionales al resultado: por tanto, a mayor autonomía y/o retroinformación, mayor PMP y viceversa.

5.4. La tabla que se adjunta recoge los valores de las Distancias de Hamming de los últimos 4 candidatos (C1, C2, C3, C4) que han finalizado el proceso de selección que efectúa actualmente el centro de trabajo SOLYMAR para ocupar 3 puestos de trabajo (PT1, PT2, PT3) que se acaban de crear.

Distancias de Hamming (DH)	PT1	PT2	PT3
C1	0,13	0,12	0,16
C2	0,21	0,18	0,19
С3	0,32	0,10	0,18
C4	0,15	0,12	0,09

SE PIDE:

Aplicar a la tabla anterior el método húngaro y el método directo de asignación de candidatos a puestos de trabajo. Determinar, finalmente qué asignación concreta realizará la empresa SOLYMAR comparando los resultados obtenidos por ambos métodos.

Solución

En primer lugar vamos a aplicar el método húngaro a la tabla de valores que nos han proporcionado; para ello vemos si se cumplen las condiciones de aplicación de este método, es decir, si los valores de la tabla son distancias de Hamming y si la tabla es cuadrada, es decir, si tiene el mismo número de filas que de columnas.

La primera condición sí se cumple pero no la segunda. Para convertir la tabla de partida en una tabla cuadrada hay que crear, en este caso, un nuevo puesto de trabajo al que se le llama puesto ficticio (PTF) porque se crea por necesidades operativas de aplicación del método, pero no es un puesto ofertado en la realidad. Para crearlo hay que tener en cuenta que partimos de distancias de Hamming, por tanto, el puesto ficticio tiene que tener la «peor» distancia que se encuentra actualmente en la tabla, es decir, la mayor (en distancias, lo más desfavorable es una distancia grande pues ello te aleja del perfil ideal del puesto). De lo contrario, si creáramos el puesto ficticio con el «mejor» valor, es decir, la menor distancia, este puesto sería asignado en primer lugar y el mejor candidato se quedaría con un puesto irreal. Por tanto, siempre hay que crear los puestos ficticios con el «peor» valor de la tabla (en distancias la mayor, en coeficientes de adecuación, el menor).

En nuestro caso, el puesto de trabajo ficticio se crea con el mayor valor de la tabla, la mayor distancia, que es 0,32. Por tanto, quedaría la siguiente tabla de valores:

Distancias de Hamming (DH)	PT1	PT2	PT3	PTF
C1	0,13	0,12	0,16	0,32
C2	0,21	0,18	0,19	0,32
С3	0,32	0,10	0,18	0,32
C4	0,15	0,12	0,09	0,32

A continuación empezamos a aplicar los pasos que requiere el método húngaro:

1. Obtener un cero en cada línea restando de cada una el menor valor de la misma; en primer lugar hacemos ceros por filas y la tabla quedaría como sigue:

Distancias de Hamming (DH)	PT1	PT2	PT3	PTF
C1	0,01	0	0,04	0,20
C2	0,03	0	0,01	0,14
С3	0,22	0	0,08	0,22
C4	0,06	0,03	0	0,23

Ahora hacemos ceros por columnas, restando de cada una de estas últimas el menor valor; aquellas columnas que ya tienen ceros se dejan como están, de la siguiente forma:

Distancias de Hamming (DH)	PT1	PT2	PT3	PTF
C1	0	0	0,04	0,06
C2	0,02	0	0,01	0
С3	0,21	0	0,08	0,08
C4	0,05	0,03	0	0,09

- 2. A continuación hay que tachar todos los ceros de la tabla con el menor número de líneas posible y ver si este número de líneas coincide con el orden de la matriz, que es 4. Efectivamente se comprueba que con el menor número de líneas que se tachan todos los ceros de la tabla es 4, y por tanto no tenemos que aplicar los pasos 2.1 y 2.2 que establece el método húngaro y ya tenemos en esta tabla la solución óptima.
- 3. Para saber cuál es esa asignación se enmarcan (aparecen en negrita) los ceros que menor número de ceros tengan por fila y por columna tachándose el resto de ceros

(que ya no supondrán posible asignación). Los ceros enmarcados dan la solución óptima, de esta forma:

Distancias de Hamming (DH)	PT1	PT2	PT3	PTF
C1	01	93	0,04	0,06
C2	0,02	93	0,01	01
С3	0,21	02	0,08	0,08
C4	0,05	0,03	00	0,09

Los subíndices en los ceros indican el número de ceros totales por fila y por columna de cada cero. En primer lugar señalamos con negrita el cero correspondiente a la asignación C4 PT3 y no se tacha ningún cero pues no tiene. A continuación se señala el cero correspondiente a la asignación C1 PT1 y se tacha el cero de su fila. Después se asigna el cero correspondiente a C2 PTF y se tacha, igualmente, el cero de su fila. Por último asignamos el cero de la asignación C3 PT2, estando ya tachados todos los ceros de su fila o de su columna.

No se tiene en cuenta en la asignación óptima el puesto ficticio asignado, ya que no supone una asignación real; significa que el candidato C2 quedará eliminado de la fase final del proceso de selección y no ocupará ningún puesto en la empresa en este proceso. Por consiguiente, la asignación óptima es: C1 PT1; C3 PT2; C4 PT3 cuya suma de distancias de Hamming nos da, según los valores de la tabla inicial: 0,32.

Seguidamente pasamos a aplicar el método directo a la tabla inicial de valores. En la aplicación de este método no es necesaria la creación de puestos ficticios cuando la tabla no es cuadrada. El procedimiento requiere señalar los «mejores» valores sucesivamente, descartando las filas y columnas que han generado tales valores, de la siguiente forma:

Distancias de Hamming (DH)	PT1	PT2	РТ3
C1	0,13	0,12	0,16
C2	0,21	0,18	0,19
С3	0,32	0,10	0,18
C4	0,15	0,12	0,09

Como trabajamos con distancias de Hamming, el mejor valor es el más pequeño de la tabla, en este caso, 0,09 que corresponde a la asignación C4 PT3. Ello significa que ni al candidato C4 se le puede asignar otro puesto ni el puesto PT3 puede ser asignado a otra persona, con lo cual eliminamos la fila y la columna correspondientes a esa asignación.

A continuación, de los valores que quedan sin tachar elegimos nuevamente el mejor (en distancias el menor) que es 0,10 y corresponde a la siguiente asignación C3 PT2 tachando su fila y su columna:

Distancias de Hamming (DH)	PT1	PT2	PT3
C1	0,13	0,12	0,16
C2	0,21	0,18	0,19
C3	0,32	0,10	0,18
C4	0,15	0,12	0,00

Finalmente, de entre los valores que quedan sin tachar elegimos el menor nuevamente, 0,13, que corresponde a la última asignación C1 PT1. La suma de las tres asignaciones efectuadas equivale a 0,32.

Si comparamos la asignación de candidatos a puestos que efectúa el método húngaro y la que resulta con el método directo vemos que es la misma, y la suma de distancias de Hamming, por tanto, también es igual. Ello quiere decir que, en este caso, los dos métodos nos dan el mismo resultado de asignación de personas a puestos de trabajo siendo indiferente la utilización de uno u otro.

5.5. Para reasignar a los trabajadores entre los distintos puestos de trabajo del centro SOFYMER se hizo la siguiente valoración mediante coeficientes de adecuación de trabajadores (C1, C2, C3, C4) a puestos (PT1, PT2, PT3, PT4):

Coeficientes de adecuación	PT1	PT2	PT3	PT4
C1	0,83	0,86	0,90	0,77
C2	0,82	0,56	0,76	0,90
С3	0,68	0,79	0,56	0,85
C4	0,75	0,85	0,92	0,76

SE PIDE:

Establecer la asignación óptima de trabajadores a puestos por dos métodos distintos comparando las soluciones obtenidas por ambos métodos e interpretando el resultado de tal comparación.

Solución

Para aplicar el método húngaro es necesario que la tabla sea cuadrada y de distancias, en este caso es cuadrada (mismo número de candidatos que de puestos ya que no se trata de una selección sino de una reasignación) pero no es de distancias. Para convertirla a distancias se restan todos los valores de la misma respecto del mayor valor de la tabla, en este caso respecto de 0,92 y queda:

Distancias de Hamming	PT1	PT2	PT3	PT4
C1	0,09	0,06	0,02	0,15
C2	0,10	0,36	0,16	0,02
С3	0,24	0,13	0,36	0,07
C4	0,17	0,07	0	0,16

A continuación se aplican los pasos del método húngaro:

1. Hacer un cero en cada fila y en cada columna restando el menor valor de cada una de ellas. En primer lugar, operamos por filas:

Distancias de Hamming	PT1	PT2	PT3	PT4
C1	0,07	0,04	0	0,13
C2	0,08	0,34	0,14	0
С3	0,17	0,06	0,29	0
C4	0,17	0,07	0	0,16

Seguidamente operamos por columnas haciendo ceros en cada una de ellas; en las columnas segunda y tercera ya hay ceros, por tanto, se dejan como están:

Distancias de Hamming	PT1	PT2	PT3	PT4
C1	0	0	0	0,13
C2	0,01	0,30	0,14	0
С3	0,10	0,02	0,29	0
C4	0,10	0,03	0	0,16

2. Se tachan todos los ceros de la tabla con el menor número de líneas posible:

Distancias de Hamming	PT1	PT2	PT3	P7/4
C1	0	0	0	0,13
C2	0,01	0,30	0,14	0
С3	0,10	0,02	0,29	0
C4	0,10	0,03	0	0,16

Como podemos observar en la tabla de arriba, con 3 líneas se pueden tachar todos sus ceros, pero 3 líneas no coincide con el orden de la matriz que es 4. Por tanto, hay que entrar en el bucle siguiente:

2.1. Tomar el menor valor de los no tachados, restar dicho valor a los no tachados y sumarlo a los tachados doblemente. Los tachados una sola vez se dejan igual. En nuestro caso el menor valor de los no tachados es 0,01; por tanto, la tabla quedaría:

Distancias de Hamming	PT1	PT2	PT3	PT4
C1	0	0	0	0,14
C2	0	0,29	0,13	0
С3	0,09	0,01	0,28	0
C4	0,10	0,03	0	0,17

2.2. Nuevamente se intentan tachar todos los ceros de la tabla con el menor número de líneas posible, en este caso, con 4, valor que coincide con el orden de la matriz. Ello significa que ya tenemos la tabla de la cual se obtiene la solución óptima. Para conseguirla hemos de determinar en primer lugar el número de ceros que cada cero tiene por su fila y por su columna, que figura como subíndice en la siguiente tabla:

Distancias de Hamming	PT1	PT2	PT3	PT4
C1	93	$\mathbf{0_2}$	93	0,14
C2	02	0,29	0,13	$\bigcirc \theta_2$
C3	0,09	0,01	0,28	01
C4	0,10	0,03	01	0,17

Para determinar las asignaciones de candidatos a puestos hemos de empezar por tomar aquellos ceros que tengan el subíndice más pequeño tachando el resto de ceros que se encuentren en su fila y en su columna. Así, la primera asignación que se realiza es: C3 PT4 y tachamos el cero de su columna. Después C4 PT3 y se tacha el cero de su columna. A continuación, C2 PT1. Finalmente asignamos C1 a PT2. La suma de los valores de los coeficientes de adecuación correspondientes a las asignaciones efectuadas, según la tabla inicial, es: 0.86 + 0.82 + 0.85 + 0.92 = 3.45.

Aplicando el método directo a la tabla inicial tenemos:

Coeficientes de adecuación	PT1	PT2	PT3	PT4
C1	0,83	0,86	0,90	0,77
C2	0,82	0,56	0,76	0,90
C3	0,68	0,79	0,56	0,85
C4	0,75	0,85	0,02	0,76

En primer lugar, tomamos el mayor valor de la tabla, al tratarse de coeficientes de adecuación, que corresponde a la asignación C4 PT3, eliminando su fila y columna. De los que quedan sin tachar escogemos nuevamente el mayor, que corresponde a C2 PT4 y eliminamos fila y columna.

Coeficientes de adecuación	PT1	P772	РТ3	РТ4
C1	0,83	0,06	0,00	0,77
C2	0,82	0,56	0,76	0,90
СЗ	0,68	0,79	0,56	0,85
C4	0,75	0,85	0,92	0,76

En esta tabla se selecciona 0,86, que es el mayor valor de los que quedan sin tachar y supone la asignación C1 PT2, eliminando su fila y columna correspondiente. Finalmente sólo queda una casilla sin tachar, que corresponde a la última asignación C3 PT1. Por tanto, la suma de valores de de coeficientes de adecuación de las asignaciones por este método es: 0.86 + 0.90 + 0.68 + 0.92 = 3.36.

Como los valores de la tabla inicial son coeficientes de adecuación, hay que buscar su maximización. Comparando este resultado con el que se obtuvo por el método húngaro, igual a 3,45, llegamos a la conclusión de que el método directo ofrece peor resultado que el método húngaro. Por tanto, la solución que se obtuvo con el método húngaro mejora a la del método directo, si bien, como hemos podido comprobar, la operatoria de este último método es mucho más simple.

5.6. Dada la siguiente tabla de valores representativos de Coeficientes de Adecua
ción de personas candidatas a ocupar diversos puestos de trabajo en una organización

Coeficientes de Adecuación (CA)	PT1	PT2	PT3	PT4
C1	0,70	0,62	0,74	0,82
C2	0,75	0,88	0,90	0,78
С3	0,72	0,74	0,80	0,84
C4	0,87	0,88	0,91	0,84
C5	0,68	0,62	0,67	0,71
C6	0,87	0,81	0,85	0,92

SE PIDE:

Obtener la asignación óptima de candidatos a puestos ofrecidos utilizando para ello el método de asignación denominado húngaro y el método directo. Comparar los resultados obtenidos por ambos métodos.

Solución

En primer lugar debemos comprobar las condiciones de aplicación del método húngaro: tabla cuadrada de distancias de Hamming. Como podemos observar, ninguna de las dos condiciones se cumple. Por tanto, procedemos primero a convertirla en distancias de Hamming restando todos los valores de la tabla respecto del mayor valor de la misma, quedando:

Distancias de Hamming (DH)	PT1	PT2	PT3	PT4
C1	0,22	0,30	0,18	0,10
C2	0,17	0,04	0,02	0,14
С3	0,20	0,18	0,12	0,08
C4	0,05	0,04	0,01	0,08
C5	0,24	0,30	0,25	0,21
C6	0,05	0,11	0,07	0

Ya convertida la tabla en distancias vemos que no es una tabla cuadrada porque no tiene el mismo número de filas que de columnas. Por tanto, procedemos a cuadrarla, para lo cual hacen falta dos columnas que deben crearse con el «peor» valor de la tabla (en caso de distancias el mayor valor), es decir, con 0,30. Así, la tabla quedaría ahora:

Distancias de Hamming (DH)	PT1	PT2	PT3	PT4	PTF1	PTF2
C1	0,22	0,30	0,18	0,10	0,30	0,30
C2	0,17	0,04	0,02	0,14	0,30	0,30
C3	0,20	0,18	0,12	0,08	0,30	0,30
C4	0,05	0,04	0,01	0,08	0,30	0,30
C5	0,24	0,30	0,25	0,21	0,30	0,30
C6	0,05	0,11	0,07	0	0,30	0,30

A continuación hacemos al menos un cero en cada fila restando respecto del menor valor de cada una y quedaría:

Distancias de Hamming (DH)	PT1	PT2	PT3	PT4	PTF1	PTF2
C1	0,12	0,20	0,08	0	0,20	0,20
C2	0,15	0,02	0	0,12	0,28	0,28
C3	0,12	0,10	0,04	0	0,22	0,22
C4	0,04	0,03	0	0,07	0,29	0,29
C5	0,03	0,09	0,04	0	0,09	0,09
C6	0,05	0,11	0,07	0	0,30	0,30

Continuamos haciendo un cero en cada columna donde no lo haya:

Distancias de Hamming (DH)	PT1	PT2	PT3	PT4	PTF1	PTF2
C1	0,09	0,18	0,08	0	0,11	0,11
C2	0,12	0	0	0,12	0,19	0,19
С3	0,09	0,08	0,04	0	0,13	0,13
C4	0,01	0,01	0	0,07	0,20	0,20
C5	0	0,07	0,04	0	0	0
C6	0,02	0,09	0,07	0	0,21	0,21

Intentamos tachar todos los ceros de la tabla con el menor número de líneas (filas o columnas) posible. En este caso se pueden tachar con 4 líneas, valor que no coincide con el orden de la matriz, igual a 6.

Distancias de Hamming (DH)	PT1	PT2	PT3	P7/4	PTF1	PTF2
C1	0,09	0,18	0,08	•	0,11	0,11
C2	0,12	0	0	0,12	0,19	0,19
C3	0,09	0,08	0,04	0	0,13	0,13
C4	0,01	0,01	0	0,07	0,20	0,20
C5	0	0,07	0,04	0	0	0
C6	0,02	0,09	0,07	0	0,21	0,21

Se toma el menor valor de los no tachados (0,02), se suma a los tachados dos veces y se resta a los no tachados dejando igual los tachados una vez. De la siguiente forma:

Distancias de Hamming (DH)	PT1	PT2	РТ3	PT4	PTF1	PTF2
C1	0,07	0,16	0,06	0	0,09	0,09
C2	0,12	0	•	0,14	0,19	0,19
С3	0,07	0,06	0,02	0	0,11	0,11
C4	0,01	0,01	0	0,09	0,20	0,20
C5	0	0,07	0,04	0,02	0	0
C6	0	0,07	0,05		0,19	0,19

Nuevamente se tachan todos los ceros de la tabla con el menor número de líneas, en este caso con 5, y tenemos que seguir operando como anteriormente. Ahora el menor valor de los no tachados es 0,01. La tabla quedaría:

Distancias de Hamming (DH)	PT1	PT2	PT3	PT4	PTF1	PTF2
C1	0,06	0,15	0,06	•	0,08	0,08
C2	0,12	0	0,01	0,15	0,19	0,19
С3	0,06	0,05	0,02	0	0,10	0,10
C4	0	0	0	0,09	0,19	0,19
C5	0	0,07	0,05	0,03	0	0
	0	0,07	0,06	0,01	0,19	0,19

El menor valor de los no tachados en esta tabla es 0,02. Aplicando este valor como corres	-
ponde, quedaría:	

Distancias de Hamming (DH)	PT1	РТ2	РТ3	P774	PTF1	PTF2
C1	0,04	0,13	0,04	0	0,06	0,06
C2	0,12	0	0,01	0,17	0,19	0,19
C3	0,04	0,03	0	0	0,08	0,08
C4	0	0	0	0,11	0,19	0,19
C5	•	0,07	0,05	0,05	0	0
C6	0	0,07	0,06	0,03	0,19	0,19

Con 5 líneas se cubren todos los ceros de la tabla, por tanto hay que continuar el proceso tomando nuevamente el menor valor de los no tachados, ahora es 0,06, y continuando el proceso como se viene haciendo hasta ahora. La tabla queda de la siguiente forma:

Distancias de Hamming (DH)	PT1	PT2	PT3	PT4	PTF1	PTF2
C1	0,04	0,13	0,04	03	03	03
C2	0,12	0_1	0,01	0,17	0,13	0,13
С3	0,04	0,03	02	$\bigcirc \theta_2$	0,02	0,02
C4	93	93	93	0,11	0,13	0,13
C5	0,06	0,13	0,11	0,11	02	$\bigcirc \theta_2$
C6	01	0,07	0,06	0,03	0,13	0,13

Para cubrir todos los ceros de esta tabla se necesitan utilizar 6 líneas como mínimo (valor que coincide con el orden de la matriz, 6), por tanto ya hemos llegado a la tabla donde se encuentra la solución óptima.

En cada cero hay que poner, como subíndice, el número de ceros totales que tiene en su fila y en su columna y asignar personas a puestos de acuerdo a la ordenación creciente de los subíndices, eliminando a la vez los ceros que ya no puedan suponer asignaciones, de la forma en que se ha operado arriba.

La primera asignación que se hace es C2 a PT2; a continuación, C6 a PT1; ahora se plantea la disyuntiva si asignarle al candidato C3 el puesto de trabajo PT3 o PT4 ya que aparecen dos ceros con subíndice igual a 2, por tanto ambos puestos se encuentran en igualdad de condiciones para ser asignados a C3. Ello origina dos soluciones divergentes, igualmente válidas, en principio. Supongamos, en la primera solución, que asignamos el puesto PT3 al candidato C3 y continuando con las asignaciones quedaría: al candidato C5

se le puede asignar bien PTF 1 o PTF 2, ello es indiferente al tratarse de puestos de trabajo no reales. Supongamos que le asignamos PTF 1, quedaría para C1 PT4 o PTF 2, lógicamente se le asigna PT4, quedando finalmente PTF 2 para el candidato C4.

La suma de Coeficientes de Adecuación de esta primera solución es:

C1 PT4: 0,82 C2 PT2: 0,88 C3 PT3: 0,80 C6 PT1: 0,87

Suma de C.A: = 3,37

La segunda solución que se origina parte con las dos primeras asignaciones efectuadas: C2 PT2, C6 PT1. Ahora se le asigna a C3 PT4, en vez de PT3 como se hizo arriba. Al candidato C5 se le asigna PTF1; al candidato C4 se le asigna PT3 y al candidato C1 PTF 2. La suma de Coeficientes para esta segunda solución quedaría:

$$0.88 + 0.84 + 0.91 + 0.87 = 3.50$$

Comparando con la suma de la primera solución, y teniendo en cuenta que se trata de Coeficientes que hay que maximizar, nos quedamos con esta segunda solución que mejora a la primera.

Distancias de Hamming (DH)	PT1	PT2	PT3	PT4	PTF1	PTF2
C1	0,04	0,13	0,04	\	93	03
C2	0,12	01	0,01	0,17	0,13	0,13
С3	0,04	0,03	$\bigcirc 9_2$	02	0,02	0,02
C4	93	93	03	0,11	0,13	0,13
C5	0,06	0,13	0,11	0,11	02	θ_2
C6	01	0,07	0,06	0,03	0,13	0,13

Aplicamos ahora a la tabla original de partida el método directo y quedaría la siguiente asignación:

Coeficientes de adecuación (CA)	PT1	PT2	PT3	PT4
C1	0,70	0,62	0,74	0,82
C2	0,75	0,88	0,90	0,78
С3	0,72	0,74	0,80	0,84
C4	0,87	0,88	0,91	0,84
C5	0,68	0,62	0,67	0,71
C6	0,87	0,31	0,85	0,92

C6 PT4: 0,92; C4 PT3: 0,91; C2 PT2: 0,88; C3 PT1: 0,72;

Suma de coeficientes de adecuación: 3,43;

Comparando la segunda solución del método húngaro (3,50) con ésta del método directo (3,43) nos quedamos con la solución del método húngaro porque mejora a esta última.

EJERCICIO PROPUESTO

5.1. Dada la siguiente tabla representativa de coeficientes de adecuación de 5 candidatos a 3 puestos de trabajo ofertados en una organización

Coeficientes de adecuación (CA)	PT1	PT2	PT3
C1	0,71	0,68	0,74
C2	0,75	0,89	0,93
С3	0,72	0,74	0,80
C4	0,77	0,88	0,91
C5	0,68	0,82	0,77

SE PIDE:

- 1.º) Comparar las asignaciones de candidatos a puestos de trabajo que se efectuarían por el método húngaro y por el método directo argumentando qué solución es la más factible desde el punto de vista de la adecuación persona-puesto de trabajo.
- **2.º**) Comparar el mejor resultado del apartado anterior con la solución que ofrece la hoja de cálculo electrónica.

Organización del tiempo de trabajo: establecimiento de turnos



Precisiones conceptuales

La organización del tiempo de trabajo de los empleados forma parte del proceso de planificación empresarial. El establecimiento de los turnos de trabajo es un tema recurrente para los investigadores del área de Organización y Administración de Empresas. Así se han desarrollado modelos heurísticos que no siempre garantizan una solución plenamente satisfactoria y, lo que los limita aún más, es que a la hora de su puesta en práctica deben ser aceptados por el personal implicado. En este sentido hay que tener en cuenta factores como la antigüedad del trabajador, las condiciones personales de cada uno y, sobre todo, la legislación vigente en materia laboral que no debería ser transgredida en ningún caso.

En la práctica, para obtener los turnos de trabajo vamos a aplicar las siguientes fórmulas en términos semanales:

```
Horas Disponibles por la empresa =  \frac{n^o \text{ trabajadores en el centro} \times}{\times \text{ horas semanales del contrato}}
```

Horas a Cubrir = n° horas apertura centro \times n° trabajadores por turno que precise el centro.

- Si H Disponibles > Horas a Cubrir \rightarrow Horas ociosas que normalmente se utilizan para reforzar los turnos donde hay más necesidad de personal.
 - Si H Disponibles = Horas a Cubrir → Situación ideal.
- Si H Disponibles < Horas a Cubrir \rightarrow Hay que contratar más trabajadores o ampliar, si se puede, las horas de contrato a los trabajadores actuales.

En los ejercicios que vamos a resolver a continuación se presentan dos formas diferentes de plantear los turnos: una primera, donde en la tabla aparecen, por filas, los diferentes turnos y su franja horaria y, en columnas, los días de la semana. Las casillas internas de esta tabla representan a los diferentes trabajadores que ocupan los turnos.

Una segunda forma de plantear los turnos es, la que a nuestro juicio ofrece mayor ventaja visual para el trabajador, porque en filas aparecen los diferentes trabajadores que componen la plantilla del centro y, en columnas, aparecen los días de la semana, mes... según el cómputo temporal para el que se ha diseñado el cuadrante, figurando en las casillas interiores los turnos concretos que a cada trabajador le corresponde realizar. En esta segunda forma de cuadrante se puede comprobar, por filas, si todos los trabajadores hacen el mismo número de horas totales en el cómputo temporal fijado, es decir, si los turnos están igualados, en horas de trabajo, para todos los trabajadores. Y, por columnas, podemos corroborar si a la empresa se le cubren todas sus necesidades de personal viendo los trabajadores por turno que figuran cada día.

Además, hay que tener en cuenta que la planificación de turnos que se propone en la solución de estos ejercicios se puede rotar en el siguiente término temporal de manera que, por ejemplo, la semana siguiente a la que se plantea el trabajador 1 hará los turnos que ha hecho la semana anterior el trabajador 2, el 2 los del 3 y así sucesivamente hasta que todos los trabajadores pasen por todos los tipos de turnos generados.

EJERCICIOS

6.1. Una empresa de vigilancia debe cubrir un puesto de 24 horas, en jornada de lunes a domingo. Sabiendo que cada empleado debe realizar una jornada semanal de 40 horas.

SE PIDE:

¿Cuántos vigilantes como mínimo necesitará la empresa para tener cubierto este puesto en turnos de 8 horas? Realizar el cuadrante de servicios.

Solución

Aplicamos las fórmulas siguientes:

```
Horas Disponibles = 40X;
       Horas a Cubrir = (24)(7) = 168;
40X = 168X = 4.2 trabajadores \approx 5 trabajadores
```

Si contratamos a 5 trabajadores, a 40 horas a la semana, disponemos de 200 horas y nos quedarán horas «ociosas» = 200 - 168 = 32 horas semanales que se usarán para reforzar los turnos cuando más necesidad tenga la empresa. Así surgen 32 h/8 h cada turno = 4 turnos de refuerzo. En la tabla que figura a continuación podemos verlos situados el lunes mañana, el martes mañana, el viernes mañana y el sábado mañana y los realiza el trabajador T5.

Una posible planificación de los turnos a seguir por los 5 trabajadores de la empresa es la que se presenta a continuación, donde en filas aparecen los diferentes turnos: M (Mañana), T (Tarde), N (Noche), D (Descanso) y su franja horaria; en columnas, los días de la semana:

Turnos	L	M	X	J	V	S	D
M(7:00-15:00)	T1, T5	T1, T5	T1	T1	T1, T5	T2, T5	T2
T(15:00-23:00)	T2	T2	T2	Т3	Т3	Т3	Т3
N(23:00-7:00:	Т3	T4	T4	T4	T4	T4	T5
Descanso (D)	T4	Т3	T3, T5	T2, T5	T2	T1	T1, T4

Otra forma de presentar el anterior turno, de más fácil visualización para el trabajador, es el que figura a continuación donde en filas se disponen los trabajadores y en columnas los días de la semana:

Días semana Trabajadores	L	M	X	J	V	S	D
T1	M	M	M	M	M	D	D
T2	T	T	T	D	D	M	M
Т3	N	D	D	T	T	T	T
T4	D	N	N	N	N	N	D
T5	M	M	D	D	M	M	N

Para comprobar si los turnos están igualados, en número de horas totales, respecto a todos los trabajadores de la plantilla, hemos de observar esta tabla por filas y, como podemos ver en ella, cada trabajador hace 5 turnos de 8 horas cada turno, es decir, 40 horas a la semana, que es la duración semanal del contrato. Además hay que comprobar si a la empresa se le cubren sus necesidades, es decir, si tiene un trabajador por turno cada día todos los días de la semana. Así, si observamos la tabla por columnas, vemos que cada día hay, como mínimo, un trabajador de mañana, uno de tarde y uno de noche. El lunes, martes, viernes y sábado por las mañanas hay un trabajador más que corresponde a los refuerzos que efectúa el trabajador T5.

6.2. Una empresa de limpieza que tiene 9 empleados debe dar servicio durante un horario operativo de 7:00 a 22:00, de lunes a domingo, en jornada de 40 horas a la semana.

SE PIDE:

¿Qué planificación de turnos es necesario realizar para que no queden horas ociosas y todos los trabajadores hagan las mismas horas a la semana? Sabiendo que existen 30 minutos de pérdida por desplazamiento de turno, realizar el cuadrante de servicios correspondiente.

Para el cálculo de las horas disponibles tenemos en cuenta a los 9 empleados que trabajan de lunes a domingo a razón de 40 h/semana:

Horas Disponibles semanales =
$$(9)(40) = 360$$
 horas

Para el cálculo de las horas a cubrir hay que tener en cuenta, además de las 15 horas desde las 7:00 hasta las 22:00 horas, 15 minutos antes y después de la apertura y cierre y 30 minutos en el cambio de turno de medio día, que en total suman una hora que se añade a las 15 del horario de apertura. Por tanto:

Horas a Cubrir =
$$(16 \text{ horas/día})(7\text{días/semana})X \text{ trabajadores/turno} = 112X;$$

 $112X = 360; X = 3,21 \text{ trabajadores/turno};$

si consideramos 3 trabajadores/turno tenemos:

Horas a Cubrir =
$$(3)(112) = 336$$
;
Horas Ociosas = $360 - 336 = 24$ horas;

24 horas/8 horas cada turno = 3 turnos de refuerzo a la semana para que no haya horas ociosas.

Una posible planificación de los turnos para una semana, en sus dos versiones, es la que se presenta a continuación:

Turnos	L	M	X	J	V	S	D
M(6:45-14:45)	T1, T2, T3, T7, T8, T9	T1, T2, T3	T1, T2, T3	T1, T2, T3	T1, T2, T3	T7, T8, T9	T7, T8, T9
T(14:15-22:15)	T4, T5, T6	T4, T5, T6	T4, T5, T6	T7, T8, T9	T7, T8, T9	T4, T5, T6	T4, T5, T6
Descanso (D)		T7, T8, T9	T7, T8, T9	T4, T5, T6	T4, T5, T6	T1, T2, T3	T1, T2, T3

Días Trabajadores	1	2	3	4	5	6	7
T1	M	M	M	M	M	D	D
T2	M	M	M	M	M	D	D
Т3	M	M	M	M	M	D	D
T4	T	T	T	D	D	T	T
Т5	T	T	T	D	D	T	T
Т6	T	Т	T	D	D	T	T

Días Trabajadores	1	2	3	4	5	6	7
T7	M	D	D	T	T	M	M
Т8	M	D	D	T	T	M	M
Т9	M	D	D	T	T	M	M

(Continuación)

6.3. Se necesita cubrir un puesto de control en un centro comercial que abre al público los 7 días de la semana. Sabiendo que se necesitan 3 empleados por la mañana y 2 empleados por la tarde.

SE PIDE:

¿Cuál es el número mínimo de empleados que se necesitan en plantilla, si están contratados a razón de 40 horas a la semana? Realizar el cuadrante de servicios sabiendo que el turno de mañana es de 08:00 a 16:00 y el turno de tarde es de 16:00 a 24:00 horas.

Solución

Horas Disponibles =
$$40X$$
;
Horas a Cubrir = $(3)(8)(7) + (2)(8)(7) = 280$;
 $280 = 40X \rightarrow X = 7$ trabajadores

Una posible planificación de los turnos es la que se plantea a continuación:

Turnos	L	M	X	J	V	S	D
M(8:00-16:00)	T4, T5, T6	T2, T3, T4	T1, T2, T3	T1, T2, T3	T1, T2, T3	T1, T5, T6	T4, T5, T6
T(16:00-24:00)	T1, T2	T5, T6	T4, T7	T5, T7	T6, T7	T4, T7	T3, T7
Descanso (D)	T3, T7	T1, T7	T5, T6	T4, T6	T4, T5	T2, T3	T1, T2

Días Trabajadores	1	2	3	4	5	6	7
T1	T	D	M	M	M	M	D
T2	T	M	M	M	M	D	D
Т3	D	M	M	M	M	D	T
T4	M	M	T	D	D	T	M

		,		,			
Días Trabajadores	1	2	3	4	5	6	7
Т5	M	T	D	T	D	M	M
Т6	M	T	D	D	T	M	M
T7	D	D	T	T	T	T	T

(Continuación)

6.4. El servicio de mantenimiento de un hotel está integrado por 15 técnicos que realizan una jornada semanal de 40 horas, realizando servicios de 12 horas cada uno.

SE PIDE:

Realizar el cuadrante de servicios sabiendo que un empleado está en incapacidad transitoria y 2 empleados comienzan el periodo de vacaciones este mes. Se debe tener cubierto el puesto durante 24 horas al día los 7 días de la semana con al menos dos empleados en el turno de noche y tres en el turno de día.

Solución

Horas Disponibles =
$$(12)(40) = 480$$
;
Horas a Cubrir = $(2)(12)(7) + (3)(12)(7) = (5)(12)(7) = 420$;
Horas Ociosas = $480 - 420 = 60$ horas
 $60\text{h.oc.}/12 \text{ h.c/turno} = 5 \text{ turnos de refuerzo cada semana}$

- 1. En un plazo máximo de semanas igual al número de trabajadores que actualmente están en activo (12 semanas y 12 trabajadores) se igualaría el número de turnos y de horas semanales que hacen los trabajadores.
- 2. Al cabo de 12 semanas cada trabajador habrá hecho 40 turnos de 12 horas cada turno lo que equivale a 480 horas en 12 semanas, es decir, 40 horas semanales de media que es el número de horas para el que ha sido contratado cada trabajador.
- 3. También se pueden igualar los turnos en un plazo mínimo de tres semanas, lo que significa poner 15 turnos de refuerzo en total y cada trabajador deberá hacer 10 turnos de 12 horas, es decir, 120 horas en tres semanas lo que origina una media de 40 horas a la semana.

Una posible planificación de los turnos es la que se presenta en el cuadro de la página siguente para los 21 primeros días del mes. En este caso D significa turno diurno y N turno nocturno. Los 15 turnos de refuerzo aparecen en negrita.

Si observamos el cuadrante por filas vemos que todos los trabajadores hacen 10 turnos en las tres semanas. Por columnas podemos comprobar que se cubren las necesidades de personal de la empresa ya que cada día hay como mínimo 3 trabajadores en turnos de día y 2 en turnos de noche, como mínimo, ya que además se cuenta en determinados días con los turnos adicionales de refuerzo.

	1	2	т	4	v	9	7	∞	6	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
D	T1	T1	TI	9L	9L	9L	T7	T1	T1	T1	T2	9L	9L	9L	T1	T1	T1	9L	9L	9L	TI
	T2		T2	T7	T7	T7	8L	T2	T2	T2	T3	T7	T7	T7	T2	T2	T2	T7	T7	T7	9L
	T3		T3	8L	8L	%L	T11	T3	T3	T11	T11	8L	8L	8L	T3	T3	T3	8L	8L	Z.	T11
	T12		T12	T12								T11							T11	T11	
Z	T4	T4	T4	T9	13	T9	T9	T4	T4	T5	T5	T9	13	13	T4	T4	T4	T9	13	T9	T4
	T5	T5	T5	T10	T10	T10	T10	T5	T5	T12	T12	T10	T10	T10	T5	T5	T5	T10	T10	T10	T12
	T11	T11	T11	T11			T12					T12							T12	T12	

21	D			Z		D					D	z			
20						Q	Q	Q	Z	Z	Q	Z			
19						D	D	D	Z	Z	۵	Z			
18						Q	Q	Q	Z	Z					
17	D	D	D	Z	Z										
16	Q	D	D	Ν	Ν										
15	Q	D	D	N	Ν										
14						Q	Q	Q	N	Ν					
13						Q	Q	Q	N	Ν					
12						D	D	D	Z	Z	D	Z			
11		D	D		N						D	z			
10	D	D	D	N	N										
6	D	D	D	Z	Ν										
«	D	D	D	N	N										
7							D	D	Z	z	D	Z			
9						D	D	D	Z	Z					
S						D	D	D	Z	z			ria	ria	ria
4						D	D	D	Z	Z	Z	D	nsito	ınsito	nsito
3	D	D	D	Ν	Z						Z	D	ad tra	ad tra	ad tra
7	D	D	D	Ν	Ν						Z	D	Incapacidad transitoria	Incapacidad transitoria	Incapacidad transitoria
-	D	D	D	Z	N						Z	D	Inca	Inca	Inca
Días Trabajadores	T1	Т2	T3	T4	T5	T6	T7	L8	L9	T10	T111	T12	T13	T14	T15

6.5. Un hipermercado de una gran superficie debe cubrir un horario abierto al público de lunes a sábado de 10:00 a 22:00. Sabiendo, en primer lugar, que las cajeras necesitan 30 minutos para abrir y 30 minutos para cerrar las cajas y, en segundo lugar, que se quieren mantener 6 cajas abiertas en todo momento.

SE PIDE:

¿Qué personal mínimo es necesario contratar en jornada semanal de 26 horas para tener cubierto el servicio necesario? Realizar el cuadrante de servicios correspondiente.

Solución

Horas Disponibles a la semana = 26X

Horas a Cubrir a la semana = (13 h/día) (6 días/semana) (6 cajas/día) = 468 h/semana $468 \text{ h/semana} = 26X \rightarrow X = 468/26 = 18 \text{ trabajadores}$

Para el cálculo de las horas a cubrir hay que tener en cuenta las 12 horas de apertura al público más las dos medias horas necesarias para abrir y cerrar las cajas, en total 13 horas diarias.

Turnos	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
M(9:30-16:00)	T1, T4,	T2, T5,	T3, T6,	T1, T4,	T2, T5,	T3, T6,	XX
	T7, T10,	T8, T11,	T9, T12,	T7, T10,	T8, T11,	T9, T12,	
	T13, T16	T14, T17	T15, T18	T13, T16	T14, T17	T15, T18	
T(16:00-22:30)	T3, T6,	T1, T4,	T2, T5,	T3, T6,	T1, T4,	T2, T5,	XX
	T9, T12,	T7, T10,	T8, T11,	T9, T12,	T7, T10,	T8, T11,	
	T15, T18	T13, T16	T14, T17	T15, T18	T13, T16	T14, T17	
Descanso	T2, T5,	T3, T6,	T1, T4,	T2, T5,	T3, T6,	T1, T4,	XX
	T8, T11,	T9, T12,	T7, T10,	T8, T11,	T9, T12,	T7, T10,	
	T14, T17	T15, T18	T13, T16	T14, T17	T15, T18	T13, T16	

Si observamos los cuadrantes anteriores cada trabajador hace, en una semana, 4 turnos de 6,5 horas cada turno lo que equivale a 26 horas semanales que es la duración del contrato. Analizando la tabla por columnas, vemos que cada día de la semana hay 6 trabajadores en turno de mañana y 6 en turno de tarde, cubriéndose así las necesidades de la empresa.

Mes de	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Empleado 1	M	T		M	T			M	Т		M	T		
Empleado 2		M	T		M	Т			M	Т		M	Т	
Empleado 3	T		M	T		M		Т		M	T		M	
Empleado 4	M	T		M	T			M	Т		M	T		
Empleado 5		M	T		M	Т			M	Т		M	Т	
Empleado 6	T		M	T		M		Т		M	T		M	
Empleado 7	M	T		M	T			M	Т		M	Т		
Empleado 8		M	T		M	Т			M	Т		M	Т	
Empleado 9	T		M	Т		M		Т		M	T		M	
Empleado 10	M	T		M	Т			M	Т		M	Т		
Empleado 11		M	T		M	T			M	Т		M	Т	
Empleado 12	T		M	Т		M		Т		M	Т		M	
Empleado 13	M	T		M	Т			M	Т		M	T		
Empleado 14		M	T		M	Т			M	Т		M	Т	
Empleado 15	Т		M	Т		M		Т		M	Т		M	
Empleado 16	M	T		M	Т			M	Т		M	T		
Empleado 17		M	T		M	T			M	T		M	Т	
Empleado 18	Т		M	Т		M		Т		M	Т		M	
Empleado 19														

6.6. En SEDECREM, centro de trabajo que presta servicios financieros al público, el horario de apertura es de 8:30 a 13:30 y de 17:00 a 20:00 horas de lunes a viernes. Se necesitan 3 empleados por la mañana y dos por la tarde.

SE PIDE:

¿Con cuántos trabajadores mínimo se cubren todos los turnos? ¿A razón de cuántas horas semanales deben estar contratados los mismos de manera que todos hagan las mismas horas semanales y no más de 40? Efectuar los turnos de trabajo que se seguirán en SEDECREM hasta que éstos queden equilibrados.

Horas Disponibles a la semana = $X \cdot Y$

No se conoce ni el número de empleados ni las horas de contrato.

Horas a Cubrir a la semana = (5 h/mañana) (5 días/semana) (3 empleados de mañana) + + (3 h/tarde) (5 días/semana) (2 empleados de tarde) = 105 h/semana

105 h/semana = $X \cdot Y \rightarrow$ Se podrían contratar a 3 trabajadores a razón de 35 horas semanales lo que igualaría las horas a cubrir.

Los turnos de la primera semana quedarían:

Turnos	L	M	X	J	V
M (5 h)	T1, T2, T3				
T (3 h)	T1, T2	T1, T2	T1, T3	T1, T3	T2, T3

Suponemos que los turnos son rotatorios, es decir, la semana segunda el trabajador T1 hace los turnos que ha hecho la primera semana el trabajador T2, T2 los de T3, y T3 los de T1. Y así sucesivamente las próximas semanas con lo que el número de horas que hace cada trabajador se calcula según:

1. a semana: T1: 25 + 12 = 37 h; T2: 25 + 9 = 34h; T3:25 + 9 = 34 h;

2. a semana: T1: 25 + 9 = 34 h; T2: 34 h; T3: 37 h;

3. a semana: T1: 34 h: T2: 37 h: T3: 34 h:

Media semanal T1 = 105/3 = 35 h/semana = Media semanal T2 = Media semanal T3;

Los turnos para el cómputo temporal en que se igualan, es decir, tres semanas, quedan de la siguiente forma:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
T1	MT	MT	MT	MT	M	X	X	MT	MT	M	M	MT	X	X	M	M	MT	MT	MT	X	X
T2	MT	MT	M	M	MT	X	X	M	M	MT	MT	MT	X	X	MT	MT	MT	MT	M	X	X
T3	M	M	MT	MT	MT	X	X	MT	MT	MT	MT	M	X	X	MT	MT	M	M	ΜT	X	X

6.7. Un restaurante de comida rápida necesita cubrir un horario de trabajo de 12 del mediodía a 5 de la tarde, y de 8 de la tarde a 1 de la madrugada. Son necesarias tres personas para la caja y tres para la cocina en los dos turnos; se sabe además que los contratos de todos los trabajadores se han hecho a razón de 30 horas a la semana.

SE PIDE:

¿Cuántos trabajadores han sido contratados en este centro de trabajo?

Establezca una posible organización de los turnos que seguirán los trabajadores en este centro durante el período de tiempo necesario para que queden equilibrados, sabiendo que se trabaja todos los días de la semana.

Horas Disponibles =
$$30X$$
;

Horas a Cubrir = (10 h/día) (6 trabajadores/día) (7 días/semana) = 420 horas semanales;

$$420 = 30X \rightarrow X = 14$$
 trabajadores

Una posible organización de los turnos es la que figura a continuación, teniendo en cuenta que el turno de mañana es de 12 a 5 de la tarde y el de tarde es de 8 a 1 de la madrugada:

	1	2	3	4	5	6	7
T1	M	M		M	M	M	M
T2	M	M		M	M	M	T
Т3	M	M	M	M	M	M	
T4	M	M	M	M	M	M	
Т5		M	M	M	T	T	M
Т6	M	M	M	M		T	M
T7	T	T	T	T		T	M
Т8	T		T	T	T	T	M
Т9		T	T	T	T	T	T
T10	T		T	T	T	T	T
T11	T	T	T	T	T		T
T12	T	T	T	T	T		T
T13	M	T	M		M	M	T
T14	T	Т	M		M	M	M

Como vemos, cada trabajador hace en una semana 6 turnos de 5 horas cada uno, es decir, 30 horas semanales. Examinada por columnas la tabla vemos que cada día hay 6 trabajadores en turno de mañana y 6 en turno de tarde como requiere este negocio.

6.8. Un comercio que funciona en horario de mañana (9 a 14 horas) y tarde (17 a 20 horas) de lunes a viernes y los sábados de 10 a 13 horas; necesita establecer la planificación de los turnos de trabajo por los que se regirán sus trabajadores sabiendo que formalizará un contrato con la empresa a razón de 40 horas semanales de trabajo.

SE PIDE:

Obtener el número mínimo de trabajadores que es preciso contratar sabiendo que el comercio quedará bien atendido con dos personas por la mañana y una por la tarde. Establezca razonadamente los turnos semanales o quincenales para la plantilla de la empresa.

Horas Disponibles = 40X;

Horas a Cubrir = (5 horas/mañana)(2 trabajadores de mañana)(5 días/semana) + (3 horas/ tarde)(5 días/semana)(1 trabajador de tarde) + (3 horas sábado mañana)(2 trabajadores) = = 50 + 15 + 6 = 71 horas semanales:

Si X = 2 trabajadores quedan 9 horas ociosas que se distribuirán según las necesidades del negocio, por ejemplo, poniendo al trabajador T2 de refuerzo los lunes, martes y miércoles por la tarde, como figura en el siguiente turno:

Turnos	L	M	X	J	V	S(10-13 h)
M (9-14 h)	T1, T2					
T (17-20 h)	T1, T2	T1, T2	T1, T2	T1	T2	X

Los turnos para dos semanas quedan:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
T1	MT	MT	MT	MT	M	M	X	MT	MT	MT	M	MT	M	X
T2	MT	MT	MT	M	MT	M	X	MT	MT	MT	MT	M	M	X

Los turnos están igualados para los dos trabajadores que hacen cada uno de ellos 40 horas semanales. El comercio cubre sus necesidades de personal porque tiene 2 trabajadores de mañana y uno de tarde, como mínimo.

6.9. La empresa AGRISUR tiene problemas para establecer los turnos de trabajo que seguirán sus 3 trabajadores.

SE PIDE:

Ayude al gerente a establecer los turnos conociendo los siguientes datos de funcionamiento del centro de trabajo:

- 1. El contrato formalizado con los trabajadores obliga a éstos a cumplir una jornada semanal de 30 horas.
- 2. Las oficinas de la empresa deben atender al público de 9 de la mañana a 9 de la tarde y de lunes a sábado.
- 3. Se han recopilado datos de prestaciones de servicios que revelan como días de mayor afluencia de público los jueves, viernes y sábados por las mañanas.

Solución

Horas Disponibles = (3 trabajadores)(30 horas/semana) = 90 horas semanales; Horas a Cubrir = (12 horas/día)(6 días/semana) = 72 horas semanales

Quedan 18 horas ociosas que se usan para crear 3 turnos de refuerzo los jueves, viernes y sábado por las mañanas.

Turnos	L	M	X	J	V	S
M (9-15 h)	T2	T1	T1	T1, T3	T1, T3	T1, T3
T (15-21 h)	Т3	Т3	T2	T2	T2	T2

Los turnos para los 14 primeros días del mes quedan:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
T1		M	M	M	M	M	X	M		T	T	T	T	X
T2	M		T	T	T	T	X	T	T		M	M	M	X
Т3	T	T		M	M	M	X		M	M	M	M	M	X

Como se puede observar en la tabla cada trabajador hace 30 horas de media semanal y la empresa cuenta todos los días con un trabajador de mañana y uno de tarde además de los refuerzos adicionales.

EJERCICIOS PROPUESTOS

6.1. El Departamento de Recursos Humanos de una empresa de alta tecnología, situada en el Parque Tecnológico de una gran ciudad, está elaborando los turnos de trabajo que tendrán los componentes del Departamento de Producción durante el próximo trimestre.

Si el horario de trabajo de Producción es de 8 de la mañana a 8 de la tarde, de lunes a viernes, y los trabajadores están contratados a razón de 30 horas semanales.

SE PIDE:

Ayude al responsable de RR.HH. a elaborar los turnos de Producción, sabiendo que este departamento tiene una carga de trabajo equivalente a 10 trabajadores durante todo el horario. ¿Cuál es el tamaño actual de la plantilla si en estos momentos se encuentra 1 trabajador de vacaciones y otro de baja por enfermedad? ¿Existen horas ociosas y/o turnos de refuerzo en este caso? Establezca los turnos que seguirán los trabajadores en activo de Producción durante el próximo mes.

6.2. Una estación de servicio que funciona día y noche 365 días al año con una plantilla de 5 trabajadores contratados a razón de 40 horas semanales tiene que planificar los turnos para sus trabajadores.

SE PIDE:

Ayude al encargado a establecerlos. Utilice como horizonte temporal aquél en el que los turnos quedan cuadrados para todos los trabajadores de la plantilla.

Fenómenos de congestión en el trabajo: colas de espera



Precisiones conceptuales

El concepto de *cola* o *línea de espera* se refiere a la acumulación de elementos (humanos o físicos) en espera de recibir algún tipo de servicio, operación o tratamiento sobre ellos. Las colas son fenómenos que se producen en situaciones cotidianas: por ejemplo, los aviones en espera de despegar deben hacer cola en las pistas del aeropuerto hasta que se les de la salida; los pacientes que hacen cola en la sala de espera de un especialista médico; los electrodomésticos que necesitan algún tipo de arreglo en espera de ser reparados... Al ingeniero danés A. K. Erlang se le atribuye haber sido el creador de la teoría de colas a la que llegó después de estudiar los conmutadores telefónicos de Copenhague, en la compañía telefónica danesa (Eppen, Gould, Schmidt, Moore y Weatherford, 2000).

Gráficamente podemos representar un sistema de prestación de servicios configurado mediante líneas de espera de la siguiente forma:

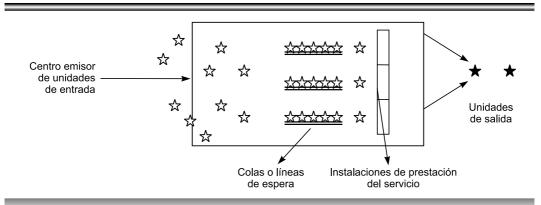


Figura 7.1. Sistema de prestación del servicio.

Los sistemas de colas de prestación de servicios se clasifican básicamente según su número de canales (lugares donde se puede recibir el servicio) y su número de fases (etapas necesarias para obtener el servicio prestado por completo). De esta forma tenemos 4 tipos de sistemas: unifase unicanal, unifase multicanal, multifase unicanal, multifase multicanal.

Las partes en que podemos dividir el estudio de las colas para facilitar su comprensión, siguiendo a Heizer y Render (2004), son:

- **1.** Las llegadas o *Entradas* al sistema.
- 2. La Disciplina o esquema de funcionamiento de la línea de espera.
- 3. Las *Instalaciones* de servicio.
- 1. Respecto a las llegadas hemos de conocer el tamaño de la población, que puede ser ilimitado o limitado. Normalmente los modelos de colas que se utilizan en la práctica suponen un conjunto de llegadas ilimitado o infinito. Por ejemplo, los vehículos que llegan a un lavado automático o los alumnos que llegan a matricularse en la universidad. Además estas llegadas se producen de acuerdo a un patrón concreto, por ejemplo cada 10 minutos o de manera aleatoria. Es frecuente que las llegadas al sistema se rijan por la distribución de Poisson que toma la siguiente forma:

$$P(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}$$
 para $x = 0, 1, 2, 3, 4, ...$

Donde P(x) = probabilidad de x llegadas

x = número de llegadas por unidad de tiempo

 λ = ritmo medio de llegada

e = 2,7183 (base de los logaritmos neperianos)

- 2. La cola de espera puede ser limitada (cuando no puede aumentar hasta una longitud infinita) o ilimitada (cuando su tamaño no tiene restricciones), que es el supuesto que se da en la práctica. La disciplina de la cola es el sistema de funcionamiento que sigue la misma. Los sistemas más habituales son FIFO (First In First Out), LIFO (Last In First Out) o el criterio de la máxima urgencia (el seguido en las salas de urgencias de los hospitales).
- 3. Características del servicio. Se refiere a la distribución que toman los tiempos de prestación del servicio, que pueden ser constantes o aleatorios. En la mayoría de los casos vamos a suponer que los tiempos de servicios aleatorios van a seguir una distribución exponencial negativa de probabilidades.

En los fenómenos de espera que se producen en los centros de trabajo podemos encontrarnos con una amplia variedad de modelos de colas. Nos centraremos en 4 modelos que parten de los siguientes supuestos:

- Llegadas que siguen una distribución de Poisson.
- Disciplina de la cola tipo FIFO.
- Una fase de servicio único.

Para facilitar la comprensión de los modelos de colas de espera D. G. Kendall propuso la siguiente notación que usaremos a continuación: (A/B/s), donde A = distribución de las llegadas (cuando A = M, significa que las llegadas siguen una distribución de Poisson); B = distribución del servicio (cuando B = M, significa que los tiempos de servicio siguen una distribución exponencial y cuando B = D, una distribución constante); s = número de servidores.

En la siguiente tabla presentamos los cuatro modelos que vamos a utilizar en la práctica de los procesos de trabajo (Fuente: Adaptado de Heizer y Render (2004):

Tipo de modelo	Notación técnica	Ejemplo	N.º de canales	N.º de fases	Patrón del ritmo de llegada	Patrón del tiempo de servicio	Tamaño de la población	Disciplina de la cola
Modelo 1	Sistema simple (M/M /1)	Mostrador de información en aeropuerto	1	1	Poisson	Exponencial	Ilimitada	FIFO
Modelo 2	Multicanal (M/M/c)	Mostrador de facturación en aeropuerto	c canales	1	Poisson	Exponencial	Ilimitada	FIFO
Modelo 3	Tiempo de servicio constante (M/D/1)	Lavado automático de vehículos	1	1	Poisson	Constante	Ilimitada	FIFO
Modelo 4	Población limitada o finita	Servicio de reprografía con 2 máquinas que pueden estropearse	1	1	Poisson	Exponencial	Finita	FIFO

Las fórmulas a utilizar en los 3 primeros modelos de colas son las siguientes (Heizer y Render (2004):

MODELO 1: SISTEMA SIMPLE (M/M/1)

 $\lambda = \text{n.}^{\text{o}}$ medio de llegadas al sistema por unidad de tiempo; $1/\lambda = \text{tiempo}$ medio que transcurre entre dos llegadas consecutivas;

 μ = n.° medio de elementos atendidos por el sistema por unidad de tiempo; $1/\mu$ = tiempo medio que invierte el servidor en atender a un elemento;

 $L_s = \text{n.}^{\circ}$ medio de unidades en el sistema (en cola más siendo servidas) esperando ser atendidas $= \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$;

 $L_q = \text{n.}^{\circ}$ medio de unidades esperando en la cola $= \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$;

 $W_s=$ tiempo medio que una unidad pasa en el sistema (tiempo de espera más tiempo de servicio) $=\frac{1}{\mu-\lambda};$

 W_q = tiempo medio que una unidad espera en la cola = $\frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$;

 ρ = factor de utilización del sistema = $\frac{\lambda}{\mu}$;

 P_0 = probabilidad de 0 unidades en el sistema (es decir, el servidor no está atendiendo a ningún elemento) = $1 - \frac{\lambda}{\mu}$;

 $P_{n>k}=$ probabilidad de más de k unidades en el sistema, donde n es el número de unidades en el sistema $=\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{k+1}$.

MODELO 2: SISTEMA MULTICANAL (M/M/C) CON C CANALES ABIERTOS

La probabilidad de que haya cero unidades en el sistema es:

$$P_{0} = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{c-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{n}\right] + \frac{1}{c!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{c} \frac{c\mu}{c\mu - \lambda}} \quad \text{para} \quad c\mu > \lambda$$

El n.º medio de unidades en el sistema es:

$$L_s = \frac{\lambda \mu \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^c}{(c-1)!(c\mu - \lambda)^2} P_0 + \frac{\lambda}{\mu}$$

El n.º medio de unidades en la cola esperando ser atendidas son:

$$L_q = L_s - \frac{\lambda}{\mu}$$

El tiempo medio que una unidad pasa en el sistema es:

$$W_s = \frac{\mu \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^c}{(c-1)!(c\mu - \lambda)^2} P_0 + \frac{1}{\mu} = \frac{L_s}{\lambda}$$

El tiempo medio que una unidad pasa en la cola es:

$$W_q = W_s - \frac{1}{\mu} = \frac{L_q}{\lambda}$$

La tasa de actividad del sistema es:

$$\rho = {
m factor} \ {
m de} \ {
m utilización} \ {
m del} \ {
m sistema} = rac{\lambda}{c\mu}$$

MODELO 3: TIEMPO DE SERVICIO CONSTANTE (M/D/1)

La longitud media de la cola:

$$L_q = \frac{\lambda^2}{2\mu(\mu - \lambda)}$$

Número medio de elementos en el sistema:

$$L_s = L_q + \frac{\lambda}{\mu}$$

Tiempo medio de espera en la cola:

$$W_q = \frac{\lambda}{2\mu(\mu - \lambda)}$$

Tiempo medio de espera en el sistema:

$$W_s = W_q + \frac{1}{\mu}$$

EJERCICIOS¹

7.1. En la Facultad de Estudios Sociales y del Trabajo de cierta universidad española los estudiantes llegan a un ritmo de 20 a la hora, según una distribución de Poisson, para solicitar fotocopias en la sala de reprografía donde sólo hay 1 máquina fotocopiadora. El proceso de fotocopiado tarda de media 80 segundos, según una distribución exponencial.

SE PIDE:

- 1. La longitud media de la cola.
- 2. El número medio de estudiantes en el sistema.
- 3. El tiempo medio de espera en la cola.
- **4.** El tiempo medio de espera en el sistema.
- 5. El porcentaje de utilización de la máquina.

Solución

El primer paso para resolver el problema es determinar a qué tipo de modelo corresponde de los estudiados. Como podemos observar se trata del modelo 1 (M/M/1), sistema simple de un solo canal.

De los datos del problema sabemos que $\lambda=20$ estudiantes/hora y $1/\mu=80$ segundos/estudiante; De aquí obtenemos que $\mu=0.0125$ estudiantes/segundo, valor que multiplicado por 60 segundos/minuto y por 60 minutos/hora resulta 45 estudiantes/hora = μ .

¹ En el Anexo 1 se recoge la solución de algunos de estos ejercicios mediante hoja de cálculo electrónica.

1. Aplicando la fórmula para la longitud media de la cola:

$$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{20^2}{45(45 - 20)} = \frac{400}{1.125} = 0,35555$$
 elementos en la cola

2. La fórmula del n.º medio de estudiantes en el sistema es:

$$L_s = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} = \frac{20}{45 - 20} = \frac{20}{25} = 0.8$$
 estudiantes en el sistema

3. Para el cálculo del tiempo medio de espera en cola usamos la fórmula:

$$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{20}{45(45 - 20)} = \frac{20}{45(25)} = \frac{20}{1.125} =$$
= 0,0177 horas = 1,062 minutos = 63,72 segundos

4. El tiempo medio de espera en el sistema:

$$W_s = \frac{1}{\mu - \lambda} = \frac{1}{45 - 20} = \frac{1}{25} = 0.04 \text{ horas} = 2.4 \text{ minutos} = 144 \text{ segundos}$$

5. El porcentaje de utilización de esta máquina es:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{20}{45} = 0,4444; 0,4444 \times 100 = 44,44\%$$
 de utilización de la fotocopiadora

7.2. Un centro médico privado tiene un solo profesional atendiendo a los pacientes que llegan de urgencias a razón de 4 cada hora, siguiendo una distribución de Poisson. El tiempo medio de servicio es de 12 minutos por paciente, según una distribución exponencial.

SE PIDE:

- 1. La longitud media de la cola.
- 2. El número medio pacientes en el sistema.
- 3. El tiempo medio de espera en la cola.
- **4.** El tiempo medio de espera en el sistema.
- 5. El grado de utilización del sistema.
- **6.** La probabilidad de que no haya ningún paciente esperando en el sistema.
- 7. La probabilidad de que haya más de 3 pacientes esperando en el sistema.

Solución

De los datos del ejercicio sabemos que se trata de un sistema simple unicanal (M/M/1) con $\lambda = 4$ pacientes/hora, valor que dividido por 60 min/hora da como resultado $\lambda = 0,0666$ pacientes/minuto; $1/\mu = 12$ minutos/paciente; de donde $\mu = 0,0833$ paciente/minuto.

1. La longitud media de la cola:

$$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{0,0666^2}{0,0833(0,0833 - 0,0666)} = \frac{0,00443556}{0,0833(0,0167)} =$$
= 3,1885 \approx 3 pacientes en cola

2. El número medio de pacientes en el sistema es:

$$L_s = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} = \frac{0,0666}{0,0833 - 0,0666} = \frac{0,0666}{0,0167} = 3,98 \cong 4 \text{ pacientes en el sistema}$$

3. El tiempo medio de espera en la cola es:

$$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{0,0666}{0,0833(0,0833 - 0,0666)} = 47,87 \text{ minutos}$$

4. El tiempo medio de espera en el sistema es:

$$W_s = \frac{1}{\mu - \lambda} = \frac{1}{0,0833 - 0,0666} = \frac{1}{0,0167} = 59,88 \text{ minutos}$$

5 El grado o factor de utilización del sistema se obtiene mediante la fórmula:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{0,0666}{0,0833} = 0,7995$$

es decir, en el sistema se trabaja a un 79,95% de su capacidad.

6. La probabilidad de que no haya ningún paciente esperando en el sistema es:

$$P_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu} = 1 - 0,7995 = 0,20048 \cong 20,05\%$$
 de probabilidad

7. La probabilidad de que haya más de 3 pacientes esperando en el sistema es:

$$P_{n>3} = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{3+1} = (0.7995)^4 = 0.4086$$

es decir, un 40,86% de probabilidad.

7.3. En una clínica veterinaria llegan animales para ser atendidos por el único veterinario que asiste en el centro de forma que aproximadamente cada 20 minutos entra un animal para ser atendido (según una distribución de Poisson). El tiempo que, por término medio, tarda el veterinario en atender a cada animal es de 15 minutos, siguiendo estos servicios una distribución exponencial.

SE PIDE:

- 1. La longitud media de la cola.
- 2. El número medio de animales en el sistema.

- El tiempo medio de espera de cada animal en la cola.
- El tiempo medio de espera del animal en el sistema.
- El porcentaje de trabajo efectivo del veterinario.
- La probabilidad de que no haya ningún animal esperando en el sistema.
- La probabilidad de que haya más de 5 animales esperando en el sistema.

El enunciado nos da el valor de $1/\lambda$ que es 20 minutos/animal de donde λ es 1/20 animales/minuto = 0,05 animales/minuto; también tenemos el valor de $1/\mu = 15$ minutos/animal de donde $\mu = 1/15 = 0,066$ animales/minuto. Aplicamos las fórmulas del modelo (M/M/1) que es el que corresponde a este caso y tenemos:

1.
$$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{0.05^2}{0.066(0.066 - 0.05)} = \frac{0.0025}{0.066(0.016)} = \frac{0.0025}{0.001056} = \frac{0.0025}{0.001056}$$

= $2.36 \cong 2$ animales en la cola esperando a ser atendidos.

2.
$$L_s = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} = \frac{0.05}{0.066 - 0.05} = 3.125 \cong 3$$
 animales en el sistema.

3.
$$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{0.05}{0.066(0.05 - 0.066)} = 47.35$$
 minutos de espera en la cola.

4.
$$W_s = \frac{1}{\mu - \lambda} = \frac{1}{0.016} = 62,5$$
 minutos de espera en el sistema.

5.
$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{0.05}{0.066} = 0.7575$$
; es decir, 75,75% de tiempo efectivo de trabajo del veterinario

6.
$$P_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu} = 1 - 0.7575 = 0.2425$$
; 24,25% de probabilidad de que no haya ningún animal en el sistema.

7.
$$P_{n>5} = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{5+1} = (0.7575)^6 = 0.2494$$
; 24,94% de probabilidad de que haya más de 5 animales esperando en la clínica.

7.4. Se han estudiado los procesos de trabajo de las cajeras y los tiempos de espera de los clientes en las colas que se forman en el hipermercado de un centro comercial durante un día cualquiera. En esos momentos hay 5 cajas abiertas y el tiempo que transcurre entre dos llegadas consecutivas de clientes que se incorporan a las colas es de 10 minutos (según distribución Poisson); el tiempo medio que cada cajera tarda en atender a un cliente es de 8 minutos (según distribución exponencial).

SE PIDE:

- Probabilidad de que no haya ningún cliente en el hipermercado.
- Número medio de elementos esperando tanto en la cola como siendo atendidos en ese momento.
- 3. Longitud de la cola.
- Tiempo medio de espera en el sistema (cola más caja).
- Tiempo medio de espera en la cola.

Solución

En primer lugar tenemos que identificar este sistema con alguno de los modelos que se tienen en teoría. Las 5 cajas que hay abiertas representan los 5 canales del sistema, por tanto, se trata del modelo (M/M/5) y aplicamos, para resolver los siguientes apartados, las fórmulas que corresponden al modelo 2 multicanal.

Del enunciado del problema obtenemos que 10 minutos/cliente es $1/\lambda$ de donde λ es 1/10 = 0.1 minutos/cliente; 8 minutos/cliente es $1/\mu$, lo cual nos lleva a que μ es 1/8 = 0.125clientes/minuto.

1.
$$P_0 = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{c-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n\right] + \frac{1}{c!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^c \frac{c\mu}{c\mu - \lambda}} \quad \text{para} \quad c\mu > \lambda$$

comprobamos, efectivamente, que $c\mu > \lambda$ ya que $5 \times 0.125 = 0.625 > 0.1$.

El valor
$$\frac{\lambda}{\mu} = 0.8$$
.

$$P_0 = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{5-1} \frac{1}{n!} (0.8)^n\right] + \frac{1}{5!} (0.8)^5} \frac{5(0.125)}{5(0.125) - 0.1} = \frac{1}{2,2223 + 46.81} = 0.0204$$

2,04% de probabilidad de que el sistema esté vacío.

2. El número medio de clientes en el sistema es:

$$L_s = \frac{\lambda \mu \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^c}{(c-1)!(c\mu-\lambda)^2} P_0 + \frac{\lambda}{\mu} = \frac{(0,1)(0,125)(0,8)^5}{4!(0,625-0,1)^2} (0,0204) + 0,8 =$$

 $= 0.8 \cong 1$ cliente en el sistema aproximadamente.

3. La longitud de la cola se calcula:

$$L_q = L_s - \frac{\lambda}{\mu} = 0.8 - 0.8 = 0$$

aproximadamente hay 0 clientes en cola.

4. El tiempo medio de espera en el sistema es:

$$W_{s} = \frac{\mu \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{c}}{(c-1)!(c\mu - \lambda)^{2}} P_{0} + \frac{1}{\mu} = \frac{L_{s}}{\lambda} = \frac{0.8}{0.1} =$$

= 8 minutos de espera en cola más siendo atendidos.

5. El tiempo medio de espera en cola es:

$$W_q = W_s - \frac{1}{\mu} = \frac{L_q}{\lambda} = 8 - 8 = \frac{0}{0.1} \cong 0$$
 minutos de espera en cola

7.5. Con los mismos datos del Ejercicio 7.3 correspondiente a la clínica veterinaria, suponer que se contrata a un nuevo veterinario. Por tanto,

SE PIDE:

- 1. La probabilidad de que no haya ningún animal esperando en el sistema.
- 2. El número medio de animales en el sistema.
- 3. La longitud media de la cola.
- **4.** El tiempo medio de espera del animal en el sistema.
- 5. El tiempo medio de espera de cada animal en la cola.
- **6.** El porcentaje de trabajo efectivo del veterinario.
- 7. Comparar los resultados con los que se obtuvieron en el caso en que la atención se realizó con 1 solo veterinario.

Solución

Se trata de un modelo (M/M/2) multicanal de 2 canales.

El valor de λ del Ejercicio 7.3 es 0,05 animales/minuto. El valor de μ es 0,066 animales/minuto. El cociente $\frac{\lambda}{\mu} = 0,7575$.

1.
$$P_0 = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{c-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n\right] + \frac{1}{c!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^c \frac{c\mu}{c\mu - \lambda}} \quad \text{para} \quad c\mu > \lambda$$

comprobamos que 2(0,066) > 0,05 y aplicamos la fórmula para c = 2 canales:

$$P_0 = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{2-1} \frac{1}{n!} (0.7575)^n\right] + \frac{1}{2!} (0.7575)^2 \frac{2(0.066)}{2(0.066) - 0.05}} = 0.4545$$

45,45 % de probabilidad de que no haya ningún animal en la clínica esperando.

2.
$$L_s = \frac{\lambda \mu \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^c}{(c-1)!(c\mu-\lambda)^2} P_0 + \frac{\lambda}{\mu} = \frac{0,05(0,066)(0,7575)^2}{1!((2)(0,066)-0,05)^2} 0,4545 + 0,7575 = 0,88 \cong 1 \text{ animal en el sistema como media.}$$

3.
$$L_q = L_s - \frac{\lambda}{\mu} = 0.88 - 0.7575 = 0.12 \cong 0$$
 animales esperando en cola.

4.
$$W_s = \frac{\mu \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^c}{(c-1)!(c\mu-\lambda)^2} P_0 + \frac{1}{\mu} = \frac{L_s}{\lambda} = \frac{0.88}{0.05} = 17.6 \text{ minutos esperando en el sistema.}$$

5.
$$W_q = W_s - \frac{1}{\mu} = \frac{L_q}{\lambda} = \frac{0.12}{0.05} = 2.4$$
 minutos de espera en la cola.

6.
$$\rho = \text{factor de utilización del sistema} = \frac{\lambda}{c\mu} = \frac{0.05}{2(0.066)} = 0.3788; 37,88\%$$
 de utilización del sistema.

7. La comparación de los resultados obtenidos entre el sistema de 1 canal (1 solo veterinario) y 2 canales (2 veterinarios) los tenemos en la siguiente tabla:

	Sistema 1 Canal (1 veterinario)	Sistema 2 Canales (2 veterinarios)
P_0	24,25%	45,45%
L_s	3 animales	1 animal
L_q	2 animales	0 animales
W_s	62,5 minutos	17,6 minutos
W_q	47,35 minutos	2,4 minutos
ρ	75,75%	37,88%

Como podemos observar en esta tabla la probabilidad de que no haya ningún animal en el sistema es mucho más alta en el caso de 2 veterinarios. Las longitudes del sistema y de la cola disminuyen en el caso de 2 veterinarios. Los tiempos de espera en el sistema y en la cola también son menores como consecuencia de que trabajan 2 veterinarios en vez de 1. Por último, el grado de utilización del sistema es menor en el caso de 2 veterinarios que en el caso de 1.

Se podría efectuar el análisis de costes asociado teniendo en cuenta el coste añadido por la contratación del 2.º veterinario que se compararía con la diferencia de costes de espera de los clientes en la clínica en los dos casos analizados.

7.6. Los empleados de la empresa ASTRO S.A. llegan a la máquina de café a un ritmo de 4 por minuto, siguiendo una distribución de Poisson. La máquina de café expide tazas en un tiempo constante de 10 segundos.

SE PIDE:

- 1. La longitud media de la cola que se forma en la sala de la máquina de café.
- 2. El número medio de personas esperando tanto en cola como siendo servidas.
- **3.** Tiempo medio de espera en la cola.
- **4.** Tiempo medio de espera tanto en cola como en el servicio.

En primer lugar determinamos que se trata de un modelo de servicio constante tipo 3 (M/D/1) con tiempo de servicio constante 10 segundos. Del enunciado del ejercicio obtenemos que $\lambda=4$ trabajadores/minuto y $1/\mu=10$ segundos/trabajador, de donde $\mu=0,1$ trabajadores/seg \times 60 seg/min = 6 trabajadores/minuto. Las fórmulas a aplicar son las que corresponden al modelo de servicio constante.

- 1. $L_q = \frac{\lambda^2}{2\mu(\mu \lambda)} = \frac{16}{12(2)} = 0.66 \cong 1$ trabajador en cola por término medio.
- 2. $L_s = L_q + \frac{\lambda}{\mu} = 1 + \frac{4}{6} = 1,66 \cong 2$ trabajadores esperando tanto en cola como siendo servidos por la máquina en ese momento.
- 3. $W_q = \frac{\lambda}{2\mu(\mu \lambda)} = \frac{4}{12(2)} = 0,1666$ minutos = 10 segundos de espera en la cola.
- **4.** $W_s = W_q + \frac{1}{\mu} = 0,1666 + 0,1666 = 0,3332 = 20$ segundos de espera tanto en la cola como en la máquina.
- **7.7.** A la máquina de lavado automático de la estación de servicio Villa Juana llegan los automóviles a un ritmo de 6 cada hora siguiendo una distribución de Poisson. El tiempo que emplea la máquina en cada ciclo de lavado es constante e igual a 6 minutos.

SE PIDE:

- 1. La longitud media de la cola que se forma en la máquina de lavado.
- El número medio de vehículos esperando tanto en cola como siendo lavados en esos momentos.
- **3.** Tiempo medio de espera en la cola antes de entrar al lavado.
- **4.** Tiempo medio de espera tanto en cola como en el proceso de lavado.

Solución

En primer lugar determinamos que se trata de un modelo de servicio constante tipo 3 (M/D/1) con tiempo de servicio constante 6 minutos. Del enunciado del ejercicio obtenemos que $\lambda=6$ vehículos/hora, valor que dividido entre 60 min/hora nos da $\lambda=0,1$ vehículos/minuto y $1/\mu=6$ minutos/vehículo, de donde $\mu=0,166$ vehículos/minuto. Las fórmulas a aplicar son las que corresponden al modelo de servicio constante.

1.
$$L_q = \frac{\lambda^2}{2\mu(\mu - \lambda)} = \frac{0.01}{0.332(0.066)} = 0.456$$
 vehículos en cola.

2.
$$L_s = L_q + \frac{\lambda}{\mu} = 0.456 + \frac{0.1}{0.166} = 1.058$$
 vehículos en el sistema.

3.
$$W_q = \frac{\lambda}{2\mu(\mu - \lambda)} = \frac{0.1}{0.332(0.066)} = 4.56$$
 minutos de espera en cola.

4.
$$W_s = W_q + \frac{1}{\mu} = 4,56 + 6,024 = 10,58$$
 minutos de espera en el sistema.

7.8. En una conocida cadena de ropa, en su sección femenina, se han detectado largas colas, especialmente de 19:00 a 20:00 horas, cuando los clientes están esperando para pagar las prendas que han adquirido.

Se ha efectuado un detenido análisis de este fenómeno llegando a comprobar que los intervalos de llegada y los tiempos de servicio responden a unas determinadas funciones de distribución, que se han relacionado con los números de tablas aleatorias de la siguiente forma:

Para las llegadas:

N.º	Minuto	N.º	Minuto	N.º	Minuto	N.º	Minuto
23	2	12	2	45	6	21	3
56	3	45	4	89	3	24	4
32	3	76	1	25	1	67	7
86	1	53	2	46	7	80	8
7	3	21	4	30	3	75	6

Y para los tiempos de servicios:

N.º	Minuto	N.º	Minuto	N.º	Minuto	N.º	Minuto
12	2	54	2	23	6	10	8
33	3	98	9	56	3	45	3
69	3	22	7	32	1	87	5
48	4	46	6	86	7	56	7
20	8	31	4	7	3	90	5

SE PIDE:

Mediante el empleo de la técnica de la simulación, efectuar un estudio de tipo económico para determinar la conveniencia o no de abrir una caja más en esta hora punta. Suponer que la prestación del servicio se efectúa en base al sistema FIFO.

Aplicando la técnica de la simulación a este fenómeno creamos la siguiente tabla que recoge los principales elementos descriptivos de la situación que se produce entre las 19 y 20 horas cuando sólo hay una persona cobrando en caja (los tiempos y las duraciones aparecen en minutos):

Tiempo de llegada	Hora de llegada	Inicio del servicio	Duración del servicio	Hora de salida	Tiempo espera empleado	Tiempo espera cliente	Longitud de cola
2	19:02	19:02	2	19:04	2		
3	19:05	19:05	3	19:08	1		
3	19:08	19:08	3	19:11			
1	19:09	19:11	4	19:15		2	1
3	19:12	19:15	8	19:23		3	1
2	19:14	19:23	2	19:25		9	2
4	19:18	19:25	9	19:34		7	2
1	19:19	19:34	7	19:41		15	3
2	19:21	19:41	6	19:47		20	4
4	19:25	19:47	4	19:51		22	3
6	19:31	19:51	6	19:57		20	4
3	19:34	19:57	3	20:00		23	4
1	19:35	20:00	1	20:01		25	5
7	19:42	20:01	7	20:08		19	5
3	19:45	20:08	3	20:11		23	6
3	19:48	20:11	8	20:19		23	6
4	19:52	20:19	3	20:22		27	6
7	19:59	20:22	5	20:27		23	6
					3 minutos	261 minutos	

La simulación del fenómeno de espera con dos personas cobrando en caja se recoge a continuación. Téngase en cuenta que al haber dos cajas abiertas para realizar el cobro, en muchas ocasiones, al encontrarse las dos disponibles, suponemos que el cliente se decantará antes por la caja 1 que por la caja 2:

Tiempo de llegada	de	Inicio del servicio Caja 1	Inicio del servicio Caja 2	Duración del servicio	Hora de salida cliente Caja 1	Hora de salida cliente Caja 2	Tiempo espera empleado Caja 1	Tiempo espera empleado Caja 2	Tiempo espera cliente	Longitud de la cola
2	19:02	19:02		2	19:04		2			
3	19:05	19:05		3	19:08		1			
3	19:08	19:08		3	19:11					
1	19:09		19:09	4		19:13		9		
3	19:12	19:12		8	19:20		1			
2	19:14		19:14	2		19:16		1		
4	19:18		19:18	9		19:27		2		
1	19:19	19:20		7	19:27				1	1
2	19:21	19:27		6	19:33				6	1
4	19:25		19:27	4		19:31			2	2
6	19:31		19:31	6		19:37				
3	19:34	19:34		3	19:37		1			
1	19:35	19:37		1	19:38				2	1
7	19:42	19:42		7	19:49		4			
3	19:45		19:45	3		19:48		8		
3	19:48		19:48	8		19:56				
4	19:52	19:52		3	19:55		3			
7	19:59	19:59		5	20:04		4	4 (hasta 20:00)		
							16 minutos	24 minutos	11 minutos	

Si el coste empresarial de una hora de trabajo de cada empleado es 1.000 u.m./hora y el coste de espera del cliente (por abandono de la cola y mala imagen para la empresa) se estima en 10 u.m./minuto, el análisis económico resulta:

Situación 1 (1 empleado en caja):

Coste total para la empresa = Coste empleado + coste espera cliente = 1.000 u.m. + $+ 261 \text{ min.} \times 10 \text{ u.m./min.} = 3.610 \text{ u.m.}$

Situación 2 (2 empleados en caja):

Coste total para la empresa = Coste 2 empleados + coste espera cliente = 2.000 u.m. + $+ 11 \text{ min.} \times 10 \text{ u.m./min.} = 2.110 \text{ u.m.}$

Como se deriva de los resultados obtenidos, a la empresa le resultaría más rentable poner a otro empleado más en caja ya que los costes totales disminuirían, teniendo en cuenta que el coste de espera del cliente («esperar para pagar»), en estas situaciones, es muy alto. Asimismo, los tiempos de inactividad de los empleados (16 y 24 minutos) se pueden ocupar en otras tareas accesorias a llevar a cabo en caja.

EJERCICIOS PROPUESTOS

7.1. En un comercio de venta de ropa al por mayor hay una persona atendiendo al público que recibe la visita de 3 personas a la hora por término medio para realizar alguna compra. El tiempo que tarda el empleado en atender a un cliente es de 15 minutos como media. Suponiendo que las llegadas se producen según una distribución de Poisson y las salidas según una exponencial, siendo la disciplina de la cola: primero que llega, primero en ser atendido.

SE PIDE:

- 1. La intensidad de trabajo en la tienda.
- 2. La probabilidad de que no haya ninguna persona esperando en cola para ser atendida.
- 3. La probabilidad de que haya más de dos personas a la vez en el comercio.
- **4.** El n.º promedio de clientes que esperan en cola para ser atendidos.
- **7.2.** En la oficina central de una importante red bancaria se encuentran abiertas 3 cajas diariamente. Se ha observado que las llegadas de los clientes se producen a un ritmo de 2 cada 20 minutos, siguiendo una distribución de Poisson. Por su parte, el tiempo medio que un empleado de la caja tarda en atender a un cliente es de 8 minutos siguiendo las salidas una distribución exponencial.

SE PIDE:

- 1. Probabilidad de que no haya ningún cliente en la sucursal bancaria.
- 2. Número medio de clientes esperando tanto en la cola como siendo atendidos en ese momento.
- **3.** Longitud de la cola.
- **4.** Tiempo medio de espera en el sistema (cola más caja).
- 5. Tiempo medio de espera en la cola.
- **7.3.** Dada la situación planteada en el Ejercicio 7.8, simular la actividad llevada a cabo por 3 empleados cobrando en caja. ¿Qué efecto tendría sobre el tiempo de espera en cola de los clientes? ¿Y sobre la longitud de la cola? ¿Cómo afectaría al tiempo de espera de los 3 empleados? ¿Sería recomendable poner a un tercer empleado cobrando en caja desde un punto de vista económico?

Calidad de los procesos de trabajo



Precisiones conceptuales

A lo largo de la historia de la humanidad se ha podido apreciar una constante preocupación por el trabajo bien hecho y por el cumplimiento de unas normas y procedimientos en la ejecución de las labores. Este interés se ha traducido, a partir de mediados del siglo XX, en la aparición del concepto de calidad y en la implantación de sistemas que tratan de conducirnos de forma progresiva a la mejora de todos los aspectos que conforman el sistema de gestión de una empresa.

La implantación de un sistema de gestión de la calidad en la empresa supone disminución de costes, mejora de la productividad, aumento de la rentabilidad, mejora de la imagen comercial y, en general, cuantos beneficios se deducen de una mejor gestión interna de los procesos.

Los principios fundamentales en que se sustenta la calidad son:

- Potenciación de los empleados o también denominado empowerment.
- Establecimiento del punto de referencia o benchmarking.
- Herramientas de gestión de la calidad total.

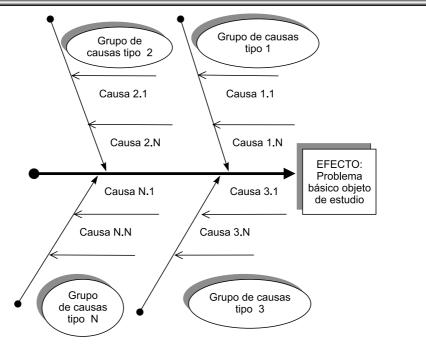
La calidad total es una filosofía que se caracteriza por sus principios, prácticas y técnicas. Sus tres principios básicos son la orientación al cliente, la mejora continua (kaizen) y el trabajo en equipo, implantándose éstos por medio de un conjunto de prácticas que son simples actividades, tales como recoger información de los clientes o analizar los procesos. Las prácticas están apoyadas, en cambio, por una amplia gama de técnicas como el análisis de Pareto, los diagramas causa-efecto o el control estadístico de los procesos.

El *análisis de Pareto*, aplicado al tema que nos ocupa, incide en la importancia relativa de muy pocas causas (un 20% aproximadamente) responsables de la mayor parte del coste (un 80%) en que la empresa incurre por falta de calidad en sus productos o en la prestación de sus servicios. De esta forma, en este análisis se admite que los costes de calidad no están

distribuidos uniformemente ya que pocos de los contribuyentes son responsables de la mayor parte de los costos.

Otra herramienta de solución de problemas en el ámbito de la gestión de la calidad empresarial es el brainstorming, o tormenta de ideas, que trata de identificar problemas y determinar sus causas. Se trata de un método de trabajo en equipo basado en aprovechar la creatividad de los miembros del grupo, generando múltiples ideas en un período breve.

El diagrama causa-efecto, o también llamado diagrama en espina de pescado (por su forma estructural) o diagrama de Ishikawa (en honor al profesor del mismo nombre a quién se debe la amplia difusión de la técnica), es un modelo esquemático que proporciona una fotografía de los resultados de analizar los problemas detectados en la organización (efectos) y los orígenes (causas) que contribuyeron a su formación (véase Figura 8.1).



Fuente: Adaptado de Aguirre, Castillo y Tous (2002).

Figura 8.1. Estructura general de un diagrama en espina de pescado.

La implantación de sistemas de calidad normalizados no es un requisito legal para las empresas, sin embargo, es una acción muy recomendable para mejorar sus niveles de competitividad. Las normas sobre aseguramiento y gestión de la calidad fueron publicadas por primera vez en 1987, por el Organismo Internacional de Normalización y se revisaron en 1994. Su aparición supuso, en primer lugar, la armonización en el ámbito internacional de las normas sobre calidad existentes hasta el momento y, en segundo lugar, el aumento del impacto de la calidad como un factor en el comercio internacional (Llorens y Fuentes, 2000).

Las normas de la serie 9000 se aplican a distintas situaciones: así, la norma ISO 9000 es una introducción a las demás de la serie. El resto, se clasifican en dos grupos: 1) las que se usan para demostrar la calidad frente a terceros que se aplican bajo el enfoque contractual y son ISO 9001, ISO 9002 e ISO 9003; y 2) las que se refieren a la gestión de calidad, que es ISO 9004. Relacionando estas normas con las etapas del ciclo de calidad en las que la empresa quiere asegurar la conformidad con los requisitos establecidos, se tienen las siguientes situaciones, siguiendo a Llorens y Fuentes (2000):

- Si el producto no está completamente definido se debe utilizar la norma ISO 9001, pues el contrato requerirá de manera específica un trabajo de diseño y unos requisitos para el producto.
- Si el producto está completamente definido y diseñado, se aplicará el modelo ISO 9002 o 9003.
- Si con la inspección y los ensayos finales se puede asegurar la conformidad, se debe aplicar la norma ISO 9003.
- En el caso en que la empresa sólo pretenda desarrollar un sistema de gestión de la calidad por razones internas, deberá seguir la norma ISO 9004.

Un sistema de gestión de la calidad está formado por un conjunto de tareas coordinadas para enfocar una organización hacia la obtención de la calidad de sus procesos, tal y como se establece en la norma ISO 9000. Hemos de tener en cuenta que un sistema de calidad no va a resolver todos los problemas de la organización pero sí puede ayudar a mejorar la gestión interna de la misma.

En la Figura 8.2 se presenta un modelo de sistema de gestión de la calidad basado en los procesos internos de la compañía:



El sistema de gestión de la calidad conlleva disponer de una serie de elementos como los procesos internos de la organización, el manual de calidad, las instrucciones de trabajo, el plan de capacitación, los registros de calidad, etc. Todos estos elementos deben estar documentados por escrito.

El manual de calidad es un documento que describe la estructura general del sistema de calidad de la empresa y proporciona una continua referencia durante la implantación y aplicación de dicho sistema. Es importante para la empresa tanto a nivel interno como externo.

La *certificación*, junto con la *homologación*, permiten demostrar la calidad de los productos o los servicios que presta la empresa. En términos generales, la certificación es la acción llevada a cabo por una entidad, reconocida como independiente de las partes interesadas (entidades de certificación), mediante la que se manifiesta la conformidad de una empresa, producto, proceso, servicio o persona con los requisitos definidos en normas o especificaciones técnicas.

La diferencia entre certificación y homologación es que la homologación es obligatoria y se basa en el sometimiento a unas leyes o reglamentaciones de obligado cumplimiento, en razón a los intereses de la sociedad, mientras que la certificación no se hace por imperativo legal.

La actividad de normalización tiene como objetivo unificar y homogeneizar criterios respecto a determinadas materias de tal forma que se utilice un lenguaje común en un campo concreto de actividad. Es posible normalizar cualquier tipo de producto, servicio o proceso, por ejemplo materias primas, equipos y métodos de trabajo, unidades de medida, condiciones de seguridad, etc.

En la práctica empresarial, los pasos a seguir para llevar a cabo la implementación de un sistema de gestión de la calidad, en base a las normas UNE-EN ISO 9001, se sintetizan en el siguiente esquema (Figura 8.3) elaborado a partir de documentación del Servicio Andaluz de Empleo de la Junta de Andalucía:

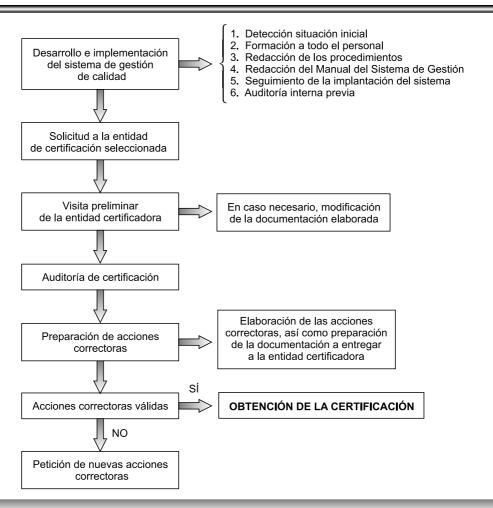


Figura 8.3.

EJERCICIOS

- **8.1.** En un centro de estudios de educación primaria se han recibido las siguientes quejas realizadas por los padres de los alumnos:
- La comida prescrita por el médico no se le ha administrado a su hijo en el comedor.
- El autobús ha dejado a su hija en la parada cuando no había nadie para recogerla.
- La profesora ha preguntado en un control cosas que su hijo no había estudiado.
- En la fiesta del colegio siempre ponen a las mismas madres de capitanas de los equipos.
- La profesora de inglés no sabe pronunciar bien inglés.
- En clase de informática usan un sistema operativo muy antiguo.
- Su hija ha comido huevo en el comedor dos días seguidos.
- La monitora del autobús es extranjera y no entendió que su hija comía en casa ese
- Su hijo lleva muchos deberes a casa.
- En la hora de taller artístico (actividad extraescolar) su hija no hace nada.

SE PIDE:

Efectuar un diagrama causa-efecto con la información anterior.

Solución

En primer lugar hemos de organizar la información anterior por grupos de problemas. Detectamos, en este sentido, problemas con el servicio de comedor, con el servicio de autobús, con las actividades o eventos extraescolares, con el profesorado.

De esta forma los problemas se pueden enmarcar de la siguiente manera:

GRUPO 1: Problemas con el profesorado:

- La profesora ha preguntado en un control cosas que su hijo no había estudiado (Causa 1.1).
- La profesora de inglés no sabe pronunciar bien inglés (Causa 1.2).
- En clase de informática usan un sistema operativo muy antiguo (Causa 1.3).
- Su hijo lleva muchos deberes a casa (Causa 1.4).

GRUPO 2: Problemas con el servicio de comedor:

- La comida prescrita por el médico no se le ha administrado a su hijo en el comedor (Causa 2.1).
- Su hija ha comido huevo en el comedor dos días seguidos (Causa 2.2).

GRUPO 3: Problemas con el servicio de autobús:

— El autobús ha dejado a su hija en la parada cuando no había nadie para recogerlo (Causa 3.1).

— La monitora del autobús es extranjera y no entendió que su hija comía en casa ese día (Causa 3.2).

GRUPO 4: Problemas con las actividades extraescolares y con la organización de eventos especiales:

- En la hora de taller artístico (actividad extraescolar) su hija no hace nada (Causa 4.1).
- En la fiesta del colegio siempre ponen a las mismas madres de capitanas de los equipos (Causa 4.2).

El diagrama de Ishikawa o causa-efecto para los problemas detectados en este centro escolar se pueden representar gráficamente en la Figura 8.4.

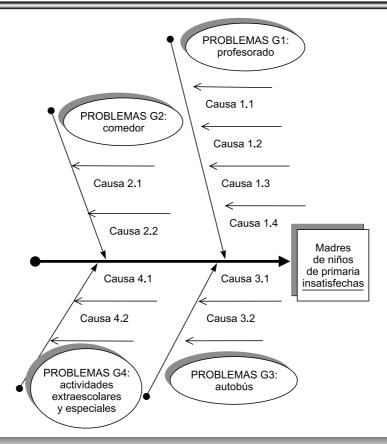


Figura 8.4.

- **8.2.** En una sucursal bancaria se han detectado, en el último mes, los siguientes problemas en sus procesos internos de trabajo:
- Frecuentes «caídas» del sistema informático.
- Clientes que preguntan por productos que ya no se ofrecen.
- No hay monedas de cambio suficientes para dar a clientes de comercios cercanos.
- Alarma generada entre los clientes por el intento de robo por parte de un drogodependiente.
- Clientes que se quejan por el cobro de comisiones muy altas.
- Clientes que se quejan por el mal trato recibido por parte de un empleado.
- Empleado que no sabe resolver el problema de un cliente que opera a través de Internet.
- Finalización de existencias del regalo de la última oferta.

SE PIDE:

Agrupar las causas de forma que se puedan estructurar en un diagrama en espina de pescado. Efectúelo.

Solución

Con los problemas detectados en esta sucursal bancaria podríamos hacer los siguientes grupos:

GRUPO 1: Problemas con departamentos de operaciones y marketing:

- Clientes que preguntan por productos que ya no se ofrecen (Causa 1.1).
- Finalización de existencias del regalo de la última oferta (Causa 1.2).
- Clientes que se quejan por el cobro de comisiones muy altas (Causa 1.3).

GRUPO 2: Problemas con seguridad:

— Alarma generada entre los clientes por el intento de robo por parte de un drogodependiente (Causa 2.1).

GRUPO 3: Problemas con métodos de trabajo y formación de empleados:

- No hay monedas de cambio suficientes para dar a clientes de comercios cercanos (Causa 3.1).
- Clientes que se quejan por el mal trato recibido por parte de un empleado (Causa 3.2).
- Empleado que no sabe resolver el problema de un cliente que opera a través de Internet (Causa 3.3).

GRUPO 4: Problemas de informática:

— Frecuentes «caídas» del sistema informático (Causa 4.1).

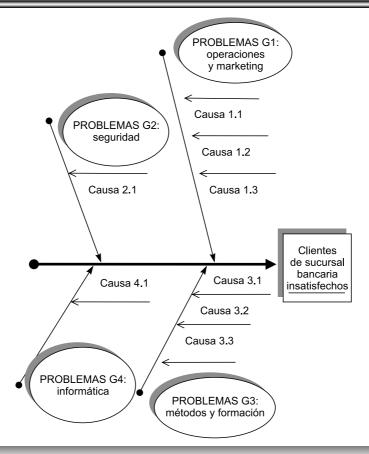


Figura 8.5.

8.3. En las oficinas de la Comunidad de Propietarios TORREMAR se ha obtenido la hoja de registro que se muestra en la página siguiente, con las quejas realizadas por los comuneros durante los últimos seis meses.

SE PIDE:

Con la información adjunta realice una gráfica de Pareto donde se visualice la relación entre los tipos de problemas detectados y su grado de aparición en esta organización. ¿Qué recomendaciones podría hacerle a esta comunidad de propietarios?

C. P. Torremar	Zona deportiva	Piscina y zonas verdes	Recogida basura	Carreteras y acerado	Iluminación	Relaciones entre vecinos
Enero	111111	///	1111	111	11	11111
Febrero	//////	111	1	11	✓	1111
Marzo		///		1	J J	JJJJ
Abril		/ /	11		//	111
Mayo		111	1		11	
Junio		J J J J		•	1	111

Solución

En primer lugar, contabilizamos el total de tics anotados por tipos de problemas y por meses registrados, de la siguiente forma:

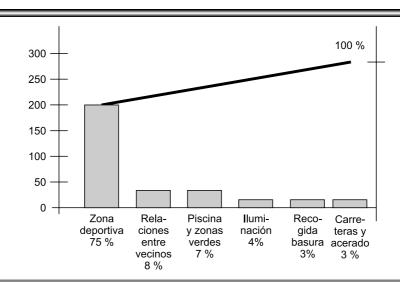
C. P. Torremar	Zona deportiva	Piscina y zonas verdes	Recogida basura	Carreteras y acerado	Iluminación	Relaciones entre vecinos
1.er semestre	200 tics	18 tics	8 tics	8 tics	10 tics	21 tics

Total de tics anotados en el 1. er semestre = 265 tics.

Ahora calculamos los porcentajes correspondientes a cada grupo de problemas dividiendo el número de tics de cada tipo entre el total de tics anotados, de la siguiente forma:

C. P. Torremar	Zona deportiva	Relaciones entre vecinos	Piscina y zonas verdes	Iluminación	Recogida basura	Carreteras y acerado
Porcentaje de cada tipo	(200/265) × × 100 = 75%	(21/265) × × 100 = 8%	. , ,	(10/265) × × 100 = 4%	$(8/265) \times 100 = 3\%$	(8/265) × × 100 = 3%
Porcentaje acumulado	75%	83%	90%	94%	97%	100%

Como vemos el porcentaje acumulado de tipos de problemas suma un 100% y tan sólo con las dos primeras causas se llega a sobrepasar el 80% de los problemas que se dan en esta organización. La gráfica de Pareto para la situación que se plantea en esta comunidad de propietarios queda representada en la Figura 8.6:



8.4. El supermercado DUNAS ha llevado durante el último año un registro pormenorizado de cuantas quejas se han recibido por parte de los clientes. En la tabla de la página siguiente aparecen las anotaciones efectuadas por principales grupos de pro-

blemas:

Figura 8.6.

Supermercado DUNAS	ı			cia ict	1		ario de ertura		ormas pago		P	re	ci	os	;		I	Personal
Enero																		
Febrero																		
Marzo																		
Abril																		
Mayo																		
Junio										Ī								
Julio																		
Agosto																		
Septiembre																		
Octubre											ĺ							
Noviembre											ĺ							
Diciembre												İ						

SE PIDE:

Con la información que antecede elabore un diagrama de Pareto en el que se clasifiquen los problemas detectados en la empresa de forma que su visualización ayude a la dirección a tomar las decisiones más oportunas.

Solución

En primer lugar, contabilizamos el total de anotaciones por tipos de problemas y para el año completo, de la siguiente forma:

Supermercado DUNAS	Existencias de productos		Formas de pago	Precios	Personal
Total de anotaciones durante el año	21	11	6	116	3
Porcentaje respecto al total de anotaciones = 157				(116/157) × × 100 = 74%	

Como se desprende de la tabla adjunta, tan sólo el problema de los precios, supone el 74% de las anotaciones efectuadas durante el año. Los porcentajes correspondientes a cada grupo de problemas y la línea de porcentajes acumulados se observa en la Figura 8.7.

La consecuencia directa de los resultados de la gráfica de Pareto es que habría que examinar la forma de establecer los precios en el supermercado porque la mayor parte de las quejas se producen por este motivo. Se le recomendaría al gerente del supermercado que

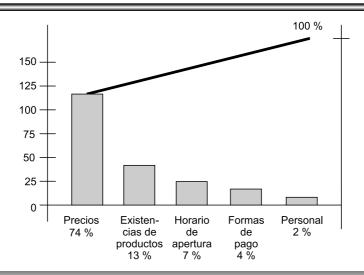


Figura 8.7.

comparara con los precios de la competencia y en caso de que estén marcados por encima de la media de sus competidores más directos, estableciera una política de estabilización de los mismos, al menos durante uno o dos años, hasta que se igualaran con los demás.

EJERCICIO PROPUESTO

8.1. Aplique el sistema de gestión de calidad total al servicio de reprografía del centro de estudios donde usted se encuentra actualmente. ¿Qué mejoras aportaría al desarrollo de los procesos de trabajo tal y como se están llevando a cabo actualmente? En primer lugar, desarrolle en grupo una sesión de *brainstorming* para analizar la situación que presenta este servicio y, a continuación, basándose en los resultados obtenidos trace un diagrama causa-efecto donde se plasmen los problemas detectados y sus causas. Finalmente, establezca una relación de posibles soluciones a los problemas.

PARTE III

Microprocesos de trabajo

Estudio y productividad de los procesos de trabajo



Precisiones conceptuales

El *Estudio del Trabajo* está compuesto de dos técnicas básicas que son el estudio de métodos y la medición del trabajo. La Institución Británica de Estándares (BSI, 1991) los define de la siguiente forma:

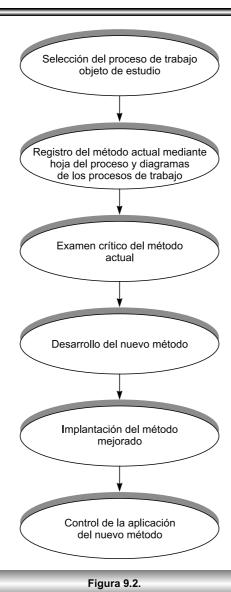
- Estudio de métodos de trabajo: es el registro y examen crítico sistemático de los modos de realizar actividades con el fin de efectuar mejoras en los procesos de trabajo.
- Medición de los procesos de trabajo: consiste en la aplicación de técnicas al efecto para determinar con exactitud cuánto tiempo debería invertir un trabajador cualificado en llevar a cabo un proceso concreto de trabajo.

Estas dos técnicas están relacionadas entre sí y ambas desembocan en la obtención de unos mayores niveles de productividad en las organizaciones donde se ponen en práctica. La Figura 9.1 ilustra tal relación.



Figura 9.1.

Las etapas que componen el Estudio del Trabajo se representan en la Figura 9.2.



En la aplicación práctica del contenido de este capítulo nos centraremos, en primer lugar, en el análisis de la productividad de los procesos de trabajo y su medición teniendo en cuenta los factores que intervienen en el proceso productivo. Por otro lado, dentro de las etapas del Estudio del Trabajo, focalizaremos nuestra atención en la fase de selección de los procesos de trabajo y, basándonos en el criterio económico, utilizaremos el análisis de Pareto para realizar la elección.

EJERCICIOS¹

9.1. Las empresas CASABLANCA y EL MOLINO, situadas en la provincia de Almería, se dedican al cultivo de las hortalizas. Se dispone de los siguientes datos:

Datos empresariales	Empresa CASABLANCA	Empresa EL MOLINO
Superficie para el cultivo	27 Ha	18 Ha
Precio de la Ha	2.500 €	2.600 €
N.º empleados	30	28
Horario	40 h/sem	35 h/sem
Coste hora de mano de obra	16,5 €	16,5 €
Maquinaria	75.000 €	62.500 €
Gastos de mantenimiento de la maquinaria	2.500 €/mes	2.000 €/mes
Producción anual	355.000 kg	355.000 kg
Precio de venta	11,5 €/kg	10,5 €/kg

SE PIDE:

Calcular las productividades parciales de la mano de obra, terrenos y maquinaria, así como la productividad total de ambas empresas.

Solución

En primer lugar, determinamos las productividades parciales, de cada uno de los factores productivos implicados en el proceso de trabajo, por empresas, de la siguiente forma:

EMPRESA CASABLANCA

Productividad parcial del terreno:

$$\frac{355.000 \text{ kg} \times 11,5 \text{ €/kg}}{27 \text{ Ha} \times 2.500 \text{ €/Ha}} = \frac{4.082.500 \text{ €}}{67.500 \text{ €}} = 60,48$$

Productividad parcial de la mano de obra:

$$\frac{355.000 \text{ kg} \times 11,50 €/\text{kg}}{30 \text{ empl.} \times 40 \text{ h/sem.} \times 16,5 € \text{ h} \times 52 \text{ semanas}} = \frac{4.082.500 €}{1.029.600 €} = 3,96$$

¹ En el Anexo 1 figuran resueltos algunos ejercicios de este capítulo utilizando para ello la hoja de cálculo electrónica.

Productividad parcial de la maquinaria:

$$\frac{355.000 \text{ kg} \times 11,50 \text{ €/kg}}{75.000 \text{ €} + 2.500 \text{ €/mes} \times 12 \text{ meses}} = \frac{4.082.500 \text{ €}}{105.000 \text{ €}} = 38,88$$

Productividad total de recursos utilizados por la empresa CASABLANCA:

$$\frac{355.000 \text{ kg} \times 11.5 \text{ €/kg}}{67.500 \text{ €} + 1.029.600 \text{ €} + 105.000 \text{ €}} = \frac{4.082.500 \text{ €}}{1.202.100 \text{ €}} = 3,396$$

EMPRESA EL MOLINO

Productividad parcial del terreno:

$$\frac{355.000 \text{ kg} \times 10,5 \text{ €/kg}}{18 \text{ Ha} \times 2.600 \text{ €/Ha}} = \frac{3.727.500 \text{ €}}{46.800 \text{ €}} = 79,65$$

Productividad parcial de la mano de obra:

$$\frac{355.000 \text{ kg} \times 10,5 €/\text{kg}}{28 \text{ empleados} \times 35 \text{ h/sem.} \times 16,5 €/\text{horas} \times 52 \text{ semanas}} = \frac{3.727.500 €}{840.840 €} = 4,43$$

Productividad parcial de la maquinaria:

$$\frac{355.000 \text{ kg} \times 10.5 \text{ €/kg}}{62.500 \text{ €} + 2.000 \text{ €/mes} \times 12 \text{ meses}} = \frac{3.727.500 \text{ €}}{86.500 \text{ €}} = 43,09$$

Productividad total de recursos utilizados por la empresa EL MOLINO:

$$\frac{3.727.500 \in}{46.800 \in +840.840 \in +86.500 \in} = \frac{3.727.500 \in}{974.140 \in} = 3,83$$

Si comparamos las productividades totales de ambas empresas vemos que hay muy poca diferencia entre ambas, siendo la de la empresa EL MOLINO (3,83) ligeramente superior a la de CASABLANCA (3,396). Ello nos indica que EL MOLINO hace un empleo de recursos más eficiente a pesar de tener menos superficie de terreno cultivable (18 Ha frente a 27 Ha), vendiendo la misma cantidad de producción a un precio también inferior (10,5 €/kg frente a 11,5 \in /kg).

9.2. El propietario de la empresa PODOLOG, dedicada al tratamiento clínico del pie desea conocer la productividad asociada a sus procesos de trabajo. Para ello ha obtenido la siguiente valoración referente a los recursos invertidos en su negocio durante dos años consecutivos:

PODOLOG año 2006	Valoración de sus ingresos y recursos
Prestaciones de servicios podológicos	160 servicios de media mensual
Precio medio de cobro	80 €/servicio
Venta media de productos podológicos	2.000 €/mes
Personal: 2 empleados	1.800 €/mes × 14 pagas anuales (incluido coste de la Seguridad Social)
Equipo de trabajo	60.000 €
Coste mantenimiento equipo	300 €/mes
Alquiler de local	800 €/mes

PODOLOG año 2007	Valoración de sus ingresos y recursos
Prestaciones de servicios podológicos	180 servicios de media mensual
Precio medio de cobro	90 €/servicio
Venta media de productos podológicos	1.900 €/mes
Personal: 2 empleados	1.850 €/mes × 14 pagas anuales (incluido coste de la Seguridad Social)
Equipo de trabajo	55.000 €
Coste mantenimiento equipo	320 €/mes
Alquiler de local	850 €/mes

SE PIDE:

Calcular las productividades parciales por factores y las productividades totales de los dos años para los que se tienen datos, interpretando los resultados. Asesore a este empresario para conseguir incrementos anuales de productividad.

Solución

En primer lugar nos centramos en el cálculo de las productividades obtenidas en el transcurso del año 2.006:

Productividad parcial del personal:

$$\frac{160 \text{ servicios/mes} \times 12 \text{ meses} \times 80 \text{ €/servicio} + 2.000 \text{ €/mes} \times 12 \text{ meses}}{2 \text{ empleados} \times 1.800 \text{ €/mes} \times 14 \text{ meses}} = \frac{153.600 \text{ €} + 24.000 \text{ €}}{50.400 \text{ €}} = \frac{177.600 \text{ €}}{50.400 \text{ €}} = 3,52$$

Productividad parcial del equipo de trabajo:

$$\frac{177.600 €}{60.000 € + 300 €/mes × 12 meses} = \frac{177.600 €}{63.600 €} = 2,79$$

Productividad parcial del local:

$$\frac{177.600 €}{800 €/mes × 12 meses} = \frac{177.600 €}{9.600 €} = 18,5$$

Productividad total PODOLOG año 2006:

$$\frac{177.600 \in}{50.400 \in +63.600 \in +9.600} = \frac{177.600 \in}{123.600 \in} = 1,44$$

A continuación realizamos los mismos cálculos que anteriormente, teniendo ahora como base el año 2007:

Productividad parcial del personal:

$$\frac{180 \text{ servicios/mes} \times 12 \text{ meses} \times 90 \text{ €/servicio} + 1.900 \text{ €/mes} \times 12 \text{ meses}}{2 \text{ empleados} \times 1.850 \text{ €/mes} \times 14 \text{ meses}} = \frac{194.400 \text{ €} + 22.800 \text{ €}}{51.800 \text{ €}} = \frac{217.200 \text{ €}}{51.800 \text{ €}} = 4,19$$

Productividad parcial del equipo de trabajo:

$$\frac{217.200 €}{55.000 € + 320 €/mes × 12 meses} = \frac{217.200 €}{58.840 €} = 3,69$$

Productividad parcial del local:

$$\frac{217.200 €}{850 €/mes × 12 meses} = \frac{217.200 €}{10.200 €} = 21,29$$

Productividad total PODOLOG año 2007:

$$\frac{217.200 \in}{51.800 \in +58.840 \in +10.200 \in} = \frac{217.200 \in}{120.840 \in} = 1,797$$

Como podemos comprobar, la productividad total del año 2007 ha incrementado respecto a la que se obtuvo en 2006. Ello ha sido debido, fundamentalmente, al incremento del número de servicios prestados, 180 de media mensual frente a 160 del año anterior, lo que ha originado mayores ingresos para la empresa. En cuanto a la venta de productos podológicos, ésta ha descendido ligeramente, aunque este descenso no se ha hecho notar en el montante total de ingresos.

Respecto a los factores que intervienen en el proceso de trabajo hemos de señalar que todos, a excepción de la valoración del equipo, han incrementado el coste para la empresa, lo que repercute negativamente en las productividades parciales y totales. Este factor negativo ha sido compensado en estos dos años analizados con el incremento de los ingresos totales, por tanto, se le recomendaría a este empresario que continuara con esta política de generar incremento en la prestación de servicios, incluso que ampliara la oferta de productos y servicios para obtener mayores ingresos totales.

9.3. La empresa PANADEROS REUNIDOS se dedica a la fabricación y venta de diferentes tipos de pan y repostería variada. De sus datos contables ha obtenido la información que aparece en el siguiente cuadro (datos mensuales):

PANADEROS REUNIDOS	Venta de productos de panadería	Venta de productos de repostería
Media mensual de ventas	30.000 kg	1.200 piezas
Precio medio de venta	1,50 €/kg	1 €/pieza
Consumo de materias primas	20.000 €	500 €
Consumo de indirectos	200 €	50 €
Gastos de mano de obra	3.000 €	2.000 €
Gastos de amortización de maquinaria	200 €	60 €
Gastos de alquiler de locales	2.000 €	500 €

SE PIDE:

Obtener qué producto de los dos que fabrica y vende le resulta más productivo a la empresa. ¿Qué recomendación le haría a este empresario para aumentar la productividad?

Solución

Vamos a calcular las productividades de ambos tipos de productos en términos mensuales dado que todos los datos nos aparecen referidos a este horizonte temporal.

Productividad de panadería:

$$\frac{\text{Ingresos por ventas de panadería}}{\text{Costes asociados a la producción de panadería}} = \frac{30.000 \text{ kg} \times 1,5 €/\text{kg}}{20.000 € + 200 € + 3.000 € + 200 € + 2.000 €} = \frac{45.000 €}{25.400 €} = 1,77$$

Productividad de repostería:

$$\frac{\text{Ingresos por ventas de repostería}}{\text{Costes asociados a la producción de repostería}} = \frac{1.200 \text{ piezas} \times 1 \text{ €/pieza}}{500 \text{ €} + 50 \text{ €} + 2.000 \text{ €} + 60 \text{ €} + 500 \text{ €}} = \frac{1.200 \text{ €}}{3.110 \text{ €}} = 0,38$$

Como se desprende de los resultados anteriores la productividad de los productos de repostería es muy baja comparada a la de los productos de panadería. Ello es debido, fundamentalmente, al alto coste de mano de obra que conlleva la fabricación de la repostería. Por tanto, se le recomendaría a este empresario subir el precio de venta de la repostería para obtener mayores ingresos por la venta de estos productos. En el caso en que esto no sea posible, debido a que los precios establecidos sean ya similares a los de la competencia,

habría que mejorar los procesos de trabajo relacionados con la fabricación de los dulces para intentar ocupar en estas labores menos mano de obra. Téngase en cuenta que la mejora de los métodos de trabajo conseguida a través de la observación directa de los procesos es una de las soluciones más económicas que se pueden plantear para conseguir una mayor productividad de los factores involucrados en cualquier proceso productivo.

9.4. Para seleccionar los procesos de trabajo objeto de estudio en la aplicación de las fases del Estudio del Trabajo en un centro de tipo industrial que fabrica cuatro productos diferentes, se ha hecho la siguiente recopilación de datos mensuales para tratar de realizar la elección:

Tipo de producto	Cantidades fabricadas	Coste asociado
PRODUCTO A	500 u.c.	0,5 €/u.c.
PRODUCTO B	200 u.c.	0,8 €/u.c.
PRODUCTO C	400 u.c.	3,9 €/u.c.
PRODUCTO D	400 u.c.	0,1 €/u.c.

SE PIDE:

Basándose en el criterio económico y utilizando el análisis de Pareto, ¿qué producto seleccionaría como objeto de estudio para la aplicación de la técnica de mejora de métodos de trabajo asociados a la fabricación de esos productos? ¿Se pueden tener en cuenta otras consideraciones adicionales al realizar la elección?

Solución

El criterio económico se basa en determinar qué actividades son las que influyen de una manera más decisiva en los resultados empresariales. Dentro de este análisis y siguiendo las enseñanzas de Pareto, que propugnaba que el 80% de los costes o problemas empresariales se debían a un 20% de las causas, vamos a realizar los siguientes cálculos:

Tipo de producto	Coste total asociado	Coste asociado
PRODUCTO A	500 u.c. × 0,5 €/u.c. = 250 €	$(250 \in /2.010 \in) \times 100 = 12\%$
PRODUCTO B	200 u.c. × 0,8 €/u.c. = 160 €	$(160 \in /2.010 \in) \times 100 = 8\%$
PRODUCTO C	400 u.c. × 3,9 €/u.c. = 1.560 €	$(1.560 \in /2.010 \in) \times 100 = 78\%$
PRODUCTO D	400 u.c. × 0,1 €/u.c. = 40 €	$(40 \in /2.010 \in) \times 100 = 2\%$
	Total = 2.010 €	Total = 100%

Como vemos en la tabla anterior, el coste relativo del producto C es muy superior al resto, ya que supone el 78% del costo total de producción de la empresa. Por tanto, se cumplen en este caso los postulados de Pareto, ya que un solo producto es el que nos genera mayor coste de producción y en el que habría que incidir para mejorar sus procesos de trabajo.

Otro tipo de consideraciones que se podrían tener en cuenta son las de tipo tecnológico y las de tipo humano. En este sentido, la empresa debería analizar si los equipos de trabajo que se utilizan en la empresa son los más adecuados o si la tecnología asociada a los procesos de trabajo llevados a cabo en la obtención de la producción es la más avanzada. Desde el punto de vista humano, hemos de considerar las condiciones físicas y psíquicas en las que se desenvuelve el desarrollo de los procesos internos de trabajo en esta empresa analizando si son las más adecuadas para la obtención de los objetivos personales y de satisfacción del trabajador.

9.5. La empresa ASISTEC se dedica a la prestación de servicios técnicos a particulares pudiendo distinguirse en ella varias líneas de actividad. Conocemos, igualmente, el beneficio anual que le reporta a esta empresa la prestación de cada uno de los servicios ofertados, apareciendo los datos en la siguiente tabla:

Servicios que presta ASISTEC	N.º de servicios anuales	Beneficio por servicio
Servicio de asistencia técnica de aire acondicionado	450	100 €/servicio
Servicio de asistencia técnica a lavadoras	80	40 €/servicio
Servicio de asistencia técnica a lavavajillas	70	45 €/servicio
Servicio de asistencia técnica a frigoríficos	35	50 €/servicio
Servicio de asistencia técnica de hornos	20	40 €/servicio

SE PIDE:

Basándonos en la información anterior y, en la búsqueda de la mejora de los procesos de trabajo siguiendo el imperativo económico, determine en qué tipo de servicio hemos de centrarnos justificando su elección.

Solución

En primer lugar se calcula el beneficio total que reporta, anualmente, la prestación de cada servicio. A continuación, vemos la participación relativa del montante parcial de beneficio de cada servicio respecto al total acumulado. Finalmente, decidimos qué servicio será objeto de mejora en las fases del Estudio del Trabajo, de acuerdo al criterio económico. En la siguiente tabla aparecen los resultados:

Servicios que presta ASISTEC	Beneficio anual	Beneficio relativo
Servicio de asistencia técnica de aire acondicionado	450 × 100 = 45.000 €	$(45.000 \in /53.900 \in) \times 100 = 83\%$
Servicio de asistencia técnica a lavadoras	80 × 40 = 3.200 €	$(3.200 \in /53.900 \in) \times 100 = 6\%$
Servicio de asistencia técnica a lavavajillas	70 × 45 = 3.150 €	$(3.150 \in /53.900 \in) \times 100 = 6\%$
Servicio de asistencia técnica a frigoríficos	35 × 50 = 1.750 €	$(1.750 \in /53.900 \in) \times 100 = 3\%$
Servicio de asistencia técnica de hornos	20 × 40 = 800 €	(800 €/53.900 €) × 100 = 2%
	Total b.° anual = 53.900 €	Total beneficio = 100%

Según se deduce de la tabla superior un solo tipo de servicio, el relativo al aire acondicionado, es el que más beneficio nos reporta de los cinco que se prestan en la empresa, en concreto un 83%, cumpliéndose así los resultados de Pareto. Por tanto, nos decantaríamos por este servicio para aplicarle una mejora de métodos en sus procesos internos. Téngase en cuenta que cualquier mejora aplicada a este proceso redundará con mayor fuerza que si se hiciera en los otros procesos, ya que su participación relativa en el beneficio total es mucho mayor que la del resto.

EJERCICIOS PROPUESTOS

9.1. Dos empresas que se dedican al mismo tipo de actividad, la comercialización de productos envasados, tienen los siguientes datos de funcionamiento:

	COMERSUR	LA COMERCIAL
Ventas anuales	5.000 productos	7.000 productos
Precio medio de venta	55 €/producto	50 €/producto
Coste de la maquinaria empleada	60.000 €	70.000 €
N.º empleados	4 trabajadores	5 trabajadores
Coste salarial	1.500 €/mes (14 pagas anuales)	1.700 €/mes (14 pagas anuales)
Amortización de las naves comerciales	800 €/mes	500 €/mes
Otros gastos	500 €/mes	100 €/mes

SE PIDE:

Teniendo en cuenta los datos aportados, determinar qué empresa de las dos es más productiva. Efectuar los cálculos de la productividad de forma parcial, por factores, y de manera global. ¿Qué conclusiones se pueden extraer al respecto? ¿Qué le recomendaría, desde la perspectiva de la mejora de los procesos de trabajo, al empresario menos productivo?

9.2. TEXTILTEX, empresa de fabricación textil, obtiene los tipos de productos que aparecen en la tabla adjunta donde figuran, además, las cantidades producidas de cada uno de ellos y los desechos originados como consecuencia del proceso productivo.

TEXTILTEX	Cantidades anuales producidas	Cantidades totales de desechos originados
Blusa	2.100	90 kg
Camiseta	2.000	80 kg
Pantalón	2.000	900 kg
Falda	1.500	100 kg
Bermudas	1.000	50 kg

SE PIDE:

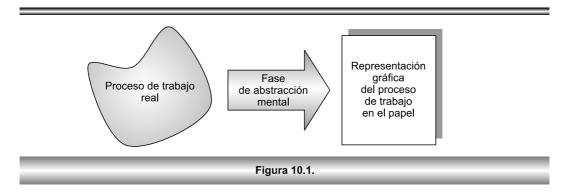
Con los datos de la tabla adjunta y atendiendo al criterio económico, determinar sobre qué producto fabricado en esta empresa se aplicaría en primer lugar una mejora de procesos de trabajo que redundara en la obtención de un mayor nivel global de beneficio. ¿Qué otros criterios se pueden aplicar a la hora de seleccionar los procesos de trabajo objeto de mejora?

Registro de los procesos de trabajo



Precisiones conceptuales

En este capítulo se presentan las diferentes formas de representación de los procesos de trabajo. La idea principal a tener en cuenta es que cada proceso real de trabajo tiene un tipo concreto de diagrama que es el que lo representa más fielmente. La representación requiere un proceso previo de abstracción para trasladar lo que se hace en la realidad y llevarlo al papel tal y como se refleja en la Figura 10.1.



Las formas de representación de los procesos de trabajo son, por un lado, las hojas del proceso y, por otro, los diagramas del proceso. Las hojas del proceso contienen una descripción genérica de la actividad que se trata de representar. En ellas se incluyen las principales fases de la actividad, el tiempo aproximado de realización, la distancia recorrida, la unidad o unidades utilizadas y un croquis donde se refleja la distribución de los puestos implicados en el proceso.

Por otro lado, los principales tipos de diagramas que se usan para representar los procesos de trabajo quedan esquematizados como sigue:

Diagrama de operaciones del proceso (cursograma sinóptico)

Diagrama de análisis del proceso (cursograma analítico)

Diagrama bimanual

Tipos de diagramas

Diagrama de actividades simultáneas:

tipo hombre-máquina, hombre-varias máquinas, equipo-máquina, hombres en equipo

Diagrama de circulación: recorrido (tipo material)

e hilos (tipo hombre)

Diagrama de los procesos administrativos

Los principales factores que inciden en el grado de fidelidad conseguido con la representación son los siguientes:

- 1. El grado de conocimiento que tengamos sobre el proceso de trabajo y la cantidad de información que seamos capaces de recopilar en la fase de registro y selección del trabajo objeto de nuestro análisis. A más información el proceso quedará mejor representado y los detalles utilizados nos permitirán apreciar mejor las tareas que se llevan a cabo en la realidad.
- **2.** La adecuación o idoneidad del diagrama elegido para la representación. En este sentido hemos de saber que, de los tipos de diagramas existentes, unos se adecuan mejor que otros al proceso real. Por tanto, es responsabilidad del analista el hacer una buena elección del tipo de diagrama.

Así, sabemos que el Cursograma Analítico goza de mayor generalidad que el resto a la hora de representar cualquier proceso de trabajo puesto que utiliza una amplia simbología representativa de las distintas acciones básicas en que se pueden traducir la mayor parte de las tareas en el trabajo. De esta forma, este diagrama usa los símbolos de O, \Box , \rightarrow , D y \triangle que se refieren a las acciones de Operación, Inspección, Transporte, Demora y Almacenaje, respectivamente.

Por su lado, el Cursograma Sinóptico es más específico pues sólo usa las acciones de O e \square .

El diagrama Bimanual es el que se utiliza para representar procesos de trabajo que se realizan fundamentalmente en posición de sentado o en posición de pie pero sin que se produzcan movimientos en el área global del centro de trabajo. Usa como simbología de apoyo en la representación los denominados *micromovimientos o therbligs*.

Los diagramas de Circulación representan los movimientos o recorridos que sufre el operario (diagrama de Hilos) o el material (diagrama de Recorrido) en el curso del proceso de trabajo. Se basan en croquis a escala de la superficie del centro de trabajo donde aparecen situados los puestos de trabajo implicados en el proceso.

Los diagramas de Actividades Simultáneas reflejan las acciones que, como su nombre indica, realizan de manera simultánea uno o varios operarios que atienden

a una o varias máquinas incidiendo especialmente en la actividad (estado ON) o inactividad (estado OFF) del elemento en cuestión.

Los diagramas de los Procesos Administrativos reflejan mediante su simbología particular las acciones llevadas a cabo por el personal de Administración en la ejecución de su trabajo. Estos diagramas están específicamente indicados para trabajos de tipo administrativo.

3. El grado de generalidad/especificidad del que se quiere dotar a la representación. En este sentido, la tipología de diagramas y su correspondiente simbología nos ofrece distintas posibilidades a la hora de decidirnos por uno u otro tipo. Lo que sí se debe respetar es la continuidad en el criterio elegido, es decir, en un mismo proceso de trabajo deberemos ser congruentes hasta el final con el grado de generalidad escogido para la representación.

EJERCICIOS

10.1. Utilizando el siguiente código:

Diagrama de Operaciones del Proceso = 1

Diagrama de Análisis del Proceso = 2

Diagrama de Actividades Simultáneas = 3

Diagrama de Circulación = 4

Diagrama Bimanual = 5

Diagrama Procesos Administrativos = 6

SE PIDE:

Determinar qué tipo de diagrama puede representar cada uno de los procesos de trabajo que figuran a continuación:

- Trabajo en la Secretaría de la Facultad.
- Trabajo de confección de ropa realizado artesanalmente.
- Trabajo de imprenta.
- Trabajo de encuadernación.
- Trabajo en los servicios de información de telefónica.
- Trabajo de limpieza de piscinas.
- Trabajo de corrección de erratas en libro (galeradas) previo a su publicación.
- Trabajo en los servicios de conserjería en la UMA.
- Trabajo de pulimentación de suelos.
- Trabajo de repartición de bebidas mediante camión a bares de una zona determinada.
- Trabajo de señalización a aviones en la pista de aeropuerto.
- Trabajo de contable en una PYME mediante programa informático al efecto.
- Trabajo de pintura de interiores y exteriores de casas.
- Trabajo de duplicado de llaves.

Solución

- Trabajo en la Secretaría de la Facultad (6).
- Trabajo de confección de ropa realizado artesanalmente (1,2,5).
- Trabajo de imprenta (3).
- Trabajo de encuadernación (2, 3, 5).
- Trabajo en los servicios de información de telefónica (2, 3).
- Trabajo de limpieza de piscinas (2).
- Trabajo de corrección de erratas en libro (galeradas) previo a su publicación (1, 2, 3, 6).
- Trabajo en los servicios de conserjería en la UMA (2).
- Trabajo de pulimentación de suelos (2, 3).
- Trabajo de repartición de bebidas mediante camión a bares de una zona determinada (4).
- Trabajo de señalización a aviones en la pista de aeropuerto (5).
- Trabajo de contable en una PYME mediante programa informático al efecto (3,6).
- Trabajo de pintura de interiores y exteriores de casas (2).
- Trabajo de duplicado de llaves (2, 3).

10.2. Dados los siguientes procesos de trabajo:

- 1. Proceso de trabajo seguido por un empleado de una oficina de la Administración Pública en la renovación del D.N.I. de un individuo.
- **2.** Actividad desarrollada por un empleado de Ayuntamiento en la recogida de residuos urbanos.
- **3.** Proceso seguido por una enfermera de planta que administra medicamentos a los enfermos de la misma.
- **4.** Trabajo llevado a cabo por un director de PYME para lograr el cobro de un cliente moroso.
- **5.** Actividad realizada por un formador externo al desarrollar un programa de reciclaje a los componentes del departamento de ventas de una empresa comercializadora de productos farmacéuticos.
- **6.** Trabajo llevado a cabo por una secretaria de dirección de una gran empresa al introducir los datos de la agenda de trabajo del director financiero prevista para el próximo mes.
- 7. Actividad realizada por el empleado de un obrador de confitería al elaborar una partida de dulces utilizando para ello una máquina mezcladora, una moldeadora y un horno.
- **8.** Proceso laboral desempeñado por un evaluador externo en la corrección de exámenes tipo test en oposiciones a la Administración Pública.
- 9. Trabajo seguido por un escultor en la ejecución de su obra.
- 10. Trabajo llevado a cabo por un agricultor en la recolección de frutas de temporada.
- **11.** Proceso seguido por un empleado de aeropuerto al prestar el servicio de información al pasajero.

SE PIDE:

Determinar qué diagrama o diagramas representarían más fielmente las actividades realizadas y justificar la conveniencia de su utilización.

Solución

Proceso de trabajo seguido por un empleado de una oficina de la Administración Pública en la renovación del D.N.I. de un individuo.

Este proceso puede ser representado mediante el diagrama para el Procedimiento Administrativo ya que se trata de acciones realizadas por personal administrativo. Este tipo de diagrama utiliza acciones básicas como «creación de documento», «registro o anotación sencilla», «comprobación», «firma o visto bueno», «envío a otro departamento», «clasificación temporal» o «clasificación definitiva», entre otras, que se ajustan bien a los pasos que necesita este proceso de trabajo para ser completado.

También el diagrama de Análisis del Proceso tipo Hombre (Cursograma Analítico) se puede emplear en la representación de este trabajo puesto que el empleado ejecuta en la realidad todas las acciones propias de este diagrama, es decir, «operaciones», »inspecciones», «transportes», «demoras» y «almacenajes» de los documentos entregados por la persona que solicita se le renueve el DNI.

2. Actividad desarrollada por un empleado de Ayuntamiento en la recogida de residuos urbanos.

Esta actividad puede ser representada mediante el diagrama de Actividades Simultáneas tipo Hombre-Máquina, considerando en este caso el camión de recogida de basuras como la máquina que interviene en el proceso.

Si se considera la recogida de residuos urbanos como el trabajo realizado por el barrendero, quedaría mejor representado con un Diagrama de Análisis del Proceso tipo Hombre (Cursograma Analítico).

3. Proceso seguido por una enfermera de planta que administra medicamentos a los enfermos de la misma.

Este trabajo queda muy bien representado con un diagrama de Circulación tipo Hombre, es decir, un diagrama de Hilos donde los movimientos seguidos por la enfermera en el reparto de los medicamentos a los enfermos de la planta se simbolizan mediante líneas o hilos.

4. Trabajo llevado a cabo por un director de PYME para lograr el cobro de un cliente moroso.

Este proceso se puede representar mediante un Cursograma Analítico tipo Hombre en el que aparecen acciones del tipo «operación» para la búsqueda y localización del cliente así como para las diferentes gestiones destinadas a conseguir el cobro, «transporte» para los desplazamientos hacia el lugar donde se encuentra el cliente, «demora» para la espera hasta conseguir el cobro, «inspección» para la comprobación de los documentos relativos a la deuda o para cerciorarse del importe cobrado, en su caso, y »almacenamiento» para el archivo definitivo de los documentos correspondientes al impago una vez conseguido el cobro o, finalmente, cuando después de muchos intentos se da definitivamente por incobrable.

También podría ser representado mediante un diagrama de los procesos administrativos pero, en este caso, sólo quedarían reflejadas las acciones realizadas en la oficina de la empresa y no los desplazamientos para la localización del cliente.

5. Actividad realizada por un formador externo al desarrollar un programa de reciclaje a los empleados del departamento de ventas de una empresa comercializadora de productos farmacéuticos.

Esta actividad quedaría representada mediante el diagrama de Análisis del Proceso que puede ser tipo Hombre si referenciamos la tarea desde la perspectiva del formador externo o bien tipo Material si nos centramos en la información transmitida desde el formador hacia los empleados del departamento de ventas.

6. Trabajo llevado a cabo por una secretaria de dirección de una gran empresa al introducir los datos de la agenda de trabajo del director financiero prevista para el próximo mes.

Puede ser represenado este proceso de trabajo mediante un diagrama de los Procesos Administrativos donde existen tareas como creación de documento fijo, selección o reunión de documentos, registro o anotación sencilla, comprobación, envío a otro departamento...

7. Actividad realizada por el empleado de un obrador de confitería al elaborar una partida de dulces utilizando para ello una máquina mezcladora, una moldeadora y un horno.

El Diagrama que mejor representa esta actividad es el de Actividades Simultáneas tipo Hombre-Varias Máquinas donde aparecen 4 columnas en el cuerpo del diagrama: la primera para las actividades del Operario, la segunda para la máquina Mezcladora, la tercera para la máquina Moldeadora y la última para el Horno. En este diagrama las acciones que cada elemento de trabajo realiza se simbolizan por O, cuando ese elemento está en estado ON, y D, cuando el elemento está inactivo u OFF. Las máquinas también pueden estar en estado de «interferencia», es decir ON pero sin ser productivas en ese momento debido a que necesitan de la atención del operario que está ocupado con otras labores.

8. Proceso laboral desempeñado por un evaluador externo en la corrección de exámenes tipo test en oposiciones a la Administración Pública.

Esta actividad queda bien representada mediante un diagrama de Operaciones del Proceso tipo Hombre también llamado Cursograma Sinóptico, donde las acciones de operación se refieren a la tarea de corrección mientras que las acciones de inspección corresponden a las tareas de comprobación de la respuestas del examen.

Trabajo seguido por un escultor en la ejecución de su obra.

El diagrama Bimanual simboliza mediante la utilización de los micromovimientos o therbligs las sucesivas acciones que lleva a cabo un escultor en la terminación de su obra. Acciones como Utilizar (U), Transporte en Vacío (TV), Dejar Carga (DC), Seleccionar (S), Agarrar (A), son propias de esta actividad que se realiza en posición sentado o de pie en un mismo plano de trabajo.

Trabajo llevado a cabo por un agricultor en la recolección de frutas de temporada. Esta actividad puede ser representada mediante el diagrama de Circulación tipo Material, es decir, un diagrama de Recorrido o mediante el tipo Hombre, es decir, diagrama de Hilos dependiendo de que las acciones se refieran a los recorridos de la fruta o a los del agricultor.

Si representamos la tarea del recolector en un mismo árbol sin moverse del sitio en posición de pie, podría utilizarse el diagrama Bimanual en el que therbligs como Buscar (B), Seleccionar (S), Agarrar (A), Transporte en Vacío (TV), Dejar Carga (DC) simbolizan las acciones básicas en la actividad de recolección de frutas.

Proceso seguido por un empleado de aeropuerto al prestar el servicio de información al pasajero.

El Cursograma Analítico tipo Hombre representa esta actividad a través de la acción de Operación (O) para el hecho en sí de informar, Inspección (\square), para la comprobación de la información suministrada al pasajero y Demora (D) para la acción de espera en la obtención de la información o en la comprensión por parte del pasajero.

10.3. La empresa TECNIMAD, que se dedica al montaje de puertas de seguridad e interior, tiene problemas con el cobro de algunos de sus clientes. El departamento de Procesos de Trabajo ha obtenido un diagrama para representar el proceso de intento de cobro con objeto de mejorarlo y lograr así el ingreso del montante de una manera más fácil y directa.

SE PIDE:

¿Qué diagrama es el que habrá utilizado este departamento para registrar este proceso? Efectúelo.

Solución

Cursograma analítico (tipo hombre)

Empresa: TECNIMAD / Dpto.: métodos y tiempos / Analista: M.R.F. / Tarea: cobro de cliente moroso / Fecha: 26/03/2007 / Método actual Búsqueda documentación relativa al impago Se repite tantas veces como intentos de localización Se repite tantas veces como intentos Intento de localización del cliente moroso sean necesarios de localización sean necesarios Se localiza No se localiza Se fiia cita para cobro Espera hasta futura localización Desplazamiento hasta cliente moroso Intento de cobro Se cobra No se cobra Comprobación de importe Espera hasta nuevo intento Desplazamiento de vuelta de localización hasta oficina Almacenamiento de fondos y de documentos

El diagrama que habrá utilizado el Departamento de Métodos y Tiempos es el Cursograma Analítico (tipo Hombre) ya que es el más general y el que comprende todas las posibles acciones a llevar a cabo para conseguir el objetivo del proceso, es decir, el cobro de sus clientes morosos.

Como podemos observar en la gráfica adjunta, la representación comienza con una acción de «operación» (O) que se refiere a la búsqueda de toda la documentación relativa al impago del cliente moroso en cuestión, es decir, facturas impagadas, reconocimiento de deudas, o información relativa a los intentos de cobro. A continuación tiene lugar otra acción de «operación» relativa al intento de localización del cliente moroso, para lo cual se utilizarán todos los medios de comunicación posible: teléfono, fax, correo electrónico, etc. Llegados a este punto se pueden dar dos situaciones: 1.ª, que no se localice, con lo cual pasamos al estado de «demora» (D) en espera de un futuro intento de localización surgiendo así un bucle que se repetirá tantas veces como intentos de localización sean necesarios. La 2.ª posible situación es la de que se localice el cliente y se fije una fecha y hora para el cobro (acción de «operación» O) tras lo cual ocurre el desplazamiento hasta el cliente que es registrado mediante la acción de transporte (→) y el intento de cobro (O) que origina dos cursos de acción diferentes: por un lado, el cobro que origina la comprobación de importe (\Box) , el desplazamiento de vuelta hasta la oficina (\rightarrow) y el almacenamiento de fondos y documentos relativos al impago (△) con lo cual finalizaría el proceso. La 2.ª opción es que no se consiga el cobro, lo que nos lleva a una espera (D) hasta nuevo intento de localización, situación que origina otro bucle que se repetirá tantas veces como intentos de localización se produzcan.

10.4. La empresa «Juguetes Reunidos S.A.» se dedica al montaje de juguetes para niños de 3 a 8 años. Se ha observado el proceso de preparación para la venta del producto TRIS-TRAS registrándose los siguientes movimientos entre puestos:

```
PT6-PT4: 2 VECES;
PT3-PT8: 1 VEZ:
PT5-PT3: 1 VEZ;
PT3-PT5: 2 VECES;
PT7-PT8: 4 VECES;
PT6-PT1: 8 VECES;
PT2-PT5: 9 VECES;
PT4-PT7: 7 VECES;
```

SE PIDE:

Representar mediante el diagrama que crea más apropiado la disposición de puestos para el montaje y la terminación de este producto.

Solución

El diagrama que más fielmente representaría este proceso de trabajo es el diagrama de Circulación tipo material o también denominado diagrama de Recorrido. En la siguiente figura se refleja el proceso seguido:

Empresa: JUGUETES REUNIDOS S.A.	Estudio: actual	Producto: TRIS-TRAS
Dpto.: Prep. venta	Fecha: 16/02/2005	Analista: M.R.F.
РТ	9 PT5 1+2=3	PT3
F	PT6 PT1	1
ESCALA 1:100	2 PT4 PT7 4	PT8

Diagrama de circulación «preparación para la venta producto TRIS-TRAS»

Utilizando la escala 1:100 la longitud total recorrida en la fabricación del producto se obtiene midiendo en el plano del diagrama como se recoge a continuación:

Longitud total recorrida =
$$= (9 \times 1,7) + (3 \times 1,5) + (1 \times 4,7) + (4 \times 1,3) + (7 \times 1,6) + (2 \times 1,2) + (8 \times 1,6) =$$

$$= 56.1 \text{ cm}$$

que se corresponden con 56,1 metros de la realidad aplicando dicha escala.

10.5. La empresa «SERVI-TOURIST-S.A.» prepara mensualmente ofertas de viajes a países exóticos para ofrecer a sus clientes de todo el mundo. En una de sus oficinas se ha efectuado un control del proceso de trabajo «preparación de la información para clientes» determinando que en la búsqueda de información necesaria a través de INTERNET se tardan, de media, 50 minutos. Por otro lado, la impresora tarda 10 minutos en sacar los impresos con la información del paquete turístico completo para dar al cliente.

SE PIDE:

Representar las labores correspondientes a este proceso de trabajo mediante el diagrama que considere más oportuno.

Solución

Diagrama de actividades simultáneas hombre-varias máquinas

Empresa: SERVI TOURIST S	5.A.	Método actu	al	Fecha: febrero 2005	
Dpto.: comercial		Tarea: preparar c	oferta	Periodo estudio: 10:00-11:00 horas	
Empleado		Ordenador		Impresora	
Búsqueda de información en Internet		Búsqueda de información en Internet		Impresión de la información	

Se trata de un diagrama de Actividades Simultáneas tipo Hombre-Varias máquinas en el que cada símbolo se refiere a 10 minutos de tiempo. Téngase en cuenta además que el ordenador en su última acción se encuentra en «interferencia», es decir, en estado ON pero sin ser productivo y es la impresora la que en ese momento está trabajando.

10.6. En la elaboración de pan en una panadería, las tareas fundamentales detectadas son:

- Mezcla y amasado de los ingredientes básicos.
- Moldeado en piezas.
- Colocación en bandejas de las piezas moldeadas.

- Horneado de las piezas.
- Retirada de las piezas del horno.
- Preparación para la venta.

SE PIDE:

¿Qué diagrama puede representar más fielmente el proceso de trabajo completo? Trazar la representación gráfica del mismo.

Solución

El diagrama de Actividades Simultáneas tipo Hombre-Varias Máquinas es el que más se adecua a este proceso de trabajo pues se trata de representar las acciones que simultáneamente lleva a cabo un operario que trabaja con dos máquinas, la amasadora y el horno. El proceso completo se ha subdividido en 7 tareas, de T1 a T7, para cada una de ellas se debe observar el estado ON/OFF del correspondiente elemento de trabajo. Por ejemplo, para la tarea 2, «moldeado en piezas», el elemento de trabajo Hombre se encuentra activo (ON), el elemento de trabajo Máquina Amasadora también está ON pero el elemento Máquina Horno está inactivo o en Demora (OFF). En cambio, para la tarea T7, «preparación para la venta», únicamente el operario está activo mientras que las dos máquinas están en Demora o en espera del siguiente proceso. Este mismo análisis es el que hay que realizar para el resto de tareas del proceso. Todo ello se puede apreciar en la siguiente figura.

Diagrama de actividades simultáneas hombre-varias máquinas

Método actual

	Empresa: Panaderia X	Metodo actual	Fecha: febrero 2005	
T1: vertido y mezcla	Dpto.: Fabricación	Tabla elaboración pan	Periodo estudio: 10:00-11:00 horas	
de los ingredientes básicos	Empleado	Amasadora	Horno	
T2: amasado de ingredientes	TAREA 1			
T3: moldeado de piezas	TAREA 2	TAREA 2		
T4: colocación de las piezas moldeadas en bandejas	TAREA 3 TAREA 4			
T5: horneado de las piezas			TAREA 5	
T6: retirada de las piezas del horno	TAREA 6			
T7: preparación para la venta	TAREA 7			

- **10.7.** La empresa QUIMICAM tiene como actividad básica la obtención de productos químicos mediante reacciones de elementos y sustancias diversas. En la fabricación del producto químico «SASTREM» se emplean los siguientes elementos: H₂O, Carbono (C), Nitrógeno, (N), Fósforo (P), Oxígeno (O₂), y Calcio (Ca) siguiendo la siguiente secuencia de accciones (aproximada):
- El C con el O2 originan el Anhídrido Carbónico que junto con el agua da lugar al Ácido Carbónico. Éste reacciona con el Ca y origina el Carbonato Cálcico.
- El Carbonato Cálcico con el N y el P producen finalmente el compuesto químico «SASTREM».

SE PIDE:

Representar la fabricación de este compuesto mediante los diagramas que mejor lo puedan caracterizar.

Solución

Encontramos dos tipos de diagramas que podrían reflejar sobre el papel, con cierta aproximación, el proceso de trabajo real teniendo en cuenta además las suposiciones que hemos de hacer dada la escasa información que poseemos sobre este proceso. En primer lugar, el diagrama Bimanual, al tratarse de un proceso que fundamentalmente se realiza en una mesa de trabajo donde tenemos a nuestro alcance, en los denominados planos normales y máximos de trabajo, todos los elementos y útiles de los que nos vamos a servir. La representación gráfica, utilizando los micromovimientos o therbligs necesarios quedaría como aparece en la figura de la página siguiente.

Para la interpretación de este diagrama vamos a especificar la sucesión de therbligs indicados diferenciando su ejecución por ambas manos:

La primera acción que tiene lugar es la de planificación del trabajo a ejecutar (PL), a continuación se da la secuencia buscar (B), seleccionar (S) y asir (A) con la mano derecha la molécula de Oxígeno, con la izquierda la de Carbono. Se ponen en posición (P) ambos tubos de ensayo y se mezclan, en este caso se utilizan (U) que es el therblig que simboliza la mezcla en los diagramas bimanuales, y se obtiene como resultado Anhídrido Carbónico (CO₂) tras la espera inevitable (EI) que se necesita para que ambos reaccionen; a continuación se sostiene (SO) con la mano izquierda el CO₂ y con la derecha se busca (B), selecciona (S) y agarra (A) la molécula de agua (H₂0) que mezclada con la de CO₂ da como resultado el Ácido Carbónico (H₂CO₃) el cual se sostiene con la mano izquierda mientras la derecha localiza el elemento Calcio que mezclado con el Ácido Carbónico da como resultado el Carbonato Cálcico (CaCO₃) que se deja (DC) al alcance de la mano para ser utilizado posteriormente. A continuación se localiza el Fósforo (P) con la mano izquierda y con la derecha el Nitrógeno (N) que mezclados dan como resultado el subcompuesto correspondiente (PN). Finalmente, se sostiene éste con la izquierda y con la derecha tomamos el Carbonato Cálcico que mezclados generan el producto buscado: SASTREM.

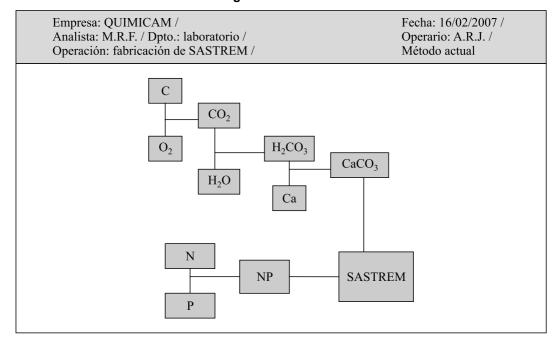
¹ Hemos de advertir a los lectores de la finalidad pedagógica de estos ejercicios que, aunque pretenden acercarse lo máximo posible a la realidad laboral, y en este caso concreto al trabajo realizado en laboratorio, hay que tener en cuenta las limitaciones lógicas en la profundización del amplio espectro laboral existente.

Diagrama bimanual

Empresa: QUIMICAM	Método actual		Fecha: 16/2/2007	
Dtpo.: Laboratorio	Tarea: Obtención	n de SASTREM	Analista: M.R.F.	
Mano izda.		N	Iano dcha.	
PL		PL		
B (C)		В	(O_2)	
S (C)		S (O_2)	
A (C)		Α	(O_2)	
$P(C, O_2)$		P ((C, O_2)	
$U(C, O_2)$		\mathbf{U}	(C, O_2)	
EI (CO ₂)		EI	(CO_2)	
SO (CO ₂)		В	(H_2O)	
SO (CO ₂)		S (H_2O)	
SO (CO ₂)		Α	(H_2O)	
U (CO ₂ , H ₂ 0	O)	$U(CO_2, H_2O)$		
$EI (H_2CO_3)$		EI(H ₂ CO ₃)		
SO (H ₂ CO ₃)	$SO(H_2CO_3)$ B (Ca)		(Ca)	
SO (H ₂ CO ₃))	S (Ca)		
SO (H ₂ CO ₃))	A (Ca)		
$U (H_2CO_3, O_3)$	Ca)	\mathbf{U}	(H_2CO_3, Ca)	
EI (CaCO ₃)		EI	EI (CaCO ₃)	
DC (CaCO ₃)	DC	C (CaCO ₃)	
B (P)		В	(N)	
S (P)	S (P)		N)	
A (P)	A (P)		(N)	
U (P, N)		U (P, N)		
EI (PN)	EI (PN)		(PN)	
SO (PN)	SO (PN)		(CaCO ₃)	
U (CaCO ₃ , 1	PN)	U (CaCO ₃ , PN)		
EI (SASTRI	EM)	EI	(SASTREM)	
DC (SASTR	DC (SASTREM) DC (SASTREM)		C (SASTREM)	

Otra forma de representar la obtención de este producto es mediante el diagrama de Recorrido, aunque en este caso la base de representación es la mesa de trabajo y no la superficie del centro, como es lo habitual en este tipo de diagrama. Quedaría como se muestra a continuación:

Diagrama de recorrido



10.8. La empresa TECNITEM tiene como actividad básica el montaje de productos finales a partir de partes componentes. Para el montaje del producto «ASTRA XT» se requiere la utilización de 5 componentes básicos. El analista de procesos de trabajo ha observado el proceso de producción llegando a la formalización del mismo a través de los siguientes pasos:

SE PIDE:

Justificar el diagrama que representaría mejor este proceso de trabajo y efectuarlo.

Solución

Como podemos observar en el diagrama bimanual (véase la página siguiente) el proceso seguido para el montaje del producto parte del componente C1 y C3, los cuales son buscados (B), seleccionados (S) y asidos (A) con las manos izquierda y derecha respectivamente. Se colocan en posición (P) y se monta (M) el subproducto C13, el cual pasa a ser sostenido (SO) por la mano izquierda mientras que con la derecha localizamos (B, S, A) el componente C4, lo ponemos en posición (P) con C13 y los montamos (M) dando origen a C134 que es dejado en el plano de trabajo al alcance de las manos para ser retomado más tarde. A continuación se localizan (B, S, A) C2 y C5 con las manos izquierda y derecha respectivamente, pasando a ponerlos en posición (P) y montarlos (M) dando origen a C25, que queda sostenido en la mano izquierda mientras que con la derecha asimos C134, ponemos en posición (P) ambos subproductos C25 y C134 dando finalmente el resultado deseado: el producto ASTRA XT.

Diagrama bimanual

Empresa: TECNITEM	Método actual		Fecha: 12/03/2007
Dpto.: Montaje	Tarea: Montaje	de ASTRA XT	Analista: M.R.F.
Mano izda	a.	M	ano dcha.
B (C1)		В (С	C3)
S (C1)		S (C	23)
A (C1)		A (0	C3)
P (C1, C3)		P (C	C1, C3)
M (C13)		M (C13)
SO (C13)		В (С	C4)
SO (C13)	S (C4)		C4)
SO (C13)	A (0		C4)
P (C13, C4)	P (0		C13, C4)
M (C134)	M		C134)
DC (C134)		DC	(C134)
B (C2)		В (С	C5)
S (C2)		S (C	25)
A (C2)	A (C2) A (C5)		C5)
P (C2, C5)		P (C2, C5)	
M (C25)	M (C25)		C25)
SO (C25)		A (C134)	
P (C25, C134	4) P (C		C25, C134)
M (ASTRA 2	XT)	M (.	ASTRA XT)

10.9. SE PIDE:

Trazar el diagrama que represente con más fidelidad el proceso de trabajo que realizaba² el personal de secretaría de la Universidad de Málaga (UMA) al recibir las notas manuscritas por el profesor de una asignatura hasta que las mismas quedaban guardadas en el archivo de la Secretaría.

² Este método era el utilizado hasta la puesta en marcha del programa informático alfilweb. En el capítulo que trata la mejora de los procesos de trabajo se incluye un caso en el que se representa el proceso de trabajo tal y como se lleva a cabo actualmente usando este programa.

Solución

Diagrama del proceso administrativo: introducción de calificaciones de actas en base de datos de alumnos de la Facultad de Ciencias del Trabajo (UMA)

Empresa: UMA Estudio n.º 1 método actual		Estudio n.º 1 método actual	Empleado: I. P. V.		
Dpto	o.: secretaría	Fecha: 14/02/2005 Hora: 10:00	Analista: M.R.F.		
	P	rofesor entrega actas manuscritas al personal de	e secretaría (I. P. V.)		
		Acceso al programa «Alumnos»			
		Búsqueda de las calificaciones correspondier y a un grupo	ntes a una asignatura		
		Por orden alfabético se introducen 1 a 1 las calificaciones correspondientes a cada alumno la nota mediante abreviaturas para cada calificación. Se da «intro» cuando la nota del siguiente alumno coincide con la del anterior			
124		Se comprueba la calificación cotejando el acta manual del profesor con lo introducido en el archivo			
		Con el cursor se accede al siguiente alumno			
		Se repiten las acciones tantas veces como alu	ımnos haya en el acta		
,		Se graba el acta completa mediante «Guardar	r Archivo»		
	→ Al centro de cálculo				
A partir de aquí cada alumno puede consultar su nota a través de Internet en la página www.uma.es mediante la opción «Consulta de Expediente»					

EJERCICIO PROPUESTO

10.1. Seleccione 6 diferentes actividades de los Ejercicios 10.1 y 10.2 y represéntelas mediante los diagramas que considere más oportunos de manera que no se repita el tipo de diagrama en el conjunto de las 6 representaciones. Es decir, debe seleccionar actividades diferentes para ser representadas mediante Cursograma Sinóptico, Cursograma Analítico, diagrama Bimanual, diagrama de Actividades Simultáneas, diagrama de Circulación y diagrama de los Procesos Administrativos.

Utilización de cursogramas en los procesos de trabajo



Precisiones conceptuales

En este capítulo se utilizan dos tipos concretos de diagramas de los procesos de trabajo para representar las actividades llevadas a cabo en cualquier puesto de trabajo dentro de una organización.

Los tipos de diagramas son el cursograma sinóptico, o también llamado diagrama de operaciones del proceso, y el cursograma analítico, denominado diagrama de análisis del proceso. La diferencia entre ambos estriba en el tipo de acciones que cada uno incluye. Así, en el cursograma sinóptico sólo aparecen la *operación* (\bigcirc) y la *inspección* (\square) como actividades que representan el proceso de trabajo en cuestión, mientras que el cursograma analítico incluye, además de las anteriores, el *transporte* (\rightarrow), la *demora* (D) y el *almacenaje* (\triangle).

Los casos que se proponen a continuación se resuelven teniendo en cuenta las siguientes consideraciones que siguen la metodología establecida en la obra de Martín López, M.; Robles Rábago, M. E.; González Domínguez, F. J. y Crespo Pérez, J. M. (2002):

1. Numeración de la 1.ª vuelta: se trata de dar número a cada acción del cursograma la primera vez que se entra en el mismo y se le da una vuelta completa. Hay que tener en cuenta que las acciones se numeran independientemente por tipos y de manera sucesiva para las de un mismo tipo. Es decir, la numeración de las operaciones es independiente de la numeración de los transportes, por ejemplo; y, dentro de la numeración de las operaciones, pongamos por caso, ésta sigue una sucesión ordenada crecientemente.

Hay que tener en cuenta que las flechas que aparecen en los cursogramas indican procesos descendentes, es decir, que a partir de ellas la secuencia de trabajo que se sigue es siempre hacia abajo.

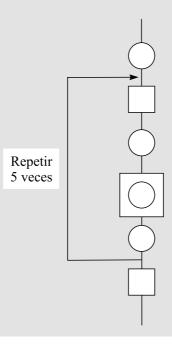
- 2. Contabilización del total de acciones: una vez se ha numerado la primera vuelta completa del cursograma hemos determinado en el mismo el tipo de acciones con que nos podemos encontrar. Por ello, para contabilizar el total de las mismas, ya sólo se trata de ver cuántas veces se presenta cada una de ellas en el total de vueltas que indica el cursograma. Después se suman por tipos de acciones y se calcula el total de las mismas por suma de las anteriores.
- 3. Análisis de tiempos asociados a las acciones: si el cursograma tiene asociados tiempos, éstos aparecerán reflejados junto a cada acción o los dará el problema como datos del mismo. Por tanto, para el cálculo de los tiempos asociados se multiplicará cada tipo de acción por su tiempo correspondiente y así tendremos tiempos totales por acciones. También se pueden calcular tiempos totales sumando los tiempos de los distintos tipos de acciones y tiempos medios, dividiendo los tiempos totales por el número de acciones de ese tipo.

EJERCICIOS

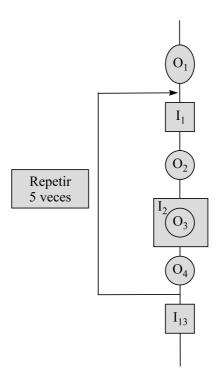
11.1. Dado el siguiente cursograma sinóptico representativo de un proceso de trabajo.

SE PIDE:

Obtener la numeración de la primera vuelta así como la contabilización de los distintos tipos de acciones.



La numeración de la primera vuelta del cursograma se realiza como sigue:



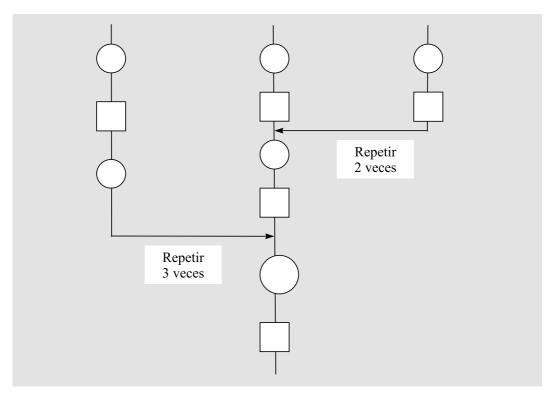
La contabilización de acciones del cursograma se realiza de la siguiente forma:

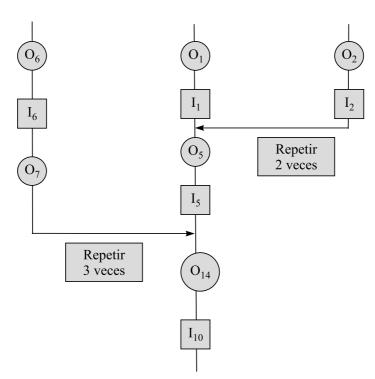
Operaciones	Inspecciones
O_1 : 1	I_1 : 1 + 5 = 6
O_2 : 1 + 5 = 6	I_2 : 1 + 5 = 6
O_3 : 1 + 5 = 6	I ₁₃ : 1
O_4 : 1 + 5 = 6	
Total $1 + 6 + 6 + 6 = 19$	Total $6 + 6 + 1 = 13$

Total operaciones	Total inspecciones	Total transportes	Total demoras	Total almacenajes	Total acciones
19	13	0	0	0	32

11.2. SE PIDE:

Numerar la primera vuelta y contabilizar las acciones del siguiente cursograma representativo del proceso de trabajo de una enfermera de una consulta de un médico estomatólogo.





La contabilización de acciones del cursograma se lleva a cabo como sigue:

Operaciones	Inspecciones
O ₁ : 1	$I_1: 1 = 1$
O_2 : 1 + 2 = 3	I_2 : 1 + 2 = 3
O ₅ : 1	I ₅ : 1
O_6 : 1 + 3 = 4	$I_6: 1 + 3 = 4$
O_7 : 1 + 3 = 4	I ₁₀ : 1
O ₁₄ : 1	

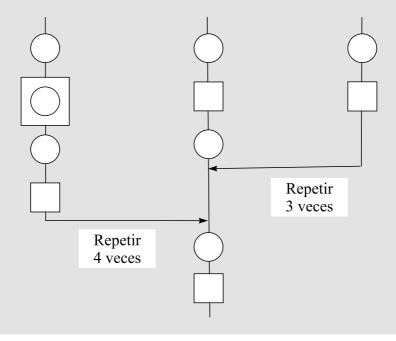
Total: 1 + 3 + 1 + 4 + 4 + 1 = 14 Total: 1 + 3 + 1 + 4 + 1 = 10

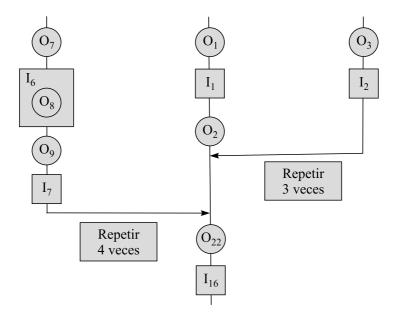
Total operaciones	Total inspecciones	Total transportes	Total demoras	Total almacenajes	Total acciones
14	10	0	0	0	24

11.3. El siguiente cursograma sinóptico representa las acciones sucesivas que lleva a cabo una auxiliar de farmacia a la hora de expedir medicamentos a los clientes del establecimiento.

SE PIDE:

Numere las acciones del diagrama en la primera vuelta y contabilice el total de las mismas tras la ejecución completa. Si se tiene información sobre el tiempo medio de realización de cada operación que asciende a 1 minuto 30 segundos y el de cada inspección, que alcanza los 2 minutos, calcule los tiempos totales de realización de cada tipo de acción, así como el tiempo total de ejecución del cursograma.







 O_{22} se obtiene como resultado de: 6+3(1+4)=21 operaciones, por tanto la que le sigue es O_{22} . $\boxed{O_7,O_8,O_9}$

 I_{16} se obtiene teniendo en cuenta que ya se han hecho 5 inspecciones, por tanto, 5+2 (1+4)=15, la siguiente es I_{16}

La contabilización de las acciones del cursograma se lleva a cabo como sigue:

Operaciones	Inspecciones
O ₁ : 1	I ₁ : 1
O_2 : 1	I_2 : 1 + 3 = 4
O_3 : 1 + 3 = 4	$I_6: 1 + 4 = 5$
O_7 : 1 + 4 = 5	$I_7: 1 + 4 = 5$
O_8 : 1 + 4 = 5	I ₁₆ : 1
O_9 : 1 + 4 = 5	
O ₂₂ : 1	

Total
$$1 + 1 + 4 + 5 + 5 + 5 + 1 = 22$$
 Total $1 + 4 + 5 + 5 + 1 = 16$

Total operaciones	Total inspecciones	Total transportes	Total demoras	Total almacenajes	Total acciones
22	16	0	0	0	38

Para el cálculo de los tiempos asociados se opera como sigue:

Tiempo total de las operaciones: 22 operaciones \times 90 segundos = 1.980 segundos Tiempo total de las inspecciones: 16 inspecciones \times 120 segundos = 1.920 segundos

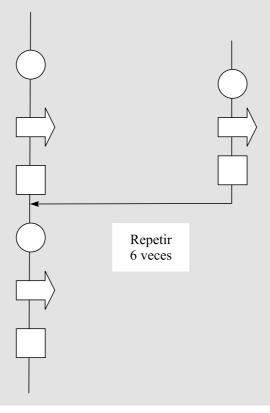
Tiempo total de realización de las acciones del cursograma =

- = Tiempo total de las operaciones +
- + Tiempo total de las inspecciones = 1.980 + 1.920 = 3.900 segundos

Asimismo, se puede calcular el tiempo medio de ejecución de cada acción de la siguiente forma:

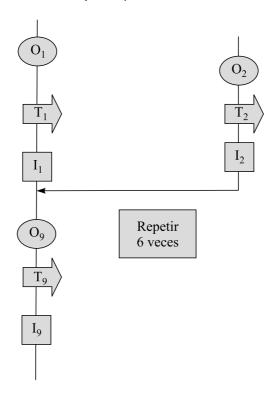
Tiempo medio por acción = 3.900 segundos/38 acciones = 102,63 segundos

11.4. El proceso de trabajo de un empleado del sector de la restauración de obras de arte ha sido representado mediante el siguiente cursograma analítico. Se trata de obtener la numeración de la primera vuelta, así como la contabilización de todas las acciones que se llevan a cabo en dicho proceso de trabajo.



Solución

La numeración de la primera vuelta queda reflejada en el siguiente diagrama:



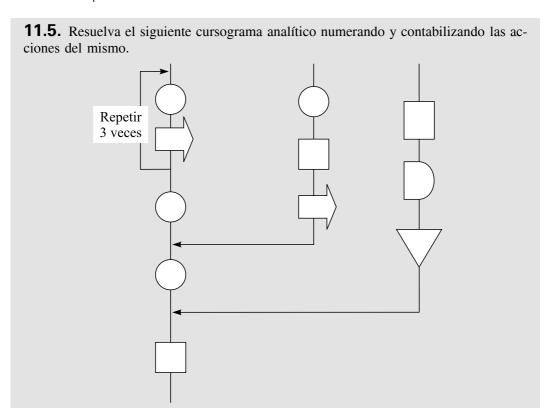
La contabilización de acciones queda como sigue:

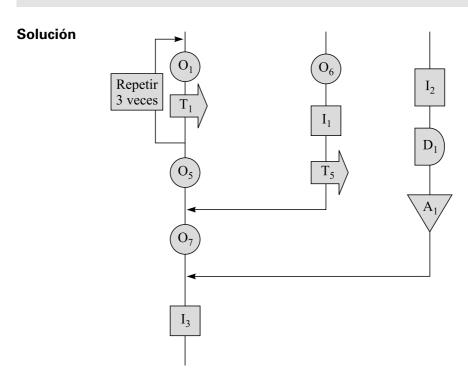
Operaciones	Inspecciones	Transportes
O_1 : 1	I ₁ : 1	T ₁ : 1
$O_2: 1+6=7$	I_2 : 1 + 6 = 7	T_2 : 1 + 6 = 7
O ₉ : 1	I ₉ : 1	T ₉ : 1
Total $1 + 7 + 1 = 9$	Total $1 + 7 + 1 = 9$	Total $1 + 7 + 1 = 9$

Como se desprende de los cálculos numéricos anteriores, el número de operaciones, transportes e inspecciones es igual a 9 en los tres casos. Ello es consecuencia de la simetría existente en la figura que representa el proceso de trabajo, es decir, la secuencia operación-transporte-inspección se repite de manera ordenada y sucesiva en tres ocasiones como se puede visualizar en el trazado del diagrama.

Por ello, el total de acciones del cursograma es: 9 operaciones + 9 inspecciones + 9 transportes = 27 acciones, como queda reflejado en el siguiente cuadro:

Total operaciones	Total inspecciones	Total transportes	Total demoras	Total almacenajes	Total acciones
9	9	9	0	0	27





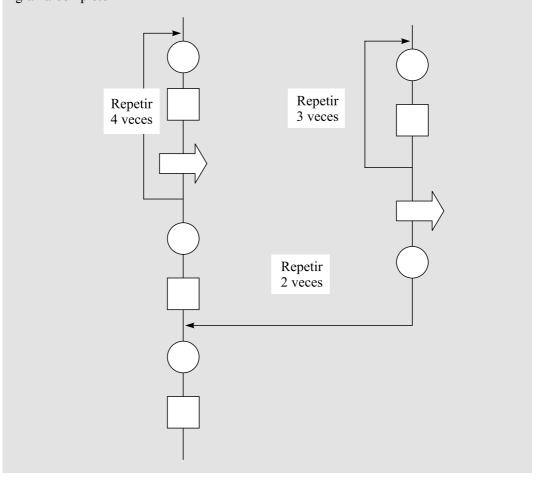
Contabilización de acciones:

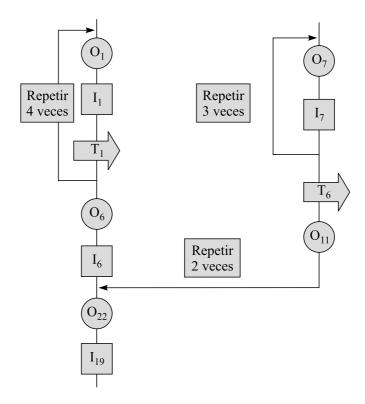
Operaciones	Inspecciones	Transportes	Demoras	Almacenamientos
O_1 : 1 + 3 = 4	I ₁ : 1	T_1 : 1 + 3 = 4	D_1 : 1	A ₁ : 1
O_5 : 1	I ₂ : 1	T ₅ : 1		
O_6 : 1	I ₃ : 1			
O ₇ : 1				

Total 4+1+1+1=7 Total 1+1+1=3 Total 4+1=5 Total 1 Total 1

Total operaciones	Total inspecciones	Total transportes	Total demoras	Total almacenajes	Total acciones
7	3	5	1	1	17

11.6. Resuelva el siguiente cursograma analítico mediante la numeración de la primera vuelta y la contabilización de las acciones que incluyen la ejecución del cursograma completo.





Algunas de las acciones que pueden plantear problema en su numeración son:

 O_{22} que resulta de: 6 + 1(1 + 3)(1 + 2) + 1(1 + 2) = 21; por tanto, la siguiente operación para numerar es O_{22} .

$$I_{19}$$
 resulta de: $6 + 1(1 + 3)(1 + 2) = 18$

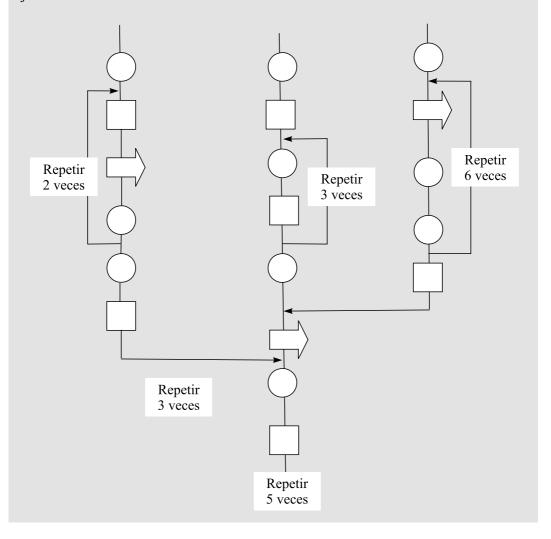
La contabilización de las acciones se efectúa como sigue:

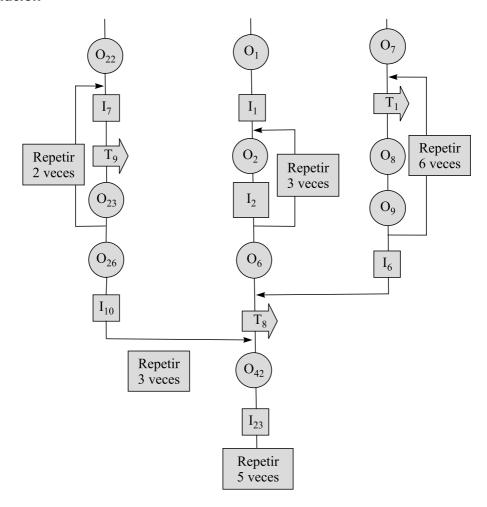
Operaciones	Inspecciones	Transportes
O_1 : 1 + 4 = 5	I_1 : 1 + 4 = 5	T_1 : 1 + 4 = 5
O ₆ : 1	I ₆ : 1	T_6 : 1 + 2 = 3
O_7 : $(1+3)(1+2) = 12$	I_7 : $(1+3)(1+2) = 12$	
O_{11} : 1 + 2 = 3	I ₁₉ : 1	
O ₂₂ : 1		
Total $5 + 1 + 12 + 3 + 1 = 22$	Total $5 + 1 + 12 + 1 = 19$	Total $5 + 3 = 8$

El total de acciones del cursograma queda reflejado en la siguiente tabla:

Total operaciones	Total inspecciones	Total transportes	Total demoras	Total almacenajes	Total acciones
22	19	8	0	0	49

11.7. El siguiente cursograma analítico representa las tareas llevadas a cabo por un gestor de PYME en la toma de decisiones a la que se enfrenta diariamente. Conocemos los tiempos medios de realización de estas acciones siendo para la Operación, 3 minutos; para el transporte, 4 minutos; y para la inspección, 2 minutos. Numérese la primera vuelta del diagrama y contabilícense las acciones tanto por tipos como en conjunto.





La numeración de O_{22} se obtiene de: 7 + 2(1 + 6) = 21.



La numeración de O_{42} se obtiene como sigue: 21 + 2(1 + 3) + 1(1 + 2)(1 + 3) = 21 + 8 + 12 = 41. O_{22}, O_{26}

 I_{23} proviene de: 6 + 1(1 + 2)(1 + 3) + 1(1 + 3) = 6 + 12 + 4 = 22 inspecciones realizadas antes de I_{23} .

La contabilización de acciones queda como sigue:

Operaciones

$$O_1$$
: 1 + 5 = 6
 O_2 : (1 + 3)(1 + 5) = 24
 O_6 : 1 + 5 = 6
 O_7 : 1 + 5 = 6
 O_8 : (1 + 6)(1 + 5) = 42
 O_9 : (1 + 6)(1 + 5) = 42
 O_{22} : (1 + 3)(1 + 5) = 24
 O_{23} : (1 + 2)(1 + 3)(1 + 5) = 72
 O_{26} : (1 + 3)(1 + 5) = 24
 O_{42} : (1 + 5) = 6

Total 252

Tiempo total invertido en las operaciones: 252×3 minutos = 756 minutos.

Inspecciones

$$I_1: 1 + 5 = 6$$

$$I_2: (1 + 3)(1 + 5) = 24$$

$$I_6: 1 + 5 = 6$$

$$I_7: (1 + 2)(1 + 3)(1 + 5) = 72$$

$$I_{10}: (1 + 3)(1 + 5) = 24$$

$$I_{23}: 1 + 5 = 6$$

Total 138

Tiempo total de las inspecciones: 138×2 minutos = 276 minutos.

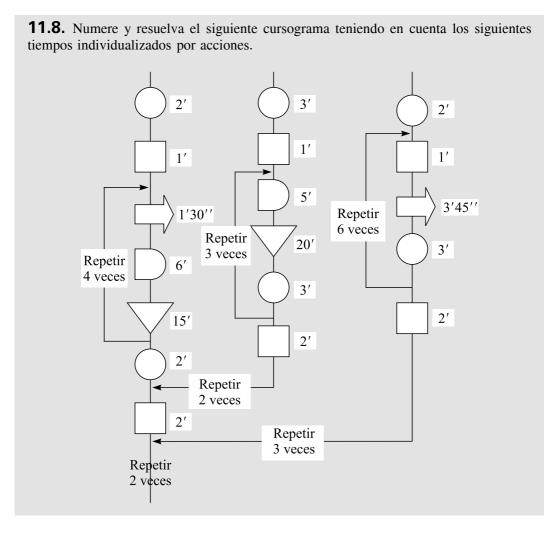
Transportes

$$T_1$$
: $(1+6)(1+5) = 42$
 T_8 : $1+5=6$
 T_9 : $(1+2)(1+3)(1+5) = 72$
Total 120

Tiempo total de los transportes = 120×4 minutos = 480 minutos.

Total operaciones	Total inspecciones	Total transportes	Total demoras	Total almacenajes	Total acciones	
252	138	120	0	0	510	

Tiempo operaciones	Tiempo	Tiempo	Tiempo	Tiempo	Tiempo
	inspecciones	transportes	demoras	almacenajes	total
756 minutos	276 minutos	480 minutos	0	0	1.512 minutos

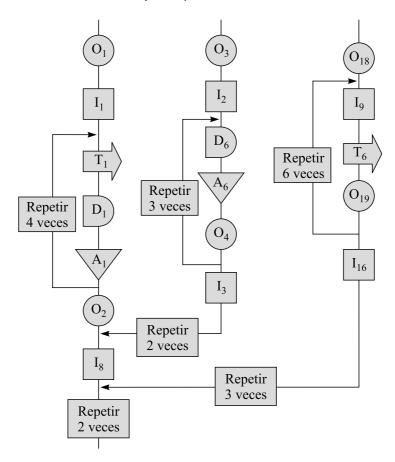


La contabilización por tipos de acciones que se llevan a cabo en el cursograma (*véase* página siguiente) y el consiguiente cálculo de sus tiempos añadidos presenta la siguiente estructuración:

Operaciones:

$$\begin{array}{lll} O_1 \!\!: (1+2) = 3; & \text{Tiempo asociado} = 3 \times 2' = 6' \\ O_2 \!\!: (1+2) = 3; & \text{Tiempo asociado} = 3 \times 2' = 6' \\ O_3 \!\!: (1+2)(1+2) = 9; & \text{Tiempo asociado} = 9 \times 3' = 27' \\ O_4 \!\!: (1+3)(1+2)(1+2) = 36; & \text{Tiempo asociado} = 36 \times 3' = 108' \\ O_{18} \!\!: (1+3)(1+2) = 12; & \text{Tiempo asociado} = 12 \times 2' = 24' \\ O_{19} \!\!: (1+6)(1+3)(1+2) = 84; & \text{Tiempo asociado} = 84 \times 3' = 252' \\ \end{array}$$

Total de Operaciones: 147; Tiempo total asociado a las operaciones: 423′. Tiempo medio por operación realizada: 423'/147 = 2,88' = 2'53''.



Inspecciones:

$$\begin{array}{lll} I_1: \ (1+2)=3; & \text{Tiempo asociado} = 3 \times 1' = 3' \\ I_2: \ (1+2)(1+2)=9; & \text{Tiempo asociado} = 9 \times 1' = 9' \\ I_3: \ (1+2)(1+2)=9; & \text{Tiempo asociado} = 9 \times 2' = 18' \\ I_8: \ (1+2)=3; & \text{Tiempo asociado} = 3 \times 2' = 6' \\ I_9: \ (1+6)(1+3)(1+2)=84; & \text{Tiempo asociado} = 84 \times 1' = 84' \\ I_{16}: \ (1+3)(1+2)=12; & \text{Tiempo asociado} = 12 \times 2' = 24' \\ \end{array}$$

Total de inspecciones: 120; Tiempo total de inspecciones: 144'.

Tiempo medio por inspección: 144/120 = 1,2' = 1'12''.

Transportes:

$$T_1$$
: $(1+4)(1+2)=15$; Tiempo asociado: $15 \times 1,5'=22,5'=22'30''$ T_6 : $(1+6)(1+3)(1+2)=84$; Tiempo asociado: $84 \times 3,75'=315'$

Total de Transportes: 15 + 84 = 99; Tiempo total asociado a los transportes: 22,5' + 315' = 337,5'.

Tiempo medio del transporte: 337.5'/99 = 3.41' = 3'24''.

Demoras:

$$D_1$$
: $(1+4)(1+2)=15$; Tiempo asociado: $15\times 6'=90'$ D_6 : $(1+3)(1+2)(1+2)=36$; Tiempo asociado: $36\times 5'=180'$

Total Demoras: 15 + 36 = 51; Tiempo asociado a las Demoras: 90' + 180' = 270'. Tiempo medio por Demora: 270'/51 = 5,29' = 5'18''.

Almacenamientos:

$$A_1$$
: $(1 + 4)(1 + 2) = 15$; Tiempo asociado: $15 \times 15' = 225'$
 A_6 : $(1 + 3)(1 + 2)(1 + 2) = 36$; Tiempo asociado: $36 \times 20' = 720'$

Total de Almacenamientos: 15 + 36 = 51; Tiempo asociado a los almacenamientos: 225' + 720' = 945'.

Tiempo medio almacenamiento: 945'/51 = 18,53' = 18'32''.

CUADROS RESUMEN

Total operaciones	Total inspecciones	Total transportes			Total acciones	
147	120	99	51	51	468	

Tiempo operaciones	Tiempo	Tiempo	Tiempo	Tiempo	Tiempo	
	inspecciones	transportes	demoras	almacenajes	total	
423 minutos	144 minutos	337,5 minutos	270 minutos	945 minutos	2.119,5'	

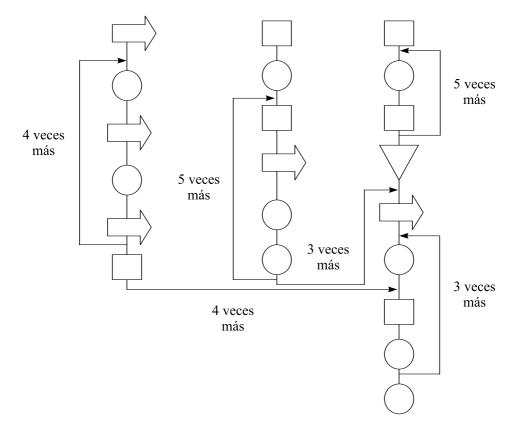
Tp. medio operación	Tp. medio inspección	Tp. medio transporte	Tp. medio demora	Tp. medio almacenaje	Tp. medio acción	
2'53''	1'12''	3'24''	5'18''	18'32''	4'32''	

EJERCICIO PROPUESTO

11.1. Dado el siguiente cursograma analítico representativo de las tareas de producción en una central de procesamiento de una planta química.

SE PIDE:

- 1. Numerar las tareas la primera vez que se realiza el proceso de trabajo completo.
- 2. Contabilizar el total de tareas por grupos de actividades.
- 3. Suponiendo que cada operación tiene un tiempo de ejecución de 30 segundos, calcule el tiempo que se invierte en llevar a cabo todas las operaciones.



¹ Fuente: Adaptado de MARTÍN LÓPEZ, M.; ROBLES RÁBAGO, M. E.; GONZÁLEZ DOMÍNGUEZ, F. J.; CRESPO PÉREZ, J. M., 2002.

Medida de tiempos en los procesos de trabajo



Precisiones conceptuales

Las técnicas que habitualmente se emplean en la medición de tiempos de trabajo son (Abancens y Lasheras, 1986; Aguirre, Rodríguez y Tous, 2002):

- 1. Por estimación o aforo.
- 2. Tiempo histórico o media ponderada. La fórmula de cálculo es:

$$T_h = \frac{t_o + 4t_m + t_p}{6}$$

donde:

 T_h = tiempo histórico

 $t_o = \text{tiempo optimista}$

 $t_m = \text{tiempo modal}$

 t_p = tiempo pesimista

3. Técnica del cronometraje basada en aparatos de medida (cronómetros digitales, tableros de cronometraje electrónico y computadores portátiles adaptados a la medida de tiempos). Su aplicación requiere un largo proceso cuyo objetivo final es obtener el Tiempo Tipo elemental de las tareas o elementos de trabajo objeto de medición. En el siguiente esquema se exponen los pasos a aplicar:

- Toma de datos: (TR = Tiempo de reloj, A_e = Actividad estimada)
- Cálculo de Tiempo Normal según la fórmula:

$$TN = TR \times FA = TR \times \frac{A_e}{A_n}$$

donde:

TN = Tiempo Normal

TR = Tiempo de Reloj

FA = Factor de Actividad que se obtiene como cociente entre

 A_e = Actividad Estimada por el cronometrador

 A_n = Actividad Normal según la escala que se utilice.

Existen 3 escalas para la apreciación de las actividades estimadas son:

- Escala Centesimal o Normal, cuyos valores varían entre (100 y 133,33).
- Escala Bedaux, con valores comprendidos entre (60 y 80).
- Escala 75/100 con valores entre (75 y 100).

Los valores apreciados por el cronometrador en el centro de trabajo pueden incluir cierta subjetividad en su registro, por eso se comparan después con los valores que se consideran reales, que son los que se obtienen por consenso entre varios analistas tras la visualización de las proyecciones obtenidas en el centro. Así surgen distintos tipos de cronometradores:

- Cronometrador benévolo: es el que aprecia valores de actividad estimada (se mide en el eje de ordenadas, y) mayores que los que resultan para la actividad real (se miden en el eje de abcisas, x).
- Cronometrador exigente: es el que aprecia valores de actividad estimada menores que los que después resultan como actividad real (y < x).
- Cronometrador ideal: es el que aprecia los valores que se dan en la realidad (y = x).
- Determinación del n.º de observaciones n mediante:
 - Fórmulas estadísticas.
 - Gráfica o Ábaco de Lifson.
 - Tabla de Westinghouse.
- Cálculo del Tiempo Normal Representativo, TNR: de manera agregada o desagregada:
 - De forma agregada:

$$TNR = (\Sigma TR \times FA_1 + \Sigma TR \times FA_2 + \dots + \Sigma TR \times FA_n)/n$$

donde FA_1 , FA_2 , ..., FA_n representan los distintos tipos de factores de actividad que se dan en ese conjunto de mediciones.

• De forma desagregada:

$$TNR = \sum (TR \times FA)/n$$

— Cálculo de Tiempo Tipo (Tp)

$$Tp = TNR(1 + K)$$

donde $K = K_{\text{cte}} + K_{\text{vble.}}$ es el coeficiente suplementario que nos indica las condiciones físicas y psíquicas en que se desenvuelve el trabajo objeto de medición. Está compuesto por dos componentes, una fija y otra variable, y se obtiene a partir de

las tablas correspondientes. Por ejemplo la de la *Personnel Administration* es la que se usa en este manual (*véase* Anexo 4). Las unidades de medida del Tiempo Tipo son el hombre hora (HH), el punto (equivale a un minuto de tiempo tipo) y el segundo de tiempo tipo.

- **4.** Medición de tiempos basada en tablas de datos normalizados. Estas tablas se obtienen mediante la recopilación de elementos comunes a muchas de las tareas que se realizan en la empresa. Son particulares de cada empresa y, en todo caso, sirven para distintas empresas de un mismo sector.
- **5.** Medición de tiempos por descomposición en micromovimientos de tiempos predeterminados. Esta técnica se basa en la utilización de la tabla QSK y la tabla MTM. Se trata de tablas generales para cualquier sector ya que parten de datos muy básicos al descomponer la tarea con un alto grado de detalle. La tabla QSK tiene en cuenta los factores: partes del cuerpo empleadas en el movimiento, distancia recorrida, carga soportada y condiciones de trabajo; y la tabla MTM divide la tarea en movimientos como alcanzar, mover, tomar, girar, posicionar, desmontar, movimientos del cuerpo y movimientos de piernas y pies, todos ellos afectados por un factor según el peso que se soporta en cada situación.

Estas técnicas de medición de tiempos basadas en tablas (las correspondientes a los puntos 4 y 5 anteriores) siguen el mismo procedimiento para su aplicación:

Dado un proceso de trabajo global (PT_g) objeto de medición, éste puede ser descompuesto en n elementos de trabajo de la siguiente forma:

$$PT_g = ae_1 + be_2 + \dots + pe_n$$

donde a, b, ..., p son constantes asociadas a los elementos de trabajo que nos indican el número de veces que se repite ese elemento de trabajo en el proceso completo.

Conociendo además los Tiempos Tipo elementales de cada elemento de trabajo según las anteriores tablas, medidos en su unidad correspondiente, es decir, en TMU^1 , se obtiene el tiempo asociado al proceso de trabajo global (TPT_g) aplicando tales tiempos a la ecuación que define el proceso global, de la siguiente forma:

$$TPT_g = aTe_1 + bTe_2 + \dots + pTe_n$$

6. Medida de tiempos por muestreo. Su objetivo es obtener información sobre el grado de utilización de los elementos de trabajo que intervienen en el proceso. Esta técnica se basa en obtener muestras de registros de tiempos que deben ser representativas del total de observaciones que habría que efectuar. Para garantizar esta representatividad el analista de procesos debe realizar rondas aleatorias de observación basadas en tablas de números aleatorios. Las fórmulas a utilizar son:

Días del Muestreo =
$$\frac{\text{Total de Muestras}}{\text{Muestras Diarias}}$$

¹ TMU son las iniciales de los vocablos ingleses *Time Measurement Unit*, que significa Unidad de Medida del Tiempo. 1 TMU equivale a 0,36 segundos.

y las muestras diarias se obtienen según:

$$Muestras Diarias = \frac{Tiempo Presencia Centro Trabajo}{2 \times Duración Recorrido}$$

EJERCICIOS

12.1. En el proceso de trabajo de un empleado de la Secretaría de la Facultad de Ciencias del Trabajo de cierta Universidad se ha acotado la tarea «búsqueda y localización de expediente de alumno en el archivo manual de la Secretaría del centro». Se tienen datos históricos del citado elemento de trabajo, resultando el tiempo de realización de la tarea igual a 27 segundos; los extremos del intervalo entre los que se encuentran todos los registros de tiempos son 23 y 32 segundos.

SE PIDE:

Obtener el tiempo de mayor frecuencia de aparición en la toma de datos históricos.

Solución

Para resolver este ejercicio vamos a utilizar la fórmula de la medida de tiempos mediante datos históricos, que es:

$$T_h = \frac{t_o + 4t_m + t_p}{6}$$

donde:

 T_h = tiempo histórico

 t_o = tiempo optimista

 $t_m = \text{tiempo modal}$

 t_p = tiempo pesimista

Los datos que nos dan en el enunciado del ejercicio son:

 $T_h = 27''$; $t_o = 23''$, ya que el tiempo optimista es el menor valor de todos los registros. $t_p = 32''$, pues el tiempo pesimista es el mayor valor de los anotados.

Despejando t_m de la anterior fórmula y aplicando los anteriores datos queda:

$$t_m = \frac{6T_h - t_o - t_p}{4} = \frac{6 \times 27'' - 23'' - 32''}{4} = \frac{107}{4} = 26,75'' \cong 27 \text{ segundos}$$

Por tanto, el tiempo modal, es decir, el que más veces se presenta en el registro de tiempos es el valor 27 segundos.

12.2. Aplicando la técnica del cronometraje de tiempos de trabajo se han obtenido los valores correspondientes al tiempo que tarda un empleado de una empresa de jardinería en realizar la tarea *«poda de arbusto»* en distintos lugares y momentos de realización de la misma. Se tiene, por tanto, la siguiente serie de datos, en minutos:

SE PIDE:

Calcular un valor representativo del tiempo de la tarea en base a los datos aportados.

Solución

Con los datos que tenemos podemos aplicar dos fórmulas, la de la media aritmética simple o la fórmula del tiempo histórico, que en definitiva es una media ponderada.

Aplicando la media aritmética simple quedaría:

$$\overline{T} = \frac{\sum_{i} t_{i}}{n} = \frac{15 + 12 + 13 + 16 + \dots + 18 + 12}{14} = 14,14 \text{ min.} \cong 14 \text{ min.}$$

Aplicando la fórmula del tiempo histórico, queda:

$$T_h = \frac{t_o + 4t_m + t_p}{6} = \frac{10 + 4 \times 12 + 20}{6} = 13 \text{ min.}$$

La diferencia entre un resultado y otro es que en la media aritmética simple se le da la misma ponderación a cada uno de los valores de tiempos registrados, en cambio, en la fórmula del tiempo histórico se le da mayor peso al valor que más frecuentemente aparece en las mediciones, es decir, al que aquí se llama tiempo modal, t_m , que es igual a 12 minutos, el cual tiene una ponderación de 4 en la fórmula.

Por tanto, podemos decir que ambos tiempos son representativos de las mediciones efectuadas y dependiendo del uso posterior que se le vaya a dar se utilizará uno u otro.

12.3. Se tienen los siguientes datos, en minutos, sobre tiempos de trabajo que emplea un profesor en la tarea «corrección de 10 exámenes»: el tiempo de mayor frecuencia de aparición es de 42′; como tiempo representativo histórico se obtuvo 38′, también se conoce un tiempo de realización equivalente a 45′.

SE PIDE:

¿Cuál fue el tiempo mínimo que tardó el profesor en corregir 10 exámenes?

Solución

Lo que nos está pidiendo el problema es el tiempo optimista de realización, que despejando de la fórmula de datos históricos quedaría:

$$t_o = 6T_h - 4t_m - t_p = 6 \times 38 - 4 \times 42 - 45 = 15 \text{ min.}$$

En la aplicación de la fórmula se ha supuesto que el valor de tiempo 45 minutos corresponde al tiempo máximo de realización o también denominado, tiempo pesimista, tp. El valor obtenido, 15 minutos, es el tiempo mínimo de realización de la tarea *«corrección de 10 exámenes»*.

12.4. La tabla de datos normalizados creada por la empresa ASISTEC nos ofrece los siguientes datos de tiempos:

ASISTEC		Elemento de trabajo 1 (e ₁)	Elemento de trabajo 2 (e ₂)	Elemento de trabajo 3 (e ₃)	Elemento de trabajo 4 (e ₄)	Elemento de trabajo 5 (e ₅)
Tiempo (TMU)	Tipo	3	10	8	2	5

Tabla de datos normalizados

SE PIDE:

Calcular el tiempo global del siguiente proceso de trabajo basándose en la aplicación de la técnica de medición de tiempos usando tablas de datos normalizados.

La ecuación por la que se rige el proceso de trabajo es la siguiente:

$$PT_g = 2e_1 + 2e_3 + 4e_4 + 2e_5$$

Solución

La fórmula asociada al tiempo del proceso de trabajo global, en este caso, queda:

$$TPT_g = 2Te_1 + 2Te_3 + 4Te_4 + 2Te_5 = 2 \times 3 + 2 \times 8 + 4 \times 2 + 2 \times 5 = 40 \text{ TMU}$$

Sabemos que 1 TMU equivale a 0.36 segundos, por tanto, el tiempo del proceso global es: $40 \text{ TMU} \times 0.36 \text{ seg.} = 14.4 \text{ segundos}.$

12.5. Dados los siguientes valores de Actividades Estimadas en las escalas correspondientes:

100 en la escala Centesimal 72 en la escala Bedaux 80 en la escala 75/100

SE PIDE:

Obtener los valores equivalentes en las restantes escalas.

Solución

Las escalas de valoración de los niveles de actividades estimadas son las siguientes:

- Escala Centesimal o Normal, cuyos valores varían entre (100 y 133,33).
- Escala Bedaux, con valores comprendidos entre (60 y 80).
- Escala 75/100 con valores entre (75 y 100).

Aplicando las reglas de proporcionalidad de las tres escalas a cada uno de los valores dados en el enunciado, se tiene:

100 en la escala Centesimal. En este caso no hay que hacer ningún cálculo pues se trata del valor inferior de la escala Centesimal, por tanto, se corresponde directamente con los valores inferiores de las otras dos escalas: 60 en Bedaux y 75 en la escala 75/100.

72 en la escala Bedaux. Para obtener el valor correspondiente en la escala Centesimal, llamémosle x_C , y el correspondiente en 75/100, al que denominamos $x_{75/100}$ se aplican las siguientes reglas de proporcionalidad, tomadas de dos en dos:

 $x_C = (100 \times 72)/60 = 120$; es decir, 120 es el valor de actividad estimada en la escala Centesimal equivalente a 72 en la escala Bedaux.

 $x_{75/100} = (75 \times 72)/60 = 90$; es decir, 90 es el valor de actividad estimada en la escala 75/100 correspondiente a 72 en Bedaux.

Operando de la forma anterior para el valor de Actividad Estimada 80 en la escala 75/ 100, tenemos las siguientes relaciones:

Tomándolas de dos en dos calculamos los valores correspondientes en Bedaux y en Centesimal, como sigue:

 $x_B = (60 \times 80)/75 = 64$ que es el valor de Bedaux correspondiente a 80 en la escala

 $x_C = (100 \times 80)/75 = 106,67$ valor de la escala Centesimal equivalente a 80 en 75/100.

Al ser las tres escalas proporcionales, es indiferente la utilización de los valores en una u otra escala y los resultados que de ello se deriven no deben quedar afectados, como se puede comprobar en el siguiente ejercicio.

12.6. El Tiempo de Reloj cronometrado a un trabajador del sector servicios en una tarea básica de su proceso de trabajo, fue de 1 hora, 32 minutos y 40 segundos. El nivel de actividad que se observó para el empleado fue de 120 usando la escala Normal.

SE PIDE:

Calcular el Tiempo Normal para esta toma de datos y determinar si se obtendría el mismo resultado al usar otras escalas. ¿Qué relación guardan los Tiempos de Reloj y los Tiempos Normales?

En primer lugar, pasamos el Tiempo de Reloj cronometrado, TR, a segundos para poder operar con mayor facilidad y tenemos: TR = 5.560 segundos.

A continuación, aplicamos la fórmula de cálculo del Tiempo Normal con el valor anterior y con los valores de Actividad Estimada 120 y de Actividad Normal 100 correspondientes a la escala Normal:

$$TN = TR \times FA = TR \times \frac{A_e}{A_n} = 5.560 \times \frac{120}{100} = 5.560 \times 1,2 = 6.672$$
 segundos

Para hacer los cálculos en las restantes escalas hemos de obtener, previamente, los valores equivalentes a 120 en la escala Normal, es decir, x_B y $x_{75/100}$ como sigue:

Realizando los cálculos como en el ejercicio anterior, queda:

$$x_B = 72$$

 $x_{75/100} = 90$, llevando estos valores de actividades estimadas y normales a la fórmula del Tiempo Normal queda:

$$TN = TR \times FA = TR \times \frac{A_e}{A_n} = 5.560 \times \frac{72}{60} = 5.560 \times 1,2 = 6.672$$
 segundos

$$TN = TR \times FA = TR \times \frac{A_e}{A_n} = 5.560 \times \frac{90}{75} = 5.560 \times 1,2 = 6.672$$
 segundos

Como podemos observar, el Factor de Actividad, que es el cociente entre la Actividad Estimada y la Actividad Normal, es el mismo, 1,2, independientemente de que se utilice la escala Normal, Bedaux o 75/100, por ello los resultados derivados de la utilización de una u otra escala no varían, y, como podemos comprobar, el valor de Tiempo Normal es el mismo en las 3 escalas, 6.672 segundos.

Otra observación importante que hay que hacer como consecuencia de los resultados obtenidos es que el valor de TN siempre será mayor o igual que el valor de TR del que proviene (en este caso 6.672 segundos > 5.560 segundos) y ello es debido a la intervención del Factor de Actividad en el cálculo del Tiempo Normal. Nótese que el Factor de Actividad es el cociente entre Actividad Estimada y Actividad Normal. Como el valor de Actividad Estimada es siempre mayor o igual que el de Actividad Normal (según se puede observar en cualquiera de las escalas), el Factor de Actividad tomará valores mayores o iguales a 1 (y menores o iguales a 1,33), lo que incide finalmente en que TN sea mayor o igual que TR.

12.7. Se ha efectuado un cronometraje sobre tiempos de actividad y parada de maquinaria utilizando la escala Bedaux. Se valoró el nivel de actividad de la máquina en 75 y el Tiempo Normal obtenido en la Oficina de Procesos de Trabajo fue de 32 minutos y 46 segundos.

SE PIDE:

¿Cuál fue la toma de datos que se hizo para el Tiempo de Reloj?

Solución

En primer lugar, pasamos el Tiempo Normal a segundos, quedando 1.966 segundos. A continuación, aplicamos los valores de TN y de Actividades Estimada y Normal de la escala Bedaux, en la fórmula del Tiempo Normal y se tiene:

1.966 segundos =
$$TR \times \frac{75}{60} = TR \times 1,25$$

De donde,

$$TR = \frac{1.966 \text{ segundos}}{1.25} = 1.572,8 \text{ segundos} = 26 \text{ min. y } 13 \text{ seg.}$$

12.8. Se ha realizado la acotación de cierto elemento de trabajo en una empresa dedicada a prestar servicios de consultoría, después ha sido cronometrado ese elemento con un Tiempo de Reloj de 2 minutos y 4 segundos. En el Departamento de Procesos de Trabajo se ha calculado el Tiempo Normal correspondiente a la citada medición que ha resultado ser 145 segundos.

SE PIDE:

¿Cuál fue el Factor de Actividad que se aplicó en el cálculo del Tiempo Normal? ¿Y el nivel que estimó el cronometrador si usó la escala Bedaux? Comparar los resultados que se obtendrían en las otras escalas estudiadas.

Solución

Los datos que nos aporta el ejercicio son:

 $TR = 2 \times 60 + 4 = 124$ segundos; TN = 145 segundos; por tanto, aplicando la fórmula del Tiempo Normal, tenemos:

$$TN = TR \times FA;$$
 $145 = 124 \times FA;$ $FA = \frac{145}{124} = 1,17$

Como:

$$FA = \frac{A_e}{A_n}$$
; 1,17 = $\frac{A_e}{60}$; $A_e = 70.2$ en Bedaux

En la escala Centesimal, quedaría:

$$FA = \frac{A_e}{A_n}$$
; 1,17 = $\frac{A_e}{100}$; $A_e = 117$ en Centesimal

En la escala 75/100, se obtiene:

$$FA = \frac{A_e}{A_n}$$
; 1,17 = $\frac{A_e}{75}$; $A_e = 87,75$ en 75/100

Aunque los valores de actividades estimadas son diferentes en cada escala, el valor de Factor de Actividad no varía y, por tanto, para el cálculo del Tiempo Normal es indiferente el uso de una u otra escala y cualquiera de ellas nos daría el mismo valor como resultado.

12.9. Sobre un mismo elemento de trabajo, usando la escala Bedaux, se han realizado diferentes cronometraciones, resultado de las cuales es la obtención de los siguientes valores:

 $TR_1 = 112$ segundos.

 $TR_2 = 114$ segundos.

 $TR_3 = 110$ segundos.

Sabemos que el Tiempo Normal para ese elemento de trabajo es de 120 segundos.

SE PIDE:

¿Cuáles han sido los valores estimados de la actividad desempeñada por el empleado? Si estos valores responden a los de un cronometrador representado por la recta y - x = 4. ¿Qué valores de actividad son los reales? Por tanto, ¿Qué tipo de cronometrador es? ¿Qué recta hubiera representado los valores anotados por un cronometrador ideal?

Solución

Aplicando la fórmula del Tiempo Normal a los Tiempos de Reloj anotados en la cronometración, y teniendo en cuenta que usamos la escala Bedaux, con valor de Actividad Normal igual a 60, obtenemos los correspondientes valores de Actividades Estimadas:

$$120 = \frac{A_{e_1}}{60} \; ; \; A_{e_1} = 64,28 \; ; \; 120 = 114 \; \frac{A_{e_2}}{60} \; ; \; A_{e_2} = 63,16 \; ; \; 120 = 110 \; \frac{A_{e_3}}{60} \; ; \; A_{e_3} = 65,45$$

Estos valores de Actividades Estimadas son los calculados (se miden en el eje y) por el cronometrador en el proceso de medición en el centro de trabajo, ellos deben ser comparados con los valores reales (se miden en el eje x) de las actividades estimadas, que se obtienen según la ecuación de la recta dada en el enunciado y - x = 4. Aplicándola teniendo en cuenta que A_{e_1} , A_{e_2} y A_{e_3} se corresponden con y_1 , y_2 e y_3 , obtenemos los siguientes valores de actividades estimadas reales:

$$x_1 = y_1 - 4 = 64,28 - 4 = 60,28$$

 $x_2 = y_2 - 4 = 63,16 - 4 = 59,16$
 $x_3 = y_3 - 4 = 65,45 - 4 = 61,45$

por tanto, observamos que todos los valores de y son mayores que sus correspondientes x. Es decir, que el cronometrador cree que los trabajadores trabajan a mayor ritmo de lo que trabajan en la realidad y ello indica que se trata de un cronometrador tipo Benévolo.

Para que el cronometrador sea calificado como *Ideal*, sus anotaciones en el centro (y) deben ser iguales a los valores consensuados como reales (x), por tanto la recta y - x = 0sería la que representaría a un cronometrador de este tipo.

12.10. En un centro de trabajo industrial se han tomado tiempos de alimentación de la máquina principal resultando los siguientes datos, en minutos:

SE PIDE:

Obtener el número mínimo de observaciones necesarias para tener un Tiempo Normal Representativo (TNR) de todos los observados con un error del 3% y un riesgo, R, del 32% (K = 1). Interpretar el resultado.

Solución

Éste es un caso de determinación del número de observaciones necesarias para tener el Tiempo Normal Representativo de las mismas usando fórmulas estadísticas.

Para ello, en primer lugar, ordenamos los datos del enunciado en la siguiente tabla donde, además, se realizan los cálculos necesarios para la obtención del valor de la desviación estándar de las tomas de tiempos, de la siguiente forma:

x_i (valores)	f (frecuencia)	$x_i f$	$(x_i - \bar{x})^2$	$f(x_i - \bar{x})^2$
13	1	13	16	16
14	3	42	9	27
15	2	30	4	8
16	4	64	1	4
17	5	85	0	0
18	5	90	1	5
19	4	76	4	16
	$\sum f = n = 24$	$\sum x_i f = 400$		$\sum f(x_i - \bar{x})^2 = 76$

Con los datos de la segunda y tercera columna de la tabla anterior calculamos la media de los valores de:

$$x = \bar{x} = \frac{\sum x_i f}{n} \cong 17 \text{ minutos}$$

Para calcular la desviación típica de los valores anteriores tenemos que aplicar:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f(x_i - \bar{x})^2}{n}} = \sqrt{\frac{76}{24}} = \sqrt{3.17} = 1.78$$

Con estos valores de la media y de la desviación típica calculamos el número de observaciones, *N*, que hubieran sido necesarias para tener un TNR de todos los observados, mediante su fórmula de cálculo (Abancens y Lasheras, 1986):

$$N = \left(\frac{k\sigma}{e\bar{x}}\right)^2 + 1 = \left(\frac{1 \times 1.78}{0.03 \times 17}\right)^2 + 1 = 12.18 + 1 \cong 13 \text{ mediciones}$$

El intervalo en el que estarían comprendidas las mediciones se forma con $\bar{x} \pm e\bar{x}$, es decir $17 \pm 3\%17 = (16,49, 17,51)$ minutos.

Por consiguiente, la interpretación final del ejercicio es que 13 mediciones hubieran sido suficientes para que el 68% (100% - R = 32%) de las mismas hubieran estado comprendidas en el intervalo (16,49,17,51) minutos.

12.11. En una toma de datos electrónica sobre tiempos de trabajo de servicio en una central de reparto se ha obtenido, tras el análisis de tiempos, que 20 es el número mínimo de observaciones necesarias para tener un Tiempo Normal Representativo de todos los observados, con una probabilidad de error (o Riesgo, R) del 0,3% (K = 3). Si las mediciones, en minutos, junto con sus frecuencias de aparición fueron las siguientes:

x _i (valores)	f (frecuencia)
20	2
21	3
24	2
25	3
26	2
27	1

SE PIDE:

¿Cuál fue el error admitido para las mediciones? Interpretar el resultado final.

Solución

Este caso también se incluye dentro de la determinación del número de observaciones necesarias para tener su Tiempo Normal Representativo mediante el uso de fórmulas estadís-

ticas. La única diferencia respecto al anterior ejercicio es que aquí conocemos ese número, N igual a 20, y, en cambio, ahora nos piden hallar el error permitido a las observaciones. Por ello, procedemos creando la siguiente tabla que nos facilita la obtención de las magnitudes estadísticas básicas, media y desviación típica:

x_i (valores)	f (frecuencia)	$x_i f$	$(x_i-\bar{x})^2$	$f(x_i - \bar{x})^2$
20	2	40	9	18
21	3	63	4	12
24	2	48	1	2
25	3	75	4	12
26	2	52	9	18
27	1	27	16	16
	$\sum f = n = 13$	$\sum x_i f = 305$		$\sum f(x_i - \bar{x})^2 = 78$

Con los datos de la segunda y tercera columna de la tabla anterior calculamos la media de los valores de:

$$x = \bar{x} = \frac{\sum x_i f}{n} = \frac{305}{13} = 23,46 \cong 23 \text{ minutos}$$

Seguidamente, calculamos la desviación típica de las mediciones según:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f(x_i - \bar{x})^2}{n}} = \sqrt{\frac{78}{13}} = \sqrt{6} = 2,45$$

Tenemos, como dato del enunciado, que N, número de observaciones para tener un TNR de los observados, es 20. Por tanto, aplicando este valor, la fórmula de cálculo de N queda:

$$N = \left(\frac{k\sigma}{e\bar{x}}\right)^2 + 1 \quad ; \quad 20 = \left[\frac{3 \times 2,45}{e \times 23}\right]^2 + 1 \quad ; \quad 20 = \frac{54,02}{529e^2} + 1 \quad ; \quad 19 = \frac{0,1021}{e^2}$$
$$e^2 = 0.0054 \quad ; \quad e = 0.073$$

Despejando e de la anterior fórmula se ha llegado a que el error permitido a las mediciones es, en términos porcentuales, un 7,3%, valor que nos permite crear el intervalo en el que se encuentran las mediciones efectuadas:

$$\bar{x} \pm e\bar{x}$$
, es decir 23 ± 7,3% · 23 = (21,32, 24,68) minutos

La interpretación del ejercicio es que 20 mediciones son las necesarias para que el 99,7% (100% - R = 0.3%) de las mismas estén comprendidas en el intervalo fijado arriba.

12.12. Se han tomado 10 lecturas de un elemento de trabajo determinado resultando el valor superior de las mismas, 48 segundos, y el inferior, 32 segundos. Suponiendo un error admisible para las mediciones del 0,04 y una probabilidad de error (o riesgo) del 2%.

SE PIDE:

¿Cuántas lecturas son necesarias para tener un Tiempo Normal Representativo de todos los observados?

(Fuente: Abancens y Lasheras, 1986.)

Solución

Se trata de un caso de determinación del número de lecturas necesarias utilizando para ello la gráfica de Lifson. Si observamos dicha gráfica (véase Anexo 2), vemos que tiene 3 entradas: el valor de e, % de error admisible para las mediciones, el valor de riesgo (o probabilidad de error, R) y el coeficiente B que se obtiene a partir de los valores superiores e inferiores de las medidas mediante la siguiente fórmula:

$$B = \frac{S - I}{S + I}$$

En este caso:

$$B = \frac{S - I}{S + I} = \frac{48 - 32}{48 + 32} = \frac{16}{80} = 0.2$$

Con los valores de error, igual al 4% (en términos porcentuales), y riesgo del 0,02 (en tantos unitarios) obtenemos en la gráfica de Lifson un punto de confluencia, el cual origina una recta perpendicular que hemos de llevar hasta la unión con la línea oblicua de B = 0.2. Este nuevo punto de encuentro nos lleva por su horizontal hasta el número de lecturas Nigual a 55, que es el resultado buscado.

El ábaco de Lifson está ideado para 10 lecturas iniciales, como es el caso que se plantea en este ejercicio, por tanto el resultado final no debe ser ajustado por ningún coeficiente, como ocurre en el siguiente ejercicio.

12.13. Habiéndose efectuado 11 lecturas de un mismo elemento de trabajo han resultado los tiempos máximos y mínimos de las mismas, 39 segundos y 32 segundos, respectivamente. El error permitido a las mediciones es de un 2% y la probabilidad de error (riesgo) es un 15%.

SE PIDE:

¿Cuántas lecturas hubieran sido suficientes para tener un Tiempo Normal Representativo de los observados?

Solución

Con los datos de tiempos máximos y mínimos calculamos el coeficiente B de la siguiente forma:

$$B = \frac{S - I}{S + I} = \frac{39 - 32}{39 + 32} = \frac{7}{71} = 0,098 \approx 0,10$$

valor aproximado que aparece en la gráfica de Lifson. En ella buscamos la confluencia de error igual a 2% y riesgo 0,15; este punto nos genera una línea perpendicular que va a cortarse con el valor de B = 0.10. Este nuevo punto de encuentro origina una línea horizontal que llega al valor de N, 22 lecturas. Como inicialmente hemos partido de 11 lecturas, hay que corregir este resultado por el factor que aparece en la gráfica de Lifson, 0,94. Por tanto, 22×0.94 da como resultado final 21 lecturas.

12.14. De las mediciones efectuadas sobre un proceso de trabajo se ha obtenido un valor del coeficiente B=0,15. Igualmente conocemos que el riesgo R=5%, el error permitido a las medidas es e = 1% y el valor superior de las mismas S = 50 minutos.

SE PIDE:

Obtener el valor inferior de las mediciones así como el total de lecturas efectuadas.

Solución

En primer lugar sustituimos los valores conocidos en la fórmula

$$B = \frac{S - I}{S + I}$$

y despejando se obtiene I = 37 minutos. Con los valores de B, e y R en la gráfica de Lifson se obtiene como resultado 350 lecturas. En este caso suponemos que se partió de 10 lecturas iniciales y, por tanto, no hay que corregir el resultado final.

12.15. Una compañía productora de componentes de automóviles está realizando un proceso de medición de tiempos de trabajo en su central. Tiene una capacidad de producción diaria (jornada de 8 horas) de 1.000 componentes y se consideran 2.100 horas productivas anuales.

SE PIDE:

¿Cuál es el número mínimo de observaciones a realizar en este centro de trabajo para tener un Tiempo Normal Representativo de las mediciones efectuadas?

Solución

En este caso tenemos otro tipo de datos en el enunciado del problema como es la capacidad de producción de la fábrica y el número de horas productivas anuales. Por tanto, para calcular el número de lecturas a realizar, hemos de utilizar la denominada Tabla de Westinghouse (véase Anexo 3). En su primera columna aparece el tiempo por pieza fabricada en horas, con lo cual, hacemos la siguiente transformación: 1.000 componentes/8 horas = 125 componentes/hora; su inversa nos da 0,008 horas/componente.

Para calcular la producción anual, como sabemos que se obtienen 125 componentes/ hora y se consideran 2.100 horas productivas anuales, multiplicando obtenemos 262.500 componentes/año. Con estos datos, la Tabla de Westinghouse nos ofrece como resultado 60 observaciones.

12.16. Una empresa ensambladora de computadores que cada media hora obtiene un computador preparado para la venta está realizando un proceso de medición de tiempos de trabajo. El horario laboral es de 8 de la mañana a 8 de la tarde de lunes a viernes.

SE PIDE:

¿Cuál es el número mínimo de observaciones necesarias para tener un Tiempo Normal Representativo de las mediciones que se están efectuando en la empresa?

Solución

El primer dato que nos da el enunciado es el tiempo de fabricación por pieza igual a 0,5 horas/computador. Por tanto, la producción anual se obtiene teniendo en cuenta que se trabajan 60 horas semanales, lo que origina 120 computadores, preparados para la venta en una semana. Considerando 52 semanas productivas al año, tenemos 120 computadores/semana × 52 semanas/año = 6.240 computadores/año. Con este último dato y el tiempo de fabricación por pieza, 0,5 horas, obtenemos en la Tabla de Westinghouse (véase Anexo 3) que 4 es el número mínimo de observaciones a realizar para garantizar la representatividad de las mediciones.

12.17. En un centro geriátrico se han obtenido los siguientes datos de Tiempos de Reloj (TR), en minutos, y Actividades Estimadas (A_e) para el proceso de trabajo «asistencia a enfermos» medido a lo largo del último año:

TR	A_e	TR	A_e	TR	A_e
23	60	24	65	24	60
25	75	25	75	22	65
22	75	23	80	21	70
21	60	29	75	23	75
23	60	28	65	24	70
22	65	23	65	29	80
21	75	22	60	28	80
25	80	21	65	27	70

SE PIDE:

Obtener de dos formas diferentes el Tiempo Normal Representativo del proceso de trabajo cronometrado.

Solución

En primer lugar, hemos de precisar que suponemos que con las mediciones efectuadas tenemos garantizada la obtención del Tiempo Normal Representativo, por tanto, no hay que aplicar ninguno de los procedimientos de los ejercicios previos para obtener N.

A continuación pasamos al cálculo, propiamente dicho, del Tiempo Normal Representativo. Para ello hemos de calcular los Factores de Actividad que corresponden a cada uno de los valores de Actividad Estimada. Si observamos la tabla del enunciado, todos los valores de Actividad Estimada oscilan entre 60 y 80, por tanto, es la escala Bedaux la que se ha utilizado en la estimación de los valores de Actividad. Para calcular los Factores de Actividad utilizamos la fórmula: $FA = A_e/A_n$, sabiendo que el valor normal de Actividad en Bedaux es 60. Así obtenemos:

$$A_e = 60 \ FA = 1$$
 ; $A_e = 65 \ FA = 1,08$; $A_e = 70 \ FA = 1,17$
 $A_e = 75 \ FA = 1,25$; $A_e = 80 \ FA = 1,33$

El Tiempo Normal Representativo se puede calcular de dos formas diferentes: agrupando todos los Tiempos de Reloj que tengan el mismo valor de Factor de Actividad y después multiplicando cada grupo por su valor o, sin realizar tal agrupación, directamente multiplicando uno a uno.

1.ª forma: agrupando por Factores de Actividad

$$1(23+21+23+22+24)+1,08(22+24+28+23+21+22)+1,17(21+24+27)+$$

$$TNR = \frac{+1,25(25+22+21+25+29+23)+1,33(25+23+29+28)}{24} = (113+151,2+83,52+181,25+139,65)/24 = 668,62/24 = 27,86 \text{ minutos}$$

2.ª forma: directamente sin agrupar

$$TNR = (23 \times 1 + 25 \times 1,25 + 22 \times 1,25 + 21 \times 1 + 23 \times 1 + 22 \times 1,08 + 21 \times 1,25 + \dots + 27 \times 1,17)/24 = 27,86 \text{ minutos}$$

Como hemos podido comprobar, el resultado es el mismo independientemente de la forma elegida para su cálculo.

12.18. Se ha acotado y medido el proceso de trabajo «reponer cajas de leche en estanterías de supermercado». Su tiempo de reloj por cronometración es de 84 minutos con un nivel de actividad desarrollado por el empleado (de sexo varón) de 130 en la escala normal. Las condiciones en que se desenvuelve la tarea son: de pie, con una postura incómoda, levantando cada vez 10 litros de leche, en unas condiciones atmosféricas de 8 grados Kata, considerándose además como bastante monótono y aburrido.

SE PIDE:

Calcular el Tiempo Tipo de realización de ese proceso de trabajo suponiendo que el tiempo normal coincide con el tiempo normal representativo. Si el trabajo hubiera sido desarrollado por una mujer, ¿cómo hubiera sido el tiempo, mayor o menor que el del hombre? Comparar e interpretar los resultados.

Solución

En primer lugar calculamos, según la Tabla de Suplementos del Personal (*éase* Anexo 4), el coeficiente suplementario (K) correspondiente a las condiciones de trabajo especificadas en el enunciado del ejercicio, en caso de que el trabajo sea desarrollado por un varón:

$$K_{\rm H} = 5 + 4 + 2 + 2 + 3 + 10 + 1 + 1 = 28\%$$

Téngase en cuenta que para el cálculo de *K* hay una parte constante, en este caso los valores 5 y 4, correspondientes al suplemento por necesidades personales y por fatiga base, que aunque no lo especifique en las condiciones de trabajo, siempre han de ser aplicados.

La fórmula de cálculo del Tiempo Tipo es:

$$T_p = TNR(1 + K)$$

En este caso, el Tiempo Normal Representativo es coincidente con el Tiempo Normal, por tanto, nos vale con esta única medición para garantizar la representatividad del proceso. Aplicando los datos que tenemos, queda:

$$TR = 84 \text{ minutos}$$
 ; $A_e = 130$; $A_n = 100$; $1 + K = 1,28$
$$T_{nH} = 84'(130/100)1,28 = 139,77 \text{ puntos}$$

Approximadamente 140 puntos = 2 HH y 20 puntos.

Ahora lo aplicamos para el caso de la mujer:

$$K_{\rm M} = 7 + 4 + 4 + 3 + 4 + 10 + 1 + 1 = 34\%$$

 $T_{p\,\rm M} = 84'(130/100)1,34 = 146 \text{ puntos} = 2 \text{ HH y 26 puntos}$

La conclusión que extraemos para este caso es que $T_{p\rm M} > T_{p\rm H}$. Ello se debe a que los valores de los coeficientes suplementarios para el caso de trabajo realizado por una mujer son mayores o iguales que para el caso de varón (observar la Tabla de Suplementos en el Anexo 4)².

12.19. Se ha medido un proceso de trabajo cuyo Tiempo Tipo es de 1 HH 23 puntos. Igualmente conocemos el coeficiente suplementario que afecta a este proceso, de valor K = 12%.

SE PIDE:

¿Cuál fue el Tiempo Normal Representativo de este proceso de trabajo?

Solución

Para poder operar con más facilidad con el Tiempo Tipo dado lo convertimos a la unidad de medida puntos. De esta forma 1 HH 23 puntos = 83 puntos (ya que 1 HH son 60 puntos) y, a continuación, aplicamos la fórmula del Tiempo Tipo:

$$T_p = TNR (1 + K) \quad ; \quad 83 \text{ puntos} = TNR (1,12)$$

$$TNR = 83/1,12 = 74,11 \text{ minutos} = 1 \text{ hora } 14 \text{ minutos } 7 \text{ segundos}$$

² Téngase en cuenta este factor para evitar la posible discriminación, por razón de sexo, al usar los tiempos tipo como base para el cálculo de la productividad asociada a los procesos de trabajo, para el establecimiento de salarios de la plantilla o para la determinación de los precios de productos y servicios prestados.

12.20. El Tiempo Tipo para una medición de trabajo de tipo industrial fue de 3 HH y 39 puntos. El Tiempo Normal Representativo asociado a este proceso fue de 2h 45 minutos 33 segundos.

SE PIDE:

¿Cuál fue el coeficiente suplementario de este proceso de trabajo?

Solución

Previamente hemos de homogeneizar las unidades de los tiempos dados en el enunciado. Por ejemplo, si las pasamos a segundos tenemos:

$$T_p = (3 \times 60 \times 60) + (39 \times 60) = 13.140$$
 segundos de tiempo tipo
 $TNR = (2 \times 60 \times 60) + (45 \times 60) + 33 = 7.200 + 2.700 + 33 = 9.933$ segundos

Aplicando la fórmula del Tiempo Tipo, tenemos:

$$T_p = TNR(1 + K)$$
; $13.140 = 9.933(1 + K)$

de donde se obtiene que K = 32,29%.

12.21. En un centro de trabajo que abre de 8 de la mañana a 8:30 de la tarde se va a efectuar un muestreo de procesos de trabajo para determinar la actividad o inactividad de los principales elementos de trabajo. Se tardaron 15 minutos en efectuar una ronda completa de observación de los puestos de trabajo que componen el centro. El muestreo va a constar de 350 observaciones en total.

SE PIDE:

Obtener la duración del muestreo y los momentos de comienzo de cada ronda un día cualquiera del mismo. Usar para ello la siguiente tabla de números aleatorios:

23	34	45	87	32	1	25	4	56	90
88	99	2	3	56	28	19	76	47	90
69	11	55	70	22	7	81	69	37	40
76	15	4	10	22	73	51	40	30	42
18	49	56	78	17	39	76	41	87	55
35	29	86	90	12	29	47	80	67	10
28	3	15	60	74	87	45	23	58	9
67	24	36	45	12	34	76	27	59	80

En primer lugar, aplicamos la fórmula del número de observaciones o muestras que se tomarán cada día en este proceso:

Muestras Diarias =
$$\frac{\text{Tiempo Presencia Centro Trabajo}}{2 \times \text{Duración Recorrido}} = \frac{750 \text{ min}}{2 \times 15 \text{ min}} = 25 \text{ Muestras Diarias}$$

El tiempo de presencia en el centro de trabajo es el número de minutos del horario de trabajo: 12,5 horas × 60 minutos = 750 minutos; la duración del recorrido es la de la ronda completa de observación, 15 minutos.

A continuación, con el dato de muestras diarias, calculamos el número de días que alcanzará el muestreo:

Duración del Muestreo =
$$\frac{\text{Total de Muestras}}{\text{Muestras Diarias}} = \frac{350 \text{ Muestras}}{25 \text{ Muestras Diarias}} = 14 \text{ días}$$

Finalmente, señalamos en el horario de trabajo (reducido a intervalos de igual duración a la de la ronda primera de observación, es decir, 15 minutos) los momentos de comienzo de las rondas de acuerdo a los números de la tabla aleatoria que se ha facilitado en el enunciado. Así empezaremos tomando los números de la tabla de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo, de la siguiente forma: 23 y se sombrea en la tabla horaria la casilla correspondiente al número 23, es decir, las 13:30 horas. A continuación, 34, se sombrea la casilla horaria 16:15. Después 45, que me indica la hora 19:00 y así sucesivamente, queda:

8:00	8:15	8:30	8:45	9:00	9:15	9:30	9:45	10:00	10:15
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10:30	10:45	11:00	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
13:00	13:15	13:30	13:45	14:00	14:15	14:30	14:45	15:00	15:15
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
15:30	15:45	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
18:00	18:15	18:30	18:45	19:00	19:15	19:30	19:45	20:00	20:15
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50

Hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones a la hora de hacer las señalizaciones del horario de trabajo: 1.º que no se puede establecer una subdivisión del horario de trabajo a las 20:30 porque nos estamos refiriendo a los momentos de comienzo de las rondas, por tanto, a esa hora no puede empezar ninguna ronda ya que acaba el horario de trabajo, 2.º que los números de la tabla aleatoria mayores de 50, en este caso, o los que se repitan se descartarán, 3.º que el número de subdivisiones del horario de trabajo debe coincidir con el doble del número de observaciones diarias, es decir, en este caso, 50 coincide con el doble de 25, 4.º que se señalarán la mitad del número de subdivisiones del horario de trabajo, es decir, en este caso 25 muestras serán las que se tomen y se corresponden con las casillas horarias que están sombreadas.

12.22. En SEDECREM, centro de trabajo que presta servicios financieros al público, el horario de apertura es de 8:30 a 13:30 y de 17:00 a 20:00 horas de lunes a viernes. Con motivo del establecimiento de un plan de calidad laboral se está efectuando un muestreo de trabajo en el que se tratan de determinar las pausas de los empleados y sus causas. Para ello, el observador encargado de tomar los datos ha hecho una ronda previa experimental del centro con una duración de 20 minutos. Suponiendo que el proceso de muestreo completo va a empezar el 1 de julio (lunes) y finalizará el 26 de julio (viernes).

SE PIDE:

¿Cuál será el total de observaciones que tomemos en este proceso? Utilizar la tabla de números aleatorios que se adjunta para efectuar el itinerario que seguirá el observador un día cualquiera de los que dura el proceso.

32	12	14	20	6	7	10	28
9	21	16	15	13	1	9	11
2	3	13	35	20	16	18	22
45	32	2	29	17	33	56	45
18	16	17	49	10	48	79	21

Solución

En primer lugar, se calcula el número de observaciones o muestras diarias mediante la fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Muestras Diarias} &= \frac{\text{Tiempo Presencia Centro Trabajo}}{2 \times \text{Duración Recorrido}} = \frac{480 \text{ minutos}}{2 \times 20 \text{ minutos}} = \\ &= 12 \text{ Muestras Diarias} \end{aligned}$$

$$\text{Días del Muestreo} &= \frac{\text{Total de Muestras}}{\text{Muestras Diarias}} \quad ; \quad 20 \text{ días} = \frac{\text{Total de Muestras}}{12}$$

Si comprobamos en un calendario el número de días hábiles desde el 1 de julio (lunes) hasta el 26 de julio (viernes) es de 20. Por tanto, de la anterior fórmula se obtiene que el total de muestras u observaciones en este proceso de muestreo es 240.

Siguiendo los pasos explicados en el ejercicio anterior y teniendo en cuenta la tabla de números aleatorios aportada en este ejercicio, los momentos de comienzo de las rondas, un día cualquiera de los que comprenderá el muestreo, aparecen sombreados en la siguiente tabla:

8:30	8:50	9:10	9:30	9:50	10:10
1	2	3	4	5	6
10:30	10:50	11:10	11:30	11:50	12:10
7	8	9	10	11	12
12:30	12:50	13:10	17:00	17:20	17:40
13	14	15	16	17	18
18:00	18:20	18:40	19:00	19:20	19:40
19	20	21	22	23	24

EJERCICIOS PROPUESTOS

12.1. A partir de la siguiente toma de datos:

Valores x_i (seg.)	Frecuencia (f)
67	1
75	3
86	5
88	10
90	8
91	6
96	1

SE PIDE:

Calcular el número mínimo de observaciones necesarias para tener un Tiempo Normal Representativo (TNR) con un error del 4% y un riesgo del 5% (K = 2) interpretando el resultado final.

(Fuente: Abancens y Lasheras, 1986.)

12.2. Del centro de trabajo SOFYMER S.A. se conocen los siguientes datos laborales:

Proceso de trabajo básico: «Poda de arbustos variados»

Nº trabajadores: 4 (2 hombres, 2 mujeres)

Horario de trabajo: 9 mañana a 6 tarde de Lunes a Sábado

Duración recorrido completo al centro: 60 minutos

Grado de iluminación: muy bueno

Grado de concentración requerido para el trabajo: trabajo de cierta precisión

Tensión mental: simple

Grado de tedio: trabajo variado

Índice de enfriamiento: 20 grados Kata Media de levantamiento de peso: 2,5 kg

Se ha efectuado la siguiente toma de tiempos para la actividad básica de la empresa, resultanto la siguiente tabla de tiempos de reloj (TR) en minutos y niveles de actividad estimada (A_e) en la escala Centesimal:

TR	28'	38'	16'	12'	29'	30'	28'	16'	28'	17'
A_e	100	130	120	110	105	130	125	120	105	130

Suponiendo que las anteriores tomas de tiempo son suficientes para tener un Tiempo Normal Representativo de todos los observados.

SE PIDE:

Calcular el Tiempo Tipo de realización de la tarea cronometrada distinguiendo su ejecución por sexos. Interpretar los resultados obtenidos. Obtener el tiempo para esta actividad por algún otro procedimiento conocido y realizar su comparación con el Tiempo Tipo.

Igualmente se desea conocer una posible planificación de los turnos de trabajo que seguirá la plantilla de esta empresa durante un período de tiempo concreto en el que todos los trabajadores se igualen en número de horas totales trabajadas. ¿Puede establecer algún tipo de relación entre la medición de tiempos de los procesos de trabajo en una empresa y la planificación de los turnos de los trabajadores de la misma?

12.3. Con los datos de los Ejercicios 12.21 y 12.22 y usando cualquiera de las tablas de números aleatorios que se adjuntan en el Anexo 5, realizar nuevamente estos ejercicios y comparar los resultados con los que aquí se ofrecen como soluciones.

Asignación de equipo en los procesos de trabajo



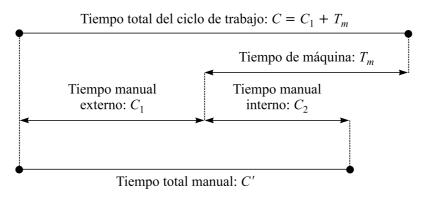
Precisiones conceptuales

La asignación de equipo en los procesos de trabajo tiene una importancia fundamental porque de su adecuada dotación depende la consecución de los objetivos del puesto y, como consecuencia, los de toda la organización.

La noción de equipo de trabajo debe ser tomada en sentido amplio, considerándose dentro de la misma tanto a máquinas como herramientas, útiles diversos o equipo informático.

El diagrama representativo de los procesos de trabajo con máquinas asociadas a los mismos es el *Diagrama de Actividades Simultáneas*, en sus diversas modalidades: *Hombre-Máquina*, *Hombre-Varias Máquinas*, *Equipo-Máquina* (varios hombres trabajando con una máquina) y *Hombres en Equipo* (varios hombres trabajando con varias máquinas).

Para analizar cuantitativamente el fenómeno de la dotación de equipo en los procesos de trabajo vamos a utilizar la siguiente nomenclatura y formulación (Abancens y Lasheras, 1986; Aguirre, Rodríguez y Tous, 2002):



donde:

 C_1 = Tiempo manual externo, se refiere al tiempo que trabaja el operario con la máquina parada (estado OFF).

 C_2 = Tiempo manual interno, se refiere al tiempo que trabaja el operario con la máquina funcionando (en estado ON).

C' = Tiempo manual total, es la suma del tiempo manual externo y del tiempo manual interno.

 T_m = Tiempo de máquina, es el tiempo que funciona la máquina.

C = Tiempo manual total, es la suma del tiempo manual externo y el tiempo de máquina.

A partir de estas variables del proceso de trabajo podemos obtener las saturaciones de cada uno de los elementos que intervienen de la siguiente forma:

Saturación del operario:

$$S_o = \frac{C'}{C} \times 100$$

Saturación de la máquina:

$$S_m = \frac{T_m}{C} \times 100$$

Porcentaje de tiempo manual externo respecto al tiempo total del ciclo:

$$A_1 = \frac{C_1}{C} \times 100$$

Porcentaje de tiempo manual interno respecto al tiempo total del ciclo:

$$A_2 = \frac{C_2}{C} \times 100$$

Número de máquinas, N, que atiende el operario con un cierto porcentaje de descanso, D:

$$N = \frac{100 - D}{A_1 + A_2}$$

Coste unitario por pieza fabricada o servicio prestado, C_N :

$$C_N = \frac{J + (rN) + (AN)}{(PN)(1 - A_1/100)(1 - \delta/100)}$$

donde:

N = Número de máquinas que intervienen en el proceso de trabajo.

J =Salario diario del empleado.

r =Prima diaria por máquina concedida al empleado.

A = Gastos de amortización diarios de cada máquina.

P = Número de piezas/servicios que se producen/prestan diariamente.

 A_1 = Porcentaje de tiempo manual externo.

 δ = Porcentaje de tiempo de interferencia de máquina que se obtiene a partir de la gráfica de Dale-Jones.

La gráfica de Dale-Jones (véase Anexo 6) nos da el porcentaje de tiempo de interferencia de maquinaria, δ , que se refiere al tiempo de funcionamiento de la máquina necesitando la atención del operario estando éste ocupado en otras tareas. Se obtiene a partir del número de máquinas atendidas por el empleado y el porcentaje de tiempo de servicio por máquina, T, que se obtiene como:

$$T = \frac{T_m}{C} \times 100$$

EJERCICIOS

13.1. El siguiente diagrama de Actividades Simultáneas tipo Hombre-Máquina representa el proceso de trabajo seguido en una fábrica de cemento para la operación «envasado de cemento en sacos».

Diagrama de actividades simultáneas tipo hombre-máquina

Empresa: SED	Operación: envasado de cemento/operario: A.R.A.				
Estudio n.º 13	Fecha:	10/02/2006		Método actual	Analista: M.R.F.
Operario	Н	M	I M	áquina	
Operario pone envase y acciona máquina de llenad	do O	-			Máquina en espera
Operario en esper	ra 📗	-			Máquina llenando de cemento el envase
Operario para la máquina, coge el envase lleno y lo retira) - - -			Máquina en espera
Operario toma nuevo envase) - -			Máquina en espera

SE PIDE:

Calcular las variables del ciclo en la situación actual, suponiendo que cada subdivisión del eje temporal central representa 5 segundos de tiempo. Mejorar el proceso de trabajo de forma que el tiempo total del ciclo quede reducido respecto al tiempo del proceso original. Efectuar el análisis derivado referente a la productividad si como consecuencia de cada ciclo de trabajo se obtiene 1 saco de cemento envasado. Representar el diagrama de la situación mejorada.

Solución

En la siguiente tabla están cuantificados los elementos del ciclo de trabajo tanto en la situación original o anterior como en la situación mejorada.

Proceso de envasado de cemento	Situación anterior	Situación mejorada	
Tiempo manual exterior	70''	15"	
Tiempo manual interior	0''	35''	
Tiempo manual total	70''	50"	
Tiempo máquina	35"	35''	
Tiempo total del ciclo	105''	50"	
Saturación operario	66,67%	100%	
Saturación máquina	33,33%	70%	
Productividad	1/105 = 0,0095 sacos cemento/segundo	1/50 = 0,02 sacos cemento/segundo	

La mejora introducida en el proceso de trabajo ha consistido en combinar las acciones de manera que el operario no tenga tiempos de demora entre acción y acción como el que aparece en el diagrama de la situación anterior. Ello genera cambios en la situación mejorada respecto a tiempos y a productividad. Como podemos observar, en el diagrama de la situación mejorada el tiempo manual externo, manual total y tiempo total del ciclo han disminuido. Las saturaciones, tanto del operario como de la máquina, han incrementado; ahora trabajan a mayor ritmo, lo que ha provocado que el proceso de trabajo sea más productivo, en términos globales, pasando de 0,0095 a 0,02 sacos de cemento/segundo.

El diagrama de Actividades Simultáneas tipo Hombre-Máquina del proceso mejorado figura a continuación:

Diagrama de actividades simultáneas tipo hombre-máquina

Empresa: SEDECREM		Operación: envasado de cemento/operario: A.R.A.				
Estudio n.º 13	Fecha:	20/02/2007	N	Nétodo mejorado	Analista: M.R.F.	
Operario)	Н	H M Má		Iáquina	
Operario acciona máquina de llenad	do O	-			Máquina en proceso de llenado	
Operario toma nuevo envase, lo sitúa y para la máquina		, - -	<u>-</u>		Máquina en proceso de llenado	
Coge el envase lleno y lo retira		-			Máquina en demora	

13.2. A partir del diagrama de actividades simultáneas correspondiente al «mecanizado de piezas» que aparece a continuación y suponiendo que cada subdivisión equivale a 4 segundos de tiempo.

SE PIDE:

Calcular las variables del proceso de trabajo en la situación dada e intentar mejorarla en términos de saturación y de productividad suponiendo que, tanto en la situación actual como en la mejorada, se obtiene una única pieza como resultado del proceso de trabajo.

Empresa: SEDE	CREM	Operación:	mecanizado de piezas	Operario: A.R.A.
Estudio n.º 23	Fecha: 2	7/03/2007	Método actual	Analista: M.R.F.
Operario		Н	M	Máquina
Operario trae pieza, la sujeta en mesa de trabajo y acciona máquina				Máquina en estado OFF
Operario parado en espera de próxima tarea				Máquina trabajando sobre las piezas
Operario detiene máquina y retira				Máquina OFF

Solución

El proceso de trabajo se puede mejorar combinando y reordenando las acciones de manera que se eliminen los tiempos muertos entre tareas. Una de las formas de conseguirlo es la que aparece representada en el siguiente diagrama:

Diagrama de actividades simultáneas tipo hombre-máquina

Empresa: SEDECREM		Operación: mecanizado de piezas		Oper	rario: A.R.A.	
Estudio n.º 23	Fecha:	27/03/200)7	Método actual	Anali	sta: M.R.F.
Operario			Н	M		Máquina
Operario acciona m trae pieza y la sujet: en mesa de trabajo			_		Méguie	ao ao astada
Operario en espera de tarea					ON	a en estado
Operario para máquin	a y quita piez	za 🔵	_		Máquina	ı OFF
Continúa el proceso					Continu	úa el proceso

La siguiente tabla muestra los elementos del ciclo de trabajo relativos a las situaciones original y mejorada.

Como se desprende de los resultados de la tabla siguiente, la situación de trabajo que se plantea en el diagrama mejorado incrementa los porcentajes de saturación tanto del operario como de la máquina respecto a la situación actual, e igualmente ocurre con la productividad. No obstante lo anterior, hemos de reconocer que estos niveles son aún mejorables, fundamentalmente el correspondiente a la saturación del operario (46,67%). Por tanto, se podrían plantear nuevas optimizaciones del proceso de trabajo para conseguir que, fundamentalmente el operario, y en menor medida, la máquina, operasen a un mayor ritmo de actividad.

Proceso de mecanizado de piezas	Situación anterior	Situación mejorada
Tiempo manual exterior	60''	8''
Tiempo manual interior	0''	20''
Tiempo manual total	60''	28"
Tiempo máquina	100''	52''
Tiempo total del ciclo	160''	60''
Saturación operario	37,5%	46,67%
Saturación máquina	62,5%	86,67%
Productividad	1 p/160 seg = 0.00625 p/seg	1 p/60 seg = 0.01667 p/seg

13.3. Se ha controlado un proceso de trabajo en el que interviene un trabajador con un número indeterminado de máquinas ensambladoras de material electrónico. El tiempo acotado para su análisis es de 2 minutos y 24 segundos; el tiempo que trabaja la máquina es de 40 segundos y el que trabaja el operario es de 2 minutos y 12 segundos.

SE PIDE:

Si el porcentaje de descanso es el 8%, calcule el porcentaje de saturación del operario, de la máquina y el número de máquinas con las que se trabaja.

Solución

Los datos que nos ofrece el problema son:

- Tiempo de máquina, $T_m = 4''$.
- Tiempo del ciclo, $C=2'24''=144''=C_1+T_m=C_1+40''\to \text{Tiempo manual ex-}$ terno, $C_1 = 104''$.
- Tiempo manual total, $C' = 2'12'' = 132'' = C_1 + C_2 = 104 + C_2 \rightarrow \text{Tiempo manual}$ interno, $C_2 = 28''$.
- Porcentaje de tiempo manual externo, $A_1 = (C_1/C) \times 100 = 72,22\%$. Porcentaje de tiempo manual interno, $A_2 = (C_2/C) \times 100 = 19,44\%$.
- Aplicando la fórmula del número de máquinas iguales que puede atender un empleado, $N = (100 - D)/(A_1 + A_2) = (100 - 8)/91,66 \approx 1$ máquina.
- La saturación del operario, $S_o = (C'/C) \times 100 = (132/144) \times 100 = 92\%$.
- La saturación de la máquina, $S_m = (T_m/C) \times 100 = 28\%$.

Entre las medidas a adoptar habría que considerar el incremento de la saturación de la máquina, para hacer que ascendiera por encima del 28 % que alcanza actualmente. Este incremento se podría conseguir trabajando sobre la variable tiempo de máquina, T_m , o sobre la variable tiempo manual externo, C₁. Deben estudiarse ambas posibilidades, ya que el incremento del tiempo de máquina generaría un efecto de compensación al estar la variable

tanto en el numerador como en el denominador de la fórmula, por lo que el incremento de la saturación de la máquina no sería tan grande como en el caso de decrementar la variable tiempo manual externo, cuyo efecto sería más notable.

13.4. SE PIDE:

Se desea saber el número de máquinas automáticas que puede atender un empleado que destina al descanso entre un 20 y un 30% del tiempo de trabajo sabiendo, además, que emplea 70 minutos trabajando, en un ciclo de 90 minutos, y que la máquina que atiende funciona durante 25 minutos.

Solución

Aplicando a la fórmula del tiempo del ciclo los datos del enunciado del problema, tenemos:

$$C = C_1 + T_m = 90$$
 ; $T_m = 25' \rightarrow C_1 = 65'$; $C' = C_1 + C_2 = 70' \rightarrow C_2 = 5'$

A continuación planteamos las dos situaciones, cuando el porcentaje de descanso es un 20%:

$$D = 20\% \rightarrow A_1 = (C_1/C) \times 100 = (65/90) \times 100 = 72,2\%$$

 $A_2 = (C_2/C) \times 100 = (5/90) \times 100 = 5,5\%$
 $N = (100 - D)/(A_1 + A_2) = 80/77,7 \approx 1$ máquina

Y cuando el porcentaje de descanso es un 30%:

$$D = 30\% \rightarrow N = 70/77.7 = 0.9 \approx 1$$
 máguina

En ambas situaciones el número de máquinas que puede atender el empleado es de 1.

13.5. Se ha acotado una parte del proceso de trabajo de Juan Sánchez, empleado de ASTUN S.A., resultando ser 72 segundos la parte correspondiente a la acotación. De éstos, 12 segundos es el tiempo que destina íntegramente este empleado a trabajar con el computador y 50 segundos es el tiempo que la máquina está operativa en todo el proceso.

SE PIDE:

¿Qué parte del tiempo destina al descanso Juan Sánchez? ¿Cuántos computadores podría atender en este proceso?

Solución

Poniendo los datos del enunciado del problema, tenemos:

$$C = 72''$$
 ; $C_2 = 12''$; $T_m = 50'' \rightarrow C_1 = 22''$
 $A_1 = (C_1/C) \times 100 = (22/72) \times 100 = 30,55\%$
 $A_2 = (C_2/C) \times 100 = (12/72) \times 100 = 16,66\%$

Suponiendo que atiende un computador, quedaría:

$$N = (100 - D)/(A_1 + A_2) = 1$$

 $100 - D = 47,21\% \rightarrow D = 100 - 47,21 = 52,79\%$

Suponiendo que atiende 2 computadores a la vez, quedaría:

$$\frac{100 - D}{47.21} = 2 \rightarrow D = 5,58\%$$

que sería un resultado razonable.

Si atiende a 3 computadores, quedaría:

$$100 - D = 3 \times 47,21 = 141,63 \rightarrow D < 0$$

lo que no sería una situación factible para el empleado. Por lo tanto, consideramos que trabajar con 2 computadores ofrece al trabajador un porcentaje de tiempo de descanso adecuado.

13.6. Una empresa de productos farmacéuticos ha realizado un estudio de tiempos de trabajo para la fabricación del medicamento «ANGILEPSIL» resultado del cual ha sido la obtención de los siguientes valores:

El tiempo que el operario trabaja con la máquina funcionando es igual a 30 segundos en un ciclo acotado de 90 segundos. El tiempo que la máquina trabaja en este ciclo es de 45 segundos.

SE PIDE:

¿Cuántas máquinas está atendiendo este empleado? ¿Qué porcentaje de tiempo descansa? ¿Cuál es su saturación? ¿Y la saturación de la máquina?

Solución

Los datos que nos ofrece el problema son los siguientes:

$$C_2 = 30''$$
 ; $C = 90''$ y $T_m = 45''$

con lo que aplicando la fórmula del tiempo del ciclo:

$$C = C_1 + T_m$$

queda:

$$90 = C_1 + 45$$

de donde:

$$C_1 = 45''$$

El tiempo manual total:

$$C' = C_1 + C_2 = 45 + 30 = 75''$$

Aplicando las fórmulas de la saturación del operario y de la máquina queda:

$$S_o = (C'/C) \times 100 = (75/90) \times 100 = 83,33\%$$

 $S_m = (T_m/C) \times 100 = (45/90) \times 100 = 50\%$

Igualmente necesitamos conocer los porcentajes de tiempo manual externo e interno, A_1 $y A_2$:

$$A_1 = (C_1/C) \times 100 = (45/90) \times 100 = 50\%$$

y:

$$A_2 = (C_2/C) \times 100 = (30/90) \times 100 = 33,33\%$$

Suponiendo que el número de máquinas que maneja este empleado es de 1, quedaría:

$$N = 1 = (100 - D)/A_1 + A_2 = (100 - D)/(50\% + 33,33\%)$$

de donde:

$$D = 100 - 83,33 = 16,67\%$$

que es un porcentaje de tiempo razonable dedicado al descanso.

Si hacemos N=2 máquinas y sustituimos en la fórmula anterior despejando D, quedaría 100 - D = 166, de donde D < 0; lo cual no es una solución lógica.

13.7. Una cadena de ensamblaje de productos de la gama de ferretería emplea a 6 personas. En ocasiones se dan retrasos en los tiempos de terminación de las tareas asignadas a cada puesto en la cadena, por ello, se efectuó un análisis de tiempos estudiándose un ciclo de trabajo completo equivalente a 90 minutos. Los tiempos de operación real de cada puesto son los siguientes:

P1: 10 min.

P2: 12 min.

P3: 16 min.

P4: 15 min.

P5: 13 min.

P6: 24 min.

SE PIDE:

¿Qué asignación de trabajadores a puestos será la más eficaz si aquéllos fueron calificados en orden creciente a su lentitud en el ritmo de trabajo de la siguiente manera: W2, W3, W4, W1, W6, W5?

Solución

Si calculamos el tiempo teórico de la cadena

$$T_t = \sum t_i / n = (10 + 12 + 16 + 15 + 13 + 24)/6 = 90/6 = 15'$$

Por tanto, como los tiempos de operación real de los puestos de la cadena no son iguales al tiempo teórico calculado, tenemos que asignar aquellos trabajadores más lentos a los puestos de trabajo que requieren menor tiempo de operación real, y a los trabajadores más veloces a los puestos que requieren mayor tiempo de operación real según queda a continuación:

$$P1 \rightarrow W5$$

$$P2 \rightarrow W6$$

$$P3 \rightarrow W3$$

$$P4 \rightarrow W4$$

$$P5 \rightarrow W1$$

$$P6 \rightarrow W2$$

De esta forma los tiempos de operación real quedarían compensados entre sí, llegándose a alcanzar un tiempo medio de ejecución en cada puesto de la cadena equivalente al tiempo teórico calculado anteriormente obteniendo, además, un funcionamiento equilibrado de la cadena sin retrasos de este tipo.

13.8. En un proceso productivo en el que intervienen un trabajador y 5 máquinas de funcionamiento automático se ha acotado un ciclo representativo de 70 segundos, de los cuales, durante 10 segundos, las máquinas están funcionando. Otros datos que se han obtenido con el fin de efectuar un análisis económico son: el salario diario del trabajador que interviene en este proceso es de 6.000 u.m., la prima por máquina que atiende es de 9 u.m. Los gastos de amortización diarios totales ascienden a 500 u.m., obteniendo cada máquina un promedio de 200 piezas al día.

SE PIDE:

¿Qué número de máquinas es más conveniente, desde el punto de vista económico, utilizar en este proceso? ¿Qué limitaciones existen a la hora de incrementar el número de máquinas que se utilizan en este proceso?

Solución

Aplicando la fórmula del tiempo del ciclo $C = C_1 + T_m$ nos queda:

$$70'' = C_1 + 10''C_1 = 60'' \rightarrow A_1 = (60/70) \times 100 = 85,71\%$$

 $T = (10/70) \times 100 = 14,28\%$

A continuación, aplicamos la fórmula del Coste unitario por pieza fabricada o servicio prestado:

$$C_N = \frac{J + (rN) + (AN)}{(PN)(1 - A_1/100)(1 - \delta/100)}$$

donde:

N = Número de máquinas que intervienen en el proceso de trabajo.

J = Salario diario que cobra un empleado.

r = Prima diaria por máquina concedida al operario.

A = Gastos de amortización diarios de cada máquina.

P = Número de piezas que produce diariamente cada máquina o número de servicios que se prestan diariamente con la intervención de esta máquina.

 A_1 = Porcentaje de tiempo manual exterior.

 δ = Porcentaje de tiempo de interferencia de maquinaria que se obtiene mediante la gráfica de Dale-Jones.

Para N, 5 máquinas, la anterior fórmula queda:

$$C_{N=5} = \frac{6.000 + (9)(5) + 500}{(200)(5)(1 - 0,8571)(1 - 0,085)} = \frac{6.545}{130,75} = 50,06 \text{ u.m./pieza}$$

El cálculo del porcentaje de tiempo de interferencia de maquinaria, δ , se obtiene según la gráfica de Dale-Jones (*véase* Anexo 6) y el resultado es: δ (N = 5, T = 14%) $\cong 8,5\%$, que es el valor que aparece ya aplicado arriba en la fórmula.

Seguidamente, ampliamos el análisis para N-1 máquinas y N+1 máquinas, es decir, para N=4 máquinas y N=6 máquinas. Los resultados para δ son los siguientes:

$$\delta(N = 4, T = 14\%) \cong 6.5\%$$

 $\delta(N = 6, T = 14\%) \cong 11\%$

Llevando estos valores a la fórmula del coste unitario nos queda:

$$C_{N=4} = \frac{6.000 + (9)(4) + 400}{(200)(4)(1 - 0,8571)(1 - 0,065)} = \frac{6.436}{106,89} = 60,21 \text{ u.m./pieza}$$

$$C_{N=6} = \frac{6.000 + (9)(6) + 600}{(200)(6)(1 - 0,8571)(1 - 0,11)} = \frac{6.654}{152,62} = 43,60 \text{ u.m./pieza}$$

Comparando y analizando los resultados obtenidos se observa que a medida que incrementa el número de máquinas que intervienen en el proceso, el coste unitario por pieza fabricada se hace menor ya que el coste total se reparte entre mayor número de unidades fabricadas que se obtienen como consecuencia del empleo de mayor número de máquinas. Pero el incremento del número de máquinas no puede ser ilimitado debido a que aparecen una serie de limitaciones que impiden elevar el número de máquinas por encima de unos niveles lógicos. Las limitaciones son de varios tipos: economico-financieras, por cuanto la empresa no puede destinar fondos a la compra de maquinaria sin un límite; de orden físico, pues la empresa tiene un espacio determinado para la instalación de las máquinas y éste no puede ser ampliado de manera inmediata; de orden humano, ya que el personal responsable de las máquinas quedaría sobresaturado de trabajo si atendiera a más máquinas de las que puede en condiciones normales de trabajo, y, por último, las limitaciones que impone el mercado, es decir, las de tipo comercial porque no se pueden ofrecer más unidades de las que los clientes están dispuestos a adquirir.

13.9. Se ha efectuado un control del proceso de trabajo llevado a cabo por el trabajador de una oficina de información al turista en una ciudad costera europea. El tiempo que trabaja una de las 9 máquinas de expedición de folletos informativos, en un ciclo de una hora, es de 5 minutos. De los datos obtenidos por el Departamento de Administración y Contabilidad Local, se ha calculado el coste de prestación de un servicio en un puesto de este tipo ascendiendo el mismo a 350 u.m. Igualmente conocemos los gastos de amortización totales del conjunto de máquinas que intervienen en el proceso, ascendiendo a 108 u.m., y la prima por máquina atendida de 50 u.m. Si la media de servicios prestados al día es de 200.

SE PIDE:

Calcular el salario que debería estar cobrando el empleado de este puesto de trabajo.

Solución

Aplicando la fórmula del tiempo del ciclo $C = C_1 + T_m$ nos queda:

$$60' = C_1 + 5$$

de donde:

$$C_1 = 55''$$

con ello calculamos:

$$A_1 = (55/60) \times 100 = 91,67\%$$
 y $T = (5/60) \times 100 = 8\%$

Ahora bien, en la gráfica de Dale-Jones (*véase* Anexo 6) con los valores de N y T obtenemos:

$$\delta(N = 9, T = 8\%) \cong 5.5\%$$

Sustituyendo estos valores más los datos que nos ofrece el enunciado del problema, la fórmula del coste unitario queda:

$$C_{N=9} = 350 \text{ u.m.} = \frac{J + (50)(9) + 108}{200(1 - 0.917)(1 - 0.055)} = \frac{J + 558}{15.687}$$

de donde se obtiene que J = 4.932,45 u.m.

Éste sería el valor correspondiente a la parte fija del salario. Si queremos saber el salario total, $J_{\text{total}} = J_{\text{fijo}} + J_{\text{variable}} = 4.932,45 + (50)(9) = 4.932,45 + 450 = 5.382,5 \text{ u.m.}$

13.10. Se ha acotado un ciclo de trabajo de 90 segundos donde el tiempo medio de funcionamiento de las 3 máquinas es de 10 segundos. El salario diario es de 8.000 u.m. y la prima por máquina que atiende el empleado es de 7 u.m. Cada máquina tiene unos gastos de amortización diarios de 200 u.m. siendo 250 el número de piezas que produce cada máquina.

SE PIDE:

Obtener el número de máquinas que sería más factible utilizar en este proceso, desde la perspectiva económica.

Solución

El enunciado del problema nos da:

$$C = 90'' = C_1 + T_m = C_1 + 10$$

de donde se obtiene que $C_1 = 80''$.

El porcentaje de tiempo de servicio de cualquiera de las 3 máquinas es:

$$T = (T_m/C) \times 100 = (10/90) \times 100 = 11\%$$

Y el porcentaje de tiempo manual externo, A_1 :

$$A_1 = (C_1/C)100 = (80/90)100 = 88,89\%$$

De la gráfica de Dale-Jones (véase Anexo 6) se obtienen los siguientes valores para el porcentaje de interferencia de maquinaria, δ :

$$\delta(N = 3, T = 11\%) \cong 2\%$$

 $\delta(N = 4, T = 11\%) \cong 3\%$
 $\delta(N = 5, T = 11\%) \cong 4\%$
 $\delta(N = 6, T = 11\%) \cong 6\%$

Ahora calculamos los costes unitarios para los casos de 3, 4, 5 y 6 máquinas en funcionamiento:

$$C_{N=3} = \frac{8.000 + (7)(3) + (200)(3)}{(250)(3)(1 - 0,888)(1 - 0,002)} = \frac{8.621}{82,32} = 104,72 \text{ u.m./pieza}$$

$$C_{N=4} = \frac{8.828}{107,67} = 81,99 \text{ u.m./pieza.}$$

$$C_{N=5} = \frac{9.035}{134,4} = 67,22 \text{ u.m./pieza.}$$

$$C_{N=6} = \frac{9.242}{157,92} = 58,52 \text{ u.m./pieza.}$$

Como se puede apreciar en los resultados anteriores, a medida que el número de máquinas incrementa el coste unitario por pieza se hace menor¹, por lo que usar un mayor número de máquinas sería más conveniente desde una perspectiva económica teniendo en cuenta las limitaciones de espacio físico, las limitaciones humanas respecto al personal que atiende esas máquinas, las limitaciones financieras a la hora de adquirir las máquinas y las barreras que impone el propio mercado a la hora de aceptar la producción.

EJERCICIOS PROPUESTOS

13.1. Un ciclo de trabajo de 2 minutos presenta un tiempo de trabajo sin máquina de 12 centésimas de minuto. El porcentaje de interferencia de máquina es el 14 %; el salario mensual del trabajador con 20 días laborables es de 120.520 u.m.; los gastos de amortización por máquina son de 500 u.m. produciendo cada una de ellas 40 unidades de producto al día; la prima total diaria asciende a 120 u.m.

SE PIDE:

¿Cuál es el coste de producir una unidad de producto?

¹ Nótese que los decrementos en los costes unitarios también sufren un descenso, es decir, que llegará un momento en que para un número alto de máquinas no se producirá apenas diferencia entre el coste unitario usando un número de máquinas determinado N y usando N+1. En ese momento el coste unitario se habrá estabilizado y va no se podrá disminuir más.

13.2. Ha sido controlado el proceso de trabajo de una oficina que presta servicios administrativos públicos donde se trabaja con 9 máquinas (computadores e impresoras). En el análisis de tiempos se ha detectado que 5 minutos es el tiempo medio que funciona una de las impresoras en un ciclo de 1 hora. Asimismo, el coste de prestación de un servicio de este tipo, según los datos facilitados por el Departamento de Costes, es de 350 u.m. y los gastos totales de amortización del equipo empleado es de 600 u.m. Si la media de servicios prestados diariamente en esta oficina es de 200

SE PIDE:

¿Cuál es el salario diario que está cobrando el empleado sabiendo que adicionalmente a éste recibe una prima por máquina que atiende de 12 u.m.?

Optimización de procesos de trabajo



Precisiones conceptuales

En este capítulo se presentan las diferentes técnicas de mejora de métodos en los procesos de trabajo.

La Mejora de Métodos o, también denominada actualmente, Optimización de Procesos de Trabajo es una de las partes componentes del Estudio del Trabajo junto con la Medición de Tiempos. En su aplicación se requieren los siguientes pasos: en primer lugar, se selecciona el proceso de trabajo objeto de mejora y se registra mediante alguno de los diagramas existentes al respecto. A continuación, se analiza críticamente el sistema actual de trabajo aplicando lo que se denomina *Técnica del Interrogatorio*, conjunto de preguntas cuyo objetivo no es otro que encontrar los fallos del proceso actual indagando en el cuándo, cómo, quién, qué y por qué de las acciones actuales. Una vez detectadas las ineficiencias del proceso se procede a desarrollar otro sistema de trabajo que mejore al anterior. Y esta mejora debe ser vista desde diferentes perspectivas. A saber, un sistema de trabajo mejorará a otro siempre y cuando se den alguna/s de las siguientes circunstancias:

- Que el número total de acciones realizadas en el método mejorado sea menor que en el método antiguo.
- Que el tiempo total asociado a las acciones disminuya.
- Que el espacio recorrido en la ejecución del proceso mejorado sea menor respecto a la situación anterior.

En general, cuando el empleo de recursos físicos, financieros o humanos mejore (sea menor en términos globales) al comparar ambas situaciones.

Para el desarrollo del nuevo método se utilizan los mismos tipos y técnicas de trazado de los diagramas que se utilizaron para el registro, con la única diferencia que en los datos identificativos del diagrama ha de hacerse constar que nos estamos refiriendo al método

ahora actualizado. También es conveniente incluir un resumen de acciones, tiempos y espacios recorridos comparando uno y otro método, de forma que se vean palpables las mejoras conseguidas así como un croquis donde se visualicen los cambios efectuados.

Existen técnicas concretas de mejora de procesos aplicables a cada tipo de diagrama. Las principales de ellas se exponen a continuación:

- Los Cursogramas Sinóptico y Analítico mejoran mediante la reordenación en la sucesión de acciones de forma que se obtenga una mejor combinación de las mismas. En términos cuantitativos, la mejora será visible cuando el número total de acciones sea menor o la combinación de las mismas genere mayor efectividad en la obtención del objetivo del proceso, cuando el tiempo total empleado en el proceso sea menor o cuando el espacio total recorrido disminuya respecto a la situación anterior.
- El diagrama Bimanual puede ser mejorado, en términos generales, mediante la reordenación de sus therbligs de forma que se obtenga una combinación más eficiente de los mismos. Y, en particular, hay que tener en cuenta que en un diagrama mejorado no deben aparecer, o al menos se debe minimizar su aparición en la medida de lo posible, los denominados therbligs ineficientes o inefectivos tales como Buscar (B), Seleccionar (S), Poner en Posición (P), Planificar (PL), Espera Evitable (EE) o Descanso para vencer la fatiga (DF), entre otros.
- El diagrama de Actividades Simultáneas mejora si se consigue la regeneración de un nuevo proceso más productivo, es decir, que el ratio Producción obtenida/ Tiempo del ciclo empleado incremente. Ello se puede conseguir de diferentes maneras, entre otras, mediante la disminución del tiempo total del ciclo y para ello hay que influir sobre el Tiempo manual Externo y/o sobre el Tiempo de Máquina. Todo ello previo incremento de los porcentajes de Saturación del operario y/o de la máquina.
- Los diagramas de Circulación mejoran mediante la reordenación de los puestos de trabajo implicados en el proceso. De esta forma hay que conseguir que no se produzcan cruces, cortes, retrocesos o recorridos innecesarios en el sistema mejorado. Numéricamente, se trata de ahorrar en metros recorridos, por tanto, utilizando las escalas gráficas correspondientes se puede conocer con certeza la mejora conseguida.
- Los diagramas de los Procesos Administrativos mejoran de la misma forma que lo hacen los Cursogramas, ya que se trata de conseguir un nuevo sistema de trabajo que evite empleo innecesario de recursos; por tanto, para ello hay que pensar en la mejor reordenación de las tareas administrativas buscando siempre obtener una secuencia de acciones mejorada que simplifique el sistema y ahorre esfuerzos en la ejecución de este tipo de procesos.

Cuando se ha desarrollado el nuevo método se pasa a su implantación y control en el centro de trabajo, habida cuenta de las precauciones que hay que tomar en estos momentos debido a las posibles resistencias que todo proceso de cambio genera en el elemento humano.

La Optimización de procesos de trabajo responde a los mismos principios que la Mejora de Métodos de trabajo y, por tanto, le son aplicables las anteriores técnicas. También podemos hablar en este sentido de la Reingeniería de Procesos (BRP), sistema amplio de cambio organizacional que engloba a la Optimización de Procesos, y que se define como la reconsideración y rediseño radical de los procesos de gestión para conseguir mejoras sustanciales de las medidas críticas de rendimientos, tales como costes, calidad, servicio y rapidez. (Davenport, 1993). Las propuestas de la Reingeniería cuentan con defensores

y detractores. Los primeros justifican su importancia basándose en las necesidades de competitividad en las organizaciones actuales y al fuerte dinamismo del entorno en el que nos movemos. En cambio, los segundos no creen en su efectividad real y la acusan de tener efectos destructivos sobre los puestos de trabajo.

14.1. Tomando como referencia el proceso de trabajo llevado a cabo por la empresa QUIMICAM para la «obtención de SASTREM» que fue registrado mediante diagrama Bimanual en el Ejercicio 10.7.

SE PIDE:

Intentar una mejora del mismo y justificar el resultado obtenido tras la aplicación del nuevo sistema de trabajo.

Solución

Diagrama bimanual

Empresa: QUIMICAM	Método r	nejorado	Fecha: 19/03/2007	
Dpto.: Laboratorio	Tarea: Obtención	n de SASTREM	Analista: M.R.F.	
Mano izda	a.	M	ano dcha.	
U (C, O ₂) EI (CO ₂) SO (CO ₂) U (CO ₂ , H ₂ O EI (H ₂ CO ₃) SO (H ₂ CO ₃) U (H ₂ CO ₃ , C EI (CaCO ₃) DC (CaCO ₃) A (P) U (P, N) EI (PN) SO (PN)	,	EI ((A (F U (C EI (I A (C U (F EI (C A (N U (F EI (I	CO ₂ , H ₂ O) H ₂ CO ₃) Ca) H ₂ CO ₃ , Ca) CaCO ₃) (CaCO ₃) V)	
U (CaCO ₃ , PN) EI (SASTREM) DC (SASTREM)		U (CaCO ₃ , PN) EI (SASTREM) DC (SASTREM)		

Como podemos observar en el diagrama adjunto, la mejora del proceso se ha conseguido directamente eliminando therbligs inefectivos del diagrama anterior. De esta forma se han eliminado la planificación del proceso, las búsquedas y selecciones de los distintos elementos así como las puestas en posición. Todos estos therbligs deben ser evitados en procesos de trabajo perfeccionados, pues se trata de evitar acciones innecesarias resultado de una mala organización o planificación del trabajo.

En la siguiente figura se cuantifica el ahorro en acciones conseguido. Se ha pasado de 27 *micromovimientos* realizados con cada mano en el Método Actual a 16 en el Método Mejorado con lo que, en total, se ahorran 22 *therbligs* con ambas manos. Ello tiene su implicación en términos de tiempos, pues cada *micromovimiento* lleva asociado un tiempo de ejecución, lo que supone un ahorro significativo en tiempos totales del proceso.

Mejora del proceso de trabajo: Obtención de SASTREM

RESUMEN DE MOVIMIENTOS

MÉTODO ACTUAL

Mano derecha: 27 Mano izquierda: 27

Método Mejorado Mano derecha: 16 Mano izquierda: 16

TOTAL MOVIMIENTOS AHORRADOS:

11 + 11 = 22

14.2. Tomando como referencia un proceso de trabajo real en el que intervenga una persona que atiende a una sola máquina, efectúe el diagrama de actividades simultáneas del método de trabajo actual.

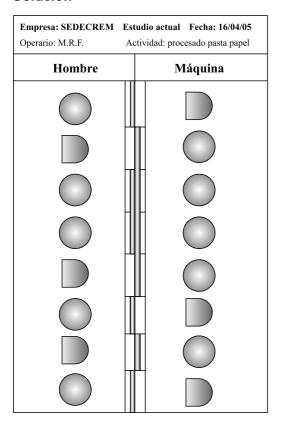
SE PIDE:

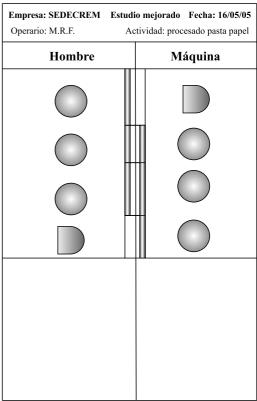
Introducir en el citado proceso una mejora que pueda ser visualizada a través del correspondiente diagrama mejorado. Comparar ambos métodos, actual y mejorado, utilizando para ello la siguiente tabla:

	Situación anterior	Situación mejorada
Tiempo manual exterior		
Tiempo manual interior		
Tiempo manual total		
Tiempo máquina		
Tiempo total del ciclo		
Saturación operario		
Saturación máquina		
Productividad		

Interpretar los resultados obtenidos: ¿Qué variables nos indican acerca de los cambios introducidos?

Solución





Considerando que cada acción o símbolo se refiere a 10 segundos de tiempo y que como resultado del proceso de trabajo representado en estos diagramas se obtienen 20 kg de pasta de papel, quedaría:

Procesado Pasta Papel	Situación anterior	Situación mejorada
Tiempo manual exterior	30"	10''
Tiempo manual interior	20''	20''
Tiempo manual total	50′′	30''
Tiempo máquina	50''	30"
Tiempo total del ciclo	80′′	40′′
Saturación operario	50/80 = 62,5%	30/40 = 75%
Saturación máquina	50/80 = 62,5%	30/40 = 75%
Productividad	20 kg/80'' = 0.25 kg/seg	20 kg/40'' = 0.5 kg/seg

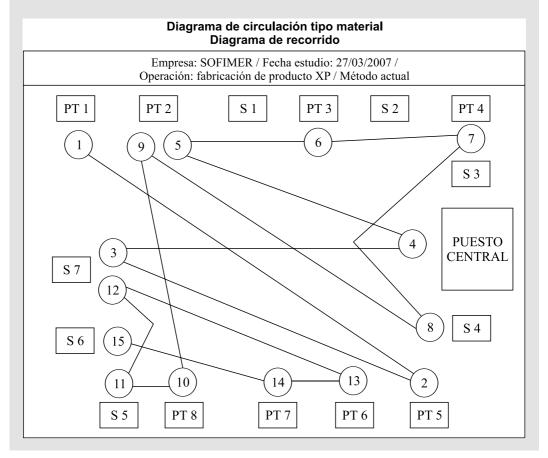
En la anterior tabla se muestran los resultados derivados de la introducción de una mejora en el proceso de trabajo analizado. Así, la primera variable que nos indica de la mejora es

la disminución del tiempo total del ciclo¹, que pasa de 80" a 40", obtenida gracias a la disminución tanto del tiempo manual externo como del tiempo de máquina. La mejora también se refleja en el incremento tanto de la saturación del operario como de la máquina, que pasan ambas de 62,5% a 75%. Finalmente, hemos de señalar la principal manifestación de la mejora del proceso que se produce en términos de productividad, duplicándose el valor de la misma desde 0,25 a 0,5 kg/segundo.

14.3. Partiendo del diagrama de Circulación correspondiente a la situación actual del centro de trabajo SOFIMER donde se reflejan los movimientos entre puestos requeridos para concluir la fabricación del producto XP, que aparece seguidamente

SE PIDE:

Analizar el curso de trabajo e idear una mejor disposición de puestos de forma que se consigan mejoras sustanciales en la secuencia de movimientos.



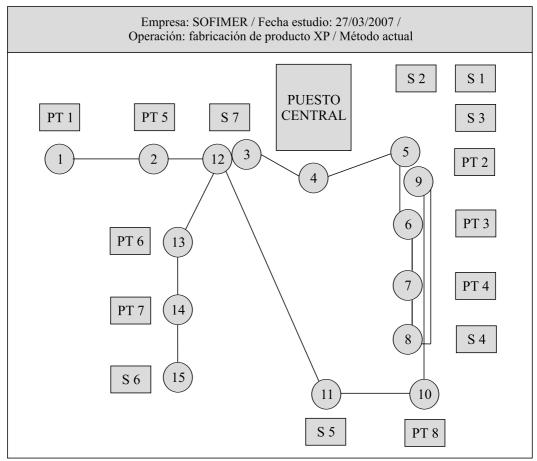
¹ El significado de las variables relacionadas con los diagramas de Actividades Simultáneas se puede consultar en el Capítulo 13.

Solución

Para tratar de mejorar el diagrama anterior es preciso observar, en primer lugar, que los puestos S1, S2 y S3 no intervienen en el flujo de movimientos por lo cual en el diagrama mejorado no aparecerán o, si aparecen, ocuparán un lugar accesorio. En segundo lugar, se aprecian numerosos cruces o cortes en el recorrido que es preciso evitar en el diagrama mejorado. Por último, hemos de observar que el espacio total recorrido por los materiales en el diagrama mejorado debe ser menor que en el diagrama anterior, incluso es conveniente hacer la conversión utilizando la escala gráfica correspondiente.

Teniendo en cuenta las anteriores apreciaciones y siguiendo el curso de los movimientos reflejado a través de la numeración que aparece entre los círculos en el diagrama del Método Actual se reordenan los puestos de trabajo de forma que aquellos que tengan más movimientos entre sí se dispongan con más proximidad. De esta forma, el diagrama mejorado quedaría como sigue:

Diagrama de circulación tipo material Diagrama de recorrido



14.4. Tomando como referencia el trabajo llevado a cabo actualmente por un profesor de la Universidad de Málaga (UMA) al introducir las notas de los alumnos a través del programa alfilweb

SE PIDE:

Representar el método de trabajo mejorado mediante el diagrama que considere más oportuno.

Solución

Empresa: UMA

Cursograma analítico (tipo hombre) «calificación y envío de actas a secretaría mediante Alfilweb»

Estudio n.º 5 método actual

Empleado: M. R. F.

Empresa: U	WIA	Estudio II. 5 inetodo actual Empleado: M. R		
Dpto.: Ec. y Adm.	Empr.	Fecha: 27/02/2007 hora: 10:00 Analista: M. R. F.		
	Se accede	a Internet (página www.uma.es)		
	Se accede	al colectivo Profesores		
	Se accede	al programa <i>Alfilweb</i>		
	Se respond	le al nombre de usuario y contraseña		
	Se introdu	ce DNI, nombre de usuario y se confirma	curso 2006/07	
	Se señala ş	grupo «A» o «B» y se selecciona el icono	«Alumnos»	
	Se señala l	le señala la convocatoria que se quiere calificar		
	Se señala s	señala si es nota parcial o final		
	Se espera	a a que el ordenador cargue los datos correspondientes		
	Se compru	Se comprueba la nota del alumno en el examen		
	Se introduce la nota a través del teclado			
	Se seleccio	Se selecciona la opción «Publicar notas»		
	Se selecció	ona la opción «Salir»		

EJERCICIOS PROPUESTOS

- **14.1.** Tomando como referencia el proceso de trabajo real que se lleva a cabo en una cadena de restaurantes de comida rápida, ACOTE una parte del mismo determinando claramente el comienzo y la finalización del proceso objeto de análisis. REGÍSTRELO mediante un diagrama de análisis del proceso. INTRODUZCA UNA MEJORA en el sistema de trabajo de forma que el número de acciones realizadas desciendan y, consiguientemente, el tiempo total asociado a las mismas. REGISTRE el nuevo método de trabajo mediante el correspondiente cursograma analítico y CREE LA HOJA RESUMEN COMPARATIVA DE AMBOS MÉTODOS donde se visualicen las mejoras conseguidas.
- **14.2. DEBATA** en grupo si las ideas propuestas por la Optimización de Procesos de Trabajo llevadas a un extremo así como los planteamientos de la Reingeniería de Procesos tienen alguna relación con los principios del Taylorismo o del Fordismo. ¿Cree que la consecuencia natural de la aplicación de estas técnicas es la creación de puestos de trabajo tipo cadena o también denominados McJobs²?, es decir, ¿toda mejora en los procesos de trabajo generará en última instancia puestos McJobs?

² Recientemente ha suscitado polémica en los países anglosajones la introducción en el vocabulario de la lengua inglesa del término McJob, para aludir a puestos de trabajo tipo McDonald's. En concreto, el Oxford English Dictionary lo define como: «trabajo no estimulante, mal pagado, con pocas perspectivas de futuro, originado por la expansión del sector servicios, fundamentalmente» (traducción propia).

Utilización de hojas de cálculo electrónicas



En este Anexo presentamos el uso de las hojas de cálculo electrónicas como una potente y rápida herramienta para la resolución de algunos de los tipos de ejercicios que se han incluido en el cuerpo del manual. Los programas informáticos que se pueden utilizar para resolver los problemas planteados o para comprobar las respuestas que se han elaborado manualmente son Excel, Excel OM 2 (Operations Management versión 2) y POM-QM (Production and Operations Management-Quantitative Methods) para Windows. Excel es la hoja de cálculo que forma parte del paquete de Microsoft Office, en concreto aquí se usa la versión de 2003, y los dos últimos programas citados complementan, en formato CD-ROM, a las siguientes obras escritas:

HEIZER, J. y RENDER, B. (2004): *Dirección de la Producción. Decisiones Estratégicas*. 6.ª ed., Pearson Prentice-Hall.

HEIZER, J. y RENDER, B. (2004): *Dirección de la Producción. Decisiones Tácticas*. 6^a ed., Pearson Prentice-Hall.

WEISS, H. J. (2006): POM-QM FOR WINDOWS. Version 3. Pearson Prentice-Hall.

Los ejercicios del Capítulo 5 pueden ser resueltos con el programa Excel OM 2, en concreto, aquí hemos resuelto el Ejercicio 5.5, pudiéndose comprobar cómo el resultado que ofrece el programa es el mismo que el que se obtuvo realizándolo manualmente siguiendo los pasos que determina el procedimiento de asignación de trabajadores o candidatos a puestos de trabajo por el Método Húngaro.

CAPÍTULO 5. EJERCICIO 5.5

SOFYMER							
Assignment							
	the menu b	oar at the top R is not a me	enu option ir		nenu then go	VER, SOLV , ADD-INS.	
Data							
COSTS	PT 1	PT 2	PT 3	PT 4			
TR 1	0,83	0,86	0,9	0,77			
TR 2	0,82	0,56	0,76	0,9			
TR 3	0,68	0,79	0,56	0,85			
TR 4	0,75	0,85	0,92	0,76			
Assignments							
Shipments	PT 1	PT 2	PT 3	PT 4	Row Total		
TR 1	0	1	0	0	1		
TR 2	1	0	0	0	1		
TR 3	0	0	0	1	1		
TR 4	0	0	1	0	1		
Column Total	1	1	1	1	4		
Total Cost	3,45						

Los ejercicios del Capítulo 7 pueden ser resueltos mediante la hoja de cálculo Excel, estableciendo las fórmulas para obtener los parámetros de cada modelo o mediante el programa POM-QM para Windows, donde ya vienen las fórmulas introducidas. Utilizando esta última opción, los resultados para el Ejercicio 7.1 son:

CAPÍTULO 7. EJERCICIO 7.1

Parameter	Value	Parameter	Value	Minutes	Seconds
M/M/1 (exponential service					
times)		Average server utilization	0,44		
Arrival rate(lambda)	20	Average number in the			
		queue(Lq)	0,36		
Service rate(mu)	45	Average number in the			
		system(Ls)	0,8		
Number of servers	1	Average time in the			
		queue(Wq)	0,02	1,07	64
		Average time in the			
		system(Ws)	0,04	2,4	144

CAPÍTULO 7. EJERCICIO 7.6

Parameter	Value	Parameter	Value	Minutes	Seconds*60
M/M/1 (exponential service					
times)		Average server utilization	0,67		
Arrival rate(lambda)	4	Average number in the			
		queue(Lq)	0,67		
Service rate(mu)	6	Average number in the			
		system(Ls)	1,33		
Number of servers	1	Average time in the			
		queue(Wq)	0,17	10	600
		Average time in the			
		system(Ws)	0,33	20	1200

Como podemos comprobar, los resultados son los mismos que se obtuvieron en el Capítulo 7 sin utilizar este programa.

Los ejercicios de los Capítulos 9 y 12 se resuelven mediante la hoja de cálculo Excel introduciendo las correspondientes fórmulas. Así quedarían resueltos de la siguiente forma:

CAPÍTULO 9. EJERCICIO 9.1

	EMPRESA CASAL	BLANCA	EMPRESA EL MOLINO
Sup. Cultivo		27	18
Pr. Ha		2.500	2.600
N.º empleados		30	28
Horario		40	35
Coste hmo		16,5	16,5
Maquinaria		75.000	62.500
Gastos Manten. Maq.		2.500	2.000
Prod. Anual		355.000	355.000
Precio vta.		11,5	10,5
EMPRESA CASABLANCA			
Prodad. Sup. Cultivo	Prodad. M de obra	Prod. Máqu	ina Prodad. Total
4.082.500	4.082.500	4.082	500 4.082.500
67.500	1.029.600	105.	000 1.202.100
60,48148148	3,96513209	38,88095	3,396140088
EMPRESA EL MOLINO			
Prodad. Sup. Cultivo	Prodad. M de obra	Prod. Máqu	ina Prodad. Total
3.727.500	3.727.500	3.727	3.727.500
46.800	840.840	86	500 974.140
79,6474359	4,433066933	43,09248	3,82645205

CAPÍTULO 12. EJERCICIO 12.2

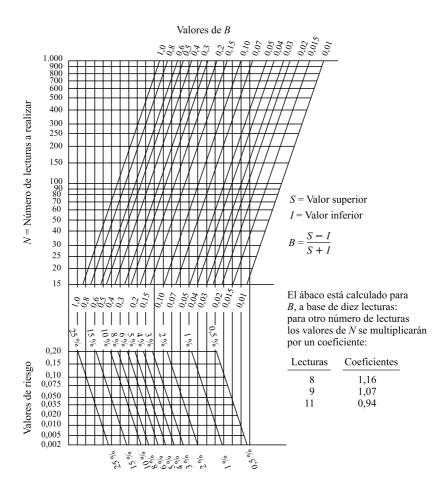
MEDIA DE LOS TIEMPOS DE LA TAREA «Poda de arbustos»

14,14285714

TIEMPO HISTÓRICO DE LA TAREA «Poda de arbustos»

Gráfica de Lifson





Valores de e (% de error admisible)

Fuente: Abancens y Lasheras (1986).

Tabla de Westinghouse



Número de observaciones necesarias para tener un Tiempo Normal Representativo.

Tiempo de fabricación por unidad	Actividad anual de más de 10.000 unidades	Actividad anual entre 1.000 y 10.000 unidades	Actividad anual menos de 1.000 unidades
1 hora	5	3	2
0,8 horas	6	3	2
0,5 horas	8	4	3
0,3 horas	10	5	4
0,2 horas	12	6	5
0,12 horas	15	8	6
0,08 horas	20	10	8
0,05 horas	25	12	10
0,035 horas	30	15	12
0,02 horas	40	20	15
0,012 horas	50	25	20
0,008 horas	60	30	25
0,005 horas	80	40	30
0,003 horas	100	50	40
0,002 horas	120	60	50
Menos de 0,002 horas	140	80	60

Fuente: Adaptado de Abancens y Lasheras (1986).

Tabla de suplementos de la «Personnel Administration Ltda.»



	Hombre	Mujer
1. SUPLEMENTOS CONSTANTES		
A. Suplemento por necesidades personales	5	7
B. Suplemento base por fatiga	4	4
2. SUPLEMENTOS VARIABLES		
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4
B. Suplemento por postura anormal:		
Ligeramente incómoda	0	1
Incómoda (inclinado)	2	3
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7
C. Uso de la fuerza o de la energía muscular (levantar, tirar o empujar):		
Peso levantado en kilos		
2,5	0	1
5	1	2
7,5	2	3
10	3	4
12,5	4	6
15	5	8
17,5	7	10
20	9	13
22,5	11	16
25	13	20(máx.)
30	17	_
35,5	22	

	Hombre	Mujer
D. Mala iluminación:		
Ligeramente por debajo de la iluminación recomendada	0	0
Bastante bajo	2	2
Absolutamente insuficiente	5	5
E. Condiciones atmosféricas (temperatura, humedad y velocidad del aire). Índice de enfriamiento en el termómetro húmedo de Kata (calor y humedad):		
Grados Kata		
16	0	0
14	0	0
12	0	0
10	3	3
8	10	10
6	21	21
5	31	31
4	45	45
3	64	64
2	100	100
F. Concentración intensa:		
Trabajos de cierta precisión	0	0
Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
Trabajos de gran precisión y muy fatigosos	5	5
G. Ruido:		
Continuo	0	0
Intermitente y fuerte	2	2
Intermitente y muy fuerte	5	5
Estridente y fuerte	5	5
H. Tensión mental:		
Proceso bastante complejo	1	1
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
Muy complejo	8	8

	Hombre	Mujer
I. Monotonía:		
Trabajo algo monótono	0	0
Trabajo bastante monótono	1	1
Trabajo muy monótono	4	4
J. Tedio:		
Trabajo algo aburrido	0	0
Trabajo aburrido	1	1
Trabajo muy aburrido	5	2

Fuente: Abancens y Lasheras (1986).

Tablas de números aleatorios



Tabla 1

23	32	87	99	09	10	45	67	25	56	67	73
02	14	54	28	90	66	34	06	13	48	76	65
10	23	27	37	62	71	29	35	89	26	42	75
20	28	75	58	83	47	82	65	41	17	49	08
05	42	77	19	28	78	55	39	66	24	47	69
45	67	25	56	67	75	33	86	81	07	95	44

Tabla 2

14	62	87	91	45	20	33	06	13	48	76	65
10	23	27	37	62	71	29	33	89	26	42	75
45	67	25	56	67	73	45	67	25	56	67	76
02	14	54	28	90	66	35	89	26	42	75	08
83	47	82	65	41	17	49	08	05	42	77	05
28	07	61	33	75	94	83	72	16	20	79	31

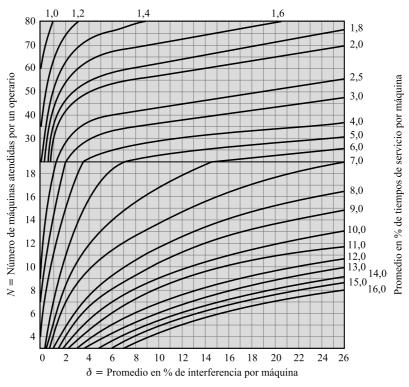
Tabla 3

81	02	01	78	82	74	72	84	25	77	32	85
08	52	74	30	10	47	29	21	95	90	85	14
74	11	45	86	37	02	15	59	85	40	14	11
67	31	32	13	25	26	72	91	67	09	17	02
50	95	41	73	21	62	73	49	76	24	08	16
96	52	62	87	71	32	10	62	56	87	92	00

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica de Dale-Jones





Fuente: Adaptado de Abancens y Lasheras (1986).

Bibliografía

- ABAD GUERRERO, I. M. (1994): *Técnicas cuantitativas de gestión*, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Málaga.
- ABANCENS, A. y LASHERAS, J. M. (1986): Organización Industrial. Ed. Donostiarra, S.A. San Sebastián.
- AGUIRRE DE MENA, J. M.; RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, M. M.; TOUS ZAMORA, D. (2002): *Organización y Métodos de Trabajo*. Ed. Pirámide.
- AGUIRRE SÁDABA, A. (1981): Interpretación de modelos de Economía de la Empresa para Industrias textiles. Universidad de Málaga.
- AGUIRRE SÁDABA, A. (1998): Dirección de Producción y Operaciones. Málaga.
- AGUIRRE SÁDABA, A.; CASTILLO CLAVERO, A. M.; TOUS ZAMORA, D. (1999): Administración de Organizaciones. Fundamentos y Aplicaciones. Ed. Pirámide. Málaga.
- AGUIRRE SÁDABA, A.; CASTILLO CLAVERO, A. M; TOUS ZAMORA, D. (2003): Administración de Organizaciones en el entorno actual. Ed. Pirámide. Málaga.
- ALCAIDE CASTRO, M. (1982): Las nuevas formas de organización del trabajo. Ed. Akal, Madrid.
- ALCAIN PARTEARROYO, R. (1989): Cómo gestionar la producción. Manuales IMPI, Madrid.
- BAÑEGIL, T. M. (1993): El sistema Just in Time y la flexibilidad de la producción. Ed. Pirámide, Madrid.
- BSI [British Standards Institution (1991)]: *Glosary of Terms Used in Work Management Services*. BS 3138. Londres.
- Bueno, E.; Cruz, I. y Durán, J. J. (1989): *Economía de la Empresa. Análisis de las Decisiones Empresariales*. Ed. Pirámide, Madrid.
- CASADO YUSTA, S. (2005): Planificación de turnos en un aeropuerto: uso de simulación y metaheurísticos. Universidad de Burgos.
- CASTILLO, A. M.; ABAD, I. M. (2000): La Dirección en la Práctica. Ed. Pirámide.

- Coopers and Lybrand (1996): Cuadernos de Cinco Días: El Capital Humano y La Empresa: «El análisis de los Puestos de Trabajo». Madrid.
- DAVENPORT, T. H. (1993): Process Innovation: Reengineering Work through Information Technology. Harvard Business School Press, Boston, MA.
- DESBAZEILLE, G. (1969): Ejercicios y problemas de investigación operativa. Ed. ICE, Madrid.
- DÍAZ GARRIDO, E.; GARCÍA MUIÑA, F. E.; MORA VALENTÍN, E. M.; REYES RECIO, L. E. (2002): Ejercicios y casos prácticos de Organización y Métodos de Trabajo. Ed. Civitas.
- DÍEZ DE CASTRO, E. P.; GARCÍA DEL JUNCO, J.; MARTÍN JIMÉNEZ, F.; PERIAÑEZ CRISTÓ-BAL, R. (2001): Administración y Dirección. McGraw-Hill.
- DOMÍNGUEZ MACHUCA, J. A. (coord. y dir.) (1997): Dirección de Operaciones. Aspectos estratégicos en la producción y los servicios. McGraw-Hill.
- DOMÍNGUEZ MACHUCA, J. A. (coord. y dir.) (1995): Dirección de Operaciones. Aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios. McGraw-Hill.
- EPPEN, G. D.; GOULD, F. J.; SCHMIDT, C. P.; MOORE, J. H. y WEATHERFORD, L. R. (2000): Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa, 5.ª ed. Prentice-Hall, México.
- FINKEL, L. (1994): La organización social del trabajo. Ediciones Pirámide, Madrid.
- FORSCHNER, M. (1994): Diccionario de ética. Crítica, Barcelona. Citado por Díez de Castro et al (2001).
- GARCÍA GOMBAU, J. (1991): El trabajo a turno. Ed. Deusto.
- GÉLINIER (1991): Ética en los negocios. Crítica, Barcelona. Citado por Díez de Castro et al (2001).
- GIL-LAFUENTE, J. (2002): Algoritmos para la excelencia. Claves para el éxito en la gestión deportiva. Ed. Milladoiro, Vigo.
- GONZÁLEZ VADILLO, J. L. (1993): «Comportamiento humano». Universidad Deusto.
- HAMPTON, D. R. (1989): Administración. McGraw-Hill.
- HEIZER, J. y RENDER, B. (2004): Dirección de la Producción. Decisiones Estratégicas. Ed. Pearson Prentice-Hall, 6.a ed.
- HEIZER, J. y RENDER, B. (2004): Dirección de la Producción. Decisiones Tácticas. Ed. Pearson Prentice-Hall, 6.^a ed.
- KANAWATY, G. (1996): Introducción al estudio del trabajo. Ed. Organización Internacional del Trabajo, 4.ª ed. Revis.
- KAUFMANN, A. (1968): Métodos y Modelos de la Investigación Operativa, Cía. Editorial Continental, Barcelona.
- LARRAÑETA, J. C.; ONIEVA, L.; LOZANO, S. (1995): «Métodos modernos de gestión de la producción». Alianza Universidad Textos.
- Leal Millán, A.; Alfaro de Prado Sagrera, A.; Rodríguez Félix, L. y Román On-SALO, M. (1999): El factor humano en las Relaciones Laborales. Ed. Pirámide, Madrid.
- LLORÉNS MONTES, F. J. y FUENTES FUENTES, M. M. (2000): Calidad total. Fundamentos e Implantación. Ed. Pirámide, Madrid.
- LEAVITT, H. J. (1964): Applied organization change in industry. Wiley. Citado por Díez de Castro *et al.* (2001).

MARTÍN LÓPEZ, M.; ROBLES RÁBAGO, M. E.; GONZÁLEZ DOMÍNGUEZ, F. J.; CRESPO PÉ-REZ, J. M. (2002): Métodos de Trabajo. Casos prácticos. Ed. Pirámide.

MARTÍN PEÑA, M. L. (coord.): Dirección de la Producción. Problemas y Ejercicios resueltos. Ed. Pearson Prentice-Hall, Madrid, 2003.

MATEU, M.: La nueva organización del trabajo. Editorial Hispano Europea, S.A.

MIRALLES INSA, C. et al. (2004): Cuestiones y Problemas de Estudio del Trabajo. Editorial Universidad Politécnica de Valencia.

MONKS, J. G. (1987): Administración de operaciones. Teoría y 531 problemas resueltos. McGraw-Hill, México.

PANICO, J. A. (1973): Teoría de las colas. PROLAM, Buenos Aires.

RENAU (1985): Citado por Aguirre, Castillo y Tous (2001).

RIVEROLA, J. y CUADRADO, B. (2003): Arte y Oficio de la Simulación. Un entorno completo y su uso en la mejora de los servicios. EUNSA, Navarra.

RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, M. M. (2006): Diseño y Organización de Puestos en Nuevos Entornos de Trabajo. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Málaga.

WEISS, H. J. (2006): POM-QM FOR WINDOWS. Version 3. Ed. Pearson Prentice-Hall.

PROCESOS DE TRABAJO Teoría y casos prácticos

Cuaderno de evaluación continua

M^a Mercedes Rodríguez Fernández

Diseño y estructuras organizativas. Casos prácticos



Caso práctico I: Organización del viaje de fin de estudios

4 PROCESOS DE TRABAJO. Teoría y casos prácticos

Caso práctico 2: SUPERCIF, S.A.

PROCESOS DE TRABAJO. Teoría y casos prácticos

Caso práctico 3: Comunidad de propietarios *LA MECÍA*

Caso práctico 4: Empresa editorial CÚSPIDE, S.A.

Caso práctico 5: ¡Qué horror de jefe!!!

Caso práctico 6: Ética en la Universidad

Ejercicio práctico I

Ejercicio práctico 2

Ejercicio práctico 3

Experiencia práctica a realizar en clase

Organización del trabajo. Artículos de debate



Artículo periodístico sección económica:

«Las 7 vidas de NOVASOFT»

Artículo de prensa económica:

«Las ventajas de trabajar con el despacho a cuestas»

Artículo de prensa económica:

«El puesto de trabajo flexible se extiende en las empresas europeas»

Artículo de prensa económica:

«Cómo convertir los problemas en soluciones»

Artículo de revista del área de Recursos Humanos:

«Cómo convertir la comprensión del negocio en rendimiento»

Diseño del sistema productivo y distribución de la superficie de los centros de trabajo



Equilibraje de procesos de trabajo conformados mediante líneas



Diseño y asignación de puestos a trabajadores



Organización del tiempo de trab ajo: establecimiento de turnos



Fenómenos de congestión en el trabajo: colas de espera

Calidad de los procesos de trabajo



Estudio y productividad de los procesos de trabajo



Registro de los procesos de trabajo

Utilización de cursogramas en los procesos de trabajo



Medida de tiempos en los procesos de trabajo

Asignación de equipo en los procesos de trabajo

Optimización de procesos de trabajo