

Modelo de coste unitario para los ensayos de aceros para armaduras pasivas realizados por laboratorios acreditados.

Sofía Estellés-Miguel, José Miguel Albarracín Guillem, Marta Palmer Gato, Teresa Barberá Ribera¹

¹ Dpto. de Organización de Empresas. Universitat Politècnica de Valencia. Camino de Vera s/n, 46022 Valencia. soesm@omp.upv.es, jmalbar@omp.upv.es, marpalga@omp.upv.es, mabarri@omp.upv.es

Palabras clave: cost accounting, procesos, activity-based costing (ABC).

Resumen

El presente artículo nace en el marco de un convenio entre la Universidad Politécnica de Valencia y el Instituto Valenciano de la Edificación (en adelante IVE). En dicho convenio el IVE solicita que sea realizado el cálculo de los costes de los ensayos de hormigón y de acero para armaduras pasivas para publicarlo en su prontuario, este artículo hace referencia al segundo tipo. Estos ensayos se componen de una batería de ensayos. Los métodos de costes no han sido aplicados en ensayos de laboratorio ya que su aplicación está más estandarizada en los sectores productivos. Es por lo que los autores de la presente ponencia consideran esto como un reto adecuado. El presente artículo expone la creación de un modelo de costes unitario para los ensayos de aceros para armaduras pasivas, explicando los obstáculos que se ha encontrado en la elaboración de dicho modelo, así como las técnicas y soluciones aplicadas.

1. Introducción

El presente artículo tiene por objeto general explicar el trabajo realizado consistente en el análisis de procesos y posteriormente el cálculo de costes asociado, a los ensayos realizados por los laboratorios acreditados de control de edificación para ensayos de aceros para armaduras pasivas, los ensayos analizados han sido los siguientes:

- Sección equivalente según el apartado 32.1. de la norma EHE-08 8 (Ministerio Fomento, 2.008)
- Ensayo de doblado-desdoblado y de doblado simple según la norma UNE-EN-ISO 15.630-1:2.003 (AENOR, 2.003) y los apartados con mandriles de las tablas 32.2.b y 32.2.c. de la norma EHE-08 (Ministerio de Fomento 2.008).

- Determinación de las características geométricas del corrugado. Ensayo de tracción para determinar límite elástico, carga unitaria de rotura, alargamiento de rotura y alargamiento total bajo carga máxima según la norma UNE-EN-ISO 15.630-1:2.003 (AENOR, 2.003).

En un entorno de alta competitividad como es el actual nadie se cuestiona la necesidad de disponer de una información detallada de los costes de producción del producto, en este caso del servicio*. En un sector como es la construcción en el que el mercado marca el precio del producto, el conocimiento de los costes es un factor clave para la supervivencia de los laboratorios, es por lo que desde la asociación ALACAV se promovió el presente trabajo. Este trabajo ha utilizado básicamente dos herramientas el análisis de procesos para estudiar y analizar los procesos dentro de los laboratorios para posteriormente aplicar la herramienta de costes ABC, pero modificando algunas cosas para el caso específico que nos ocupa. De hecho se genera un modelo específico para este tipo de laboratorios.

Actualmente las organizaciones deben centrarse en los procesos, los costes de las actividades, así como en medir el rendimiento de los atributos de calidad tales como la satisfacción del cliente, la fiabilidad, el tiempo de ciclo, la flexibilidad y la productividad. El factor crítico de éxito de cualquier organización requiere la participación continua en la gestión de todas las actividades para garantizar que se ofrece un servicio de alta calidad de manera eficiente y eficaz. Esto significa que el uso de los principios generalmente aceptados de contabilidad no son útiles en la planificación, gestión, control y dirección de las actividades, ya que no proporcionan información sobre cómo se realizan dichas actividades (Qayoumi, M.H., 2008).

2. Análisis de procesos

Un proceso se define como un conjunto de actividades que consideran una entrada o más, y que generan ciertos productos que un cliente había solicitado (Hammer, M., 1990). Un proceso de negocio está vinculado a una empresa de tal manera que define la forma en que se consiguen los objetivos de la misma (Aguilar-Saven, R.S., 2004). Aún así en el presente trabajo se ha tratado de unificar los procesos realizados en distintos laboratorios y tratarlos como si de un sólo proceso generador de costes se tratase.

En la actualidad, la mayoría de las organizaciones buscan cada vez más un enfoque de gestión de procesos, lo que como primer paso requiere un modelado preciso de estos procesos. En este caso es de vital importancia el modelado, ya que es el primer paso para un análisis de los procesos y para el estudio de los costes asociados. Sin embargo el modelado de estos procesos no es algo trivial, ya que se necesita un amplio conocimiento de los mismos. En muchas ocasiones se carece de este conocimiento, por lo que su adquisición conlleva un largo proceso, habitualmente a través de varias fases de reuniones y entrevistas con los distintos actores del proceso, que, por lo general, tiene un coste elevado en tiempo y dinero. (Dios Rubio, M.A et al, 2010). En el presente trabajo el estudio del proceso se realizó siguiendo los siguientes pasos:

* Este trabajo se deriva de la participación de sus autores en un proyecto de investigación financiado por el IVE y en el que han participado los laboratorios miembros de ALACAV (Asociación de Laboratorios y Empresas de Control de Calidad Acreditados en Construcción en la Comunidad Valenciana).

1. Se realizó un estudio profundo de la normativa aplicable a los ensayos de aceros para armaduras pasivas, estudiando toda la normativa a la que los ensayos hacían mención (Ver la normativa y la legislación citada en el apartado introducción).
2. A continuación se realizó una primera visita al Instituto Tecnológico de la Construcción (AIDICO), donde se conocieron los procesos de ensayo a realizar, esto fue un primer contacto con dichos ensayos.
3. Se elaboró un cuestionario con preguntas relacionadas con los procesos y los costes de los mismos.
4. Se validó el cuestionario con una entrevista con personal de distintos laboratorios.
5. Se procedió a visitar distintos laboratorios de ensayo de aceros para armaduras pasivas, donde se formularon las preguntas del cuestionario, se observaron los procesos de ensayo, se tomaron tiempos y otros, es decir, se recopiló toda la información necesaria sobre el proceso y sobre los costes asociados con dichos procesos.

Además de la información recopilada en los laboratorios visitados, se buscó información adicional por otros medios como: bases de datos, catálogos de máquinas y productos y otros para comparar algunos datos. Con toda esta información se creó una hoja de cálculo dividida por etapas en el proceso del ensayo, en las que se incluyen todas las partidas necesarias, para el cálculo total de los costes de los ensayos analizados.

3. El sistema de costes ABC

El sistema de costes ABC (Activity Based Costing) propone asignar los costes a los productos a través de las actividades necesarias para la producción de los mismos, con el que pretenden resolver las dificultades que plantean los métodos tradicionales en el reparto de los costes indirectos en el ámbito de la empresa (Mayo et al, 2.000). A pesar de su lenta velocidad de difusión, el método ABC es ahora un elemento aceptado en los sistemas de contabilidad y control de las empresas industriales y de servicios (Granof, M.H. et al, 2000). Otros métodos como el ABM, los cuadros de mandos y otros se basan en el conocimiento creado por el método ABC (Khalid, A., 2005)

En la década de los 80 Robin Cooper y Robert Kaplan desarrollaron la metodología de costes ABC (Activity Based Costing) ante la desconfianza que suscitaba la información derivada de los sistemas tradicionales. El sistema ABC supuso un importante avance, ya que fue diseñado para resolver la asignación incorrecta de los costes indirectos, asignando, en primer lugar los costes indirectos a las actividades realizadas y asignando después los costes de éstas a los productos y otros objetos de coste (Kaplan y Cooper, 1988). Aún así el sistema ABC no ha sido aceptado de forma universal (Rigby, 2003). Las razones principales de su baja aceptación (Kaplan y Anderson, 2004), pueden resumirse en:

- La puesta en marcha de un sistema ABC es un proceso muy largo, puesto que el desarrollo de entrevistas y encuestas necesarias exige mucho tiempo.
- Las empresas ponen en duda la forma en que se realiza la asignación de los costes indirectos a las actividades, porque se basa en cálculos subjetivos que cada responsable hace sobre el porcentaje de su tiempo que dedica a cada actividad. Como consecuencia de ello, los gestores ponen en duda la precisión de los costes y el cálculo de rentabilidades.

- El modelo ABC no es lo bastante preciso como para permitir capturar la complejidad de las operaciones reales de una empresa. Para tener en cuenta la complejidad de la empresa se deben añadir al sistema ABC muchas actividades, lo que hace, por una parte, que aumente su complejidad y por otra, su subjetividad a la hora de tener que estimar el tiempo que los responsables dedican a cada una de las actividades.
- Cuando se realizan encuestas, muy pocos responsables informan del porcentaje de tiempo improductivo o no utilizado y por lo tanto, se calculan los inductores del coste como si se trabajase a capacidad total.

Para corregir los problemas arriba citados en el presente trabajo se han tenido en cuenta las siguientes acciones:

- El trabajo se ha realizado a lo largo de un año en el que se ha recogido información en varios laboratorios. Aumentando tanto el tamaño de muestra como la duración de recogida de información.
- Una vez realizados los modelos de costes estos han sido explicados a los distintos responsables de los laboratorios que han participado en el estudio, así mismo se han tenido nuevas entrevistas con los participantes del estudio, por si había alguna partida que no había sido tenida en cuenta. Es decir, una vez elaborados los cuestionarios estos han sido verificados y validados y después cuando se han elaborado los modelos estos también han sido verificados y validados por los laboratorios participantes en el estudio.
- Para intentar capturar la complejidad de las operaciones reales, los laboratorios no sólo han sido entrevistados, sino que también han sido visitado recopilando información de los mismos, y tomando tiempos en algunos casos. Con esto, se ha tratado de perfilar al máximo los procesos, no haciendo sólo caso de las explicaciones de los responsables de los procesos, sino observando los mismos, analizándolos y capturando datos durante los mismos.
- Para evitar el desconocimiento por parte de algunos responsables de los tiempos improductivos, se han realizado muestreo de tiempos, así mismo se han realizado dos escenarios en los modelos (modelo pesimista y modelo optimista).

Con todo lo arriba citado se ha obtenido y procesado la información.

4. Explicación del Modelo desarrollado

Con el fin de realizar un buen cálculo de los costes del ensayo de acero para armaduras pasivas se ha creado un modelo matemático que se ha desarrollado en una hoja de cálculo, además se han creado dos escenarios, uno pesimista (cuando hay menor carga de trabajo en los laboratorios) y uno optimista (cuando hay mayor carga de trabajo en los laboratorios).

4.1. Modelo de coste unitario para el ensayo de hormigón

Con el fin de que la hoja de cálculo arriba mencionada sea fácilmente modificable, al principio de la misma se presentan los datos más significativos y que más cambios pueden sufrir, para que puedan ser modificados rápidamente, dando como resultado el recálculo total de los costes. Estos datos son los siguientes:

- Porcentaje de actividad de acero, en la mayoría de los laboratorios visitados el porcentaje de los ensayos de acero frente al resto de sus actividades suponía un 2%.
- Coste del gasoil.
- Precio medio de una furgoneta (se ha tomado un modelo con cárter protegido).
- Informes/año (evidentemente informes emitidos sobre ensayos de laboratorio de acero), algunos de los cálculos realizados están enlazados con este dato.
- Mano de obra, esta es una de las partidas más significativas. En la tabla 1 aparecen estos datos.

Datos más significativos:				
<u>Mano de obra</u>				
Categoría profesional	Alicante	Valencia	Castellón	Media
Peón especialista	25.293,44	23.798,95	20.820,95	23.304,45
Oficial Primera	25.930,96	25.276,48	22.519,35	24.575,60
Licenciado	41.696,38	38.462,37	33.136,28	37.765,01

Tabla 1 Costes de mano de obra. Fuente: Datos facilitados por ALACAV.

A partir de este momento se van a ir considerando etapas del proceso de ensayo y dentro de cada una de ellas, las partidas correspondientes, dentro de las cuales se tiene **Q** (cantidad en número de unidades o en porcentaje), **Coste** (coste unitario de la unidad) y **Total** que suele ser el resultado de cantidad por coste unitario, la siguiente columna es **coste unitario** que se obtiene del total dividido entre el número de informes realizados.

Vehículos

En ambos escenarios para el cálculo de Q habrá que multiplicar la cantidad de vehículos por el porcentaje de actividad repercutible a los ensayos de acero (en este caso 2%). La amortización considerada para este tipo de vehículo ha sido de 5 años (vida útil media estimada por los laboratorios).

Para el cálculo del mantenimiento del vehículo propiedad de la empresa, se ha incluido el coste del kilometraje, calculando una media del seguro y las revisiones anuales. Para el caso del vehículo de renting se debe incluir el coste anual y el kilometraje anual (40.000). En ambos casos se ha considerado un consumo de 10 km/litro de media

Extracción de probetas

En este apartado, se contempla todo lo relacionado con la máquina cortadora.

Ensayo de Doblado-Desdoblado

Los datos que se han calculado en este apartado permanecen constantes para los dos escenarios (optimista y pesimista). Este punto engloba la estufa calentadora de muestras y la máquina dobladora.

Ensayo de Fatiga

En este apartado se incluye todo lo relacionado con el proceso de rotura, es decir, la prensa de acero, las herramientas (incluye las mordazas y otros utensilios), el extensómetro y el punzón de marcado de probetas. Además la norma menciona la obligatoriedad de calibrar la máquina.

Ensayo de Fatiga				
ESCENARIO OPTIMISTA				
Ensayo de Fatiga				9,700
Punzón	20	100	2.000	1,000
Amortización Prensa de acero	0,15	60.000	9.000	4,500
Herramientas (mordazas y otros)	4	1.000	4.000	2,000
Extensómetro	1	4.000	4.000	2,000

Tabla 2 Costes unitarios del ensayo de fatiga escenario optimista. Fuente: Elaboración propia.

Determinación de la desviación respecto a la masa nominal por metro

En esta parte del ensayo, también se utiliza la máquina cortadora antes citada en el apartado extracción de la muestra. Aquí no se le imputa ningún coste ya que dicho coste ha sido imputado el apartado correspondiente. Además de esta máquina, son necesarias una regla graduada y una balanza.

Medición de las características geométricas

En esta etapa del proceso, se incluye la amortización del proyector de perfiles. Indicar también, que no todos los laboratorios tienen esta máquina, pero como la repercusión unitaria es pequeña se ha considerado este método debido a que de los otros no se disponía de información suficiente.

<u>Medición de las características geométricas</u>				
ESCENARIO OPTIMISTA				
Medición de las características geométricas				5,172
Proyector de perfiles	0,15	12.000	1.800	4,433
Pie de rey ó micrómetro	10	30	300	0,739
ESCENARIO PESIMISTA				
Medición de las características geométricas				1,200
Proyector de perfiles	0,15	12000	1800	0,900
Pie de rey ó micrómetro	20	30	600	0,300

Tabla 3 Costes unitarios de medición de las características geométricas. Fuente: Elaboración propia.

Emisión del informe

En este apartado se han considerado el software y el hardware empleados. Como consumible está el papel utilizado para la emisión del informe en el caso de que sea enviado en dicho soporte. El coste por informe sería el mismo para los dos escenarios. Algunos laboratorios han empezado a enviar su información por correo electrónico pero todavía son pocos comparativamente.

Emisión del Informe

ESCENARIO OPTIMISTA

Emisión de informe				0,166
Ordenador	0,08	1.200,00	96,00	
Software	0,02	9.000,00	180,00	
Amortización Software y hardware	0,33	276,00	92,00	0,046
Papel	500	3,00		0,120

Tabla 4 Costes unitarios de emisión de informes escenario optimista. Fuente: Elaboración propia.

Otros

Dentro de otros gastos, se ha introducido el coste de los contenedores para la recogida de residuos. En este apartado se cuentan también los suministros.

En el caso de las acreditaciones, su impacto no es significativo. Se ha calculado teniendo en cuenta un coste de 2.000 euros por acreditación (igual en los dos escenarios).

Mano de obra

Esta es la partida que más costes representa dentro de los costes unitarios, siendo casi un 59% en el caso del escenario optimista y un 32% en el escenario pesimista. Luego esta es la partida que mejor cabría estudiar. Se ha distribuido de la siguiente manera:

- Administración, está enlazado con el sueldo medio de un oficial de primera.
- Operario, está enlazado con el sueldo medio de un peón especialista.
- Técnico superior, está enlazado con el sueldo medio de un licenciado.

También sería interesante comentar la importancia proporcional de las partidas en el coste total unitario:

Posición relativa	Escenario Optimista	Escenario Pesimista
1ª	Vehículos (1,1%)	Vehículos (1,8%)
2ª	Extracción de probeta (1,1%)	Extracción de probeta (0,7%)
3ª	Ensayo de Doblado-Desdoblado (2,2%)	Ensayo de Doblado-Desdoblado (4,6%)
4ª	Ensayo de Fatiga (29%)	Ensayo de Fatiga (46,8%)
5ª	Características Geométricas (3,6%)	Características Geométricas (6,6%)
6ª	Desviación respecto de la masa nominal por metro (0,7%)	Desviación respecto de la masa nominal metro (0,7%)
7ª	Emisión de informe (0,5%)	Emisión de informe (0,4%)
8ª	Otros (3,7%)	Otros (6,7%)
9ª	Mano de Obra (58,2%)	Mano de Obra (31,7%)

Tabla 5 Importancia proporcional de las partidas en el coste total unitario en los ensayos de acero para armaduras pasivas. Fuente: Elaboración propia.

Con lo que el coste de explotación quedaría:

- Para el escenario optimista : 33,23 euros/informe
- Para el escenario pesimista: 78,34 euros/informe

5. Resultados obtenidos y conclusiones

En los resultados se ha podido observar que mientras que el estudio realizado para los ensayos de hormigón si que fue concluyente, no ha sucedido lo mismo en este. Esto puede ser debido a que la participación de laboratorios fue escasa, a consecuencia de la crisis, muchos de los laboratorios que iban a participar fueron cerrando o reduciendo su actividad. Por lo que los resultados para el modelo de acero no son concluyentes ya que existe demasiada dispersión y

debería solucionarse esto mediante la introducción de más laboratorios. Aún así se podría concluir:

- El modelo nos sirve par comprender el uso efectivo de los recursos empleados.
- Entender que algunos procesos repercuten en gran medida en los costes totales, algunos de los cuáles se pueden incluso reducir o eliminar.
- Se concluye también que los datos obtenidos para los ensayos de hormigón se adaptan bastante a la realidad y además se han podido contrastar suficientes datos para crear un modelo de utilidad en cuanto a costes.
- En lo que se refiere a los ensayos de acero para armaduras pasivas, se ha detectado que los datos recogidos no son lo suficientemente buenos (ni en cantidad ni en calidad) para validar este modelo y que pueda ser utilizado, sólo proporcionan una aproximación, para obtener una mejora en los mismos, se debería recopilar información de más laboratorios procesarla y contrastarla.
- Cosas prácticas que se extraen del modelo de acero son:
 - La posibilidad de ir eliminando los informes en papel mediante el uso de la firma electrónica se amortizaría en menos de un año.
 - Como el coste de recogida de muestras es muy elevado, el poder subcontratar esta actividad reduciría los costes. En la actualidad no se puede subcontatar debido a que la norma no lo permite, pero parece que esto ha sido tenido en cuenta en la revisión de la norma y se incluirá en la publicación de la siguiente norma.
 - Los partidas de costes más elevados han sido las que hacen referencia a mano de obra, así como el ensayo de doblado y desdoblado. Estudiar la posibilidad de reducir los mismos.

Estos puntos sobre todo los últimos tres abrirían nuevas líneas de análisis.

Por último decir que los datos aquí obtenidos serán puestos a disposición de los constructores a través del prontuario del IVE, y posiblemente se extiendan a otros costes de análisis de laboratorio. Se han ocultado algunas tablas por temas de espacio y de confidencialidad.

Agradecimientos

Agradecemos al Instituto Valenciano de Edificación (IVE) su participación en este proyecto, así como a los laboratorios miembros de ALACAV que han participado con nosotros en el desarrollo del presente proyecto.

Referencias

AENOR (2.003). UNE-EN-ISO 15.630-1: 2.003 : Aceros para el armado y pretensado de hormigón. Métodos de Ensayo. Parte 1: Barras, alambre y alambón para hormigón armado.

Aguilar-Saven, R.S. (2004). Business process modelling: review and Framework. International Journal of Production Economics, Vol. 90, pp.129-149.

Dios Rubio, M.A., Framiñán Torres, J.M., Domínguez Cañizares, R. y León Blanco, J.M. (2010). Modelado y análisis de un proceso quirúrgico mediante técnicas de minería de procesos. XIV Congreso de Ingeniería de la Organización, pp 246-257.

Granof, M.H., Platt, D.E., Vaysman, I. (2000), "Using activity-based costing to manage more effectively", The PricewaterhouseCoopers Endowment for the Business of Government, Arlington, VA, Grant Report, .

Hammer, M. (1990). Reengineering work: don't automate, obliterate. Harvard Business Review, Vol. 68, nº4. pp104-112.

Kaplan, R.S. y Cooper, R. (Sept-Oct-1988). Measure Costs Right: Make the right decisions. Harvard Business Review, Vol. 66, nº5, pp. 96-103.
http://host.uniroma3.it/facolta/economia/db/materiali/insegnamenti/588_3930.pdf

Kaplan, R.S. y Anderson, S. (2007). Time-Driven Activity-Based Costing. A simpler and more powerful path to higher profits. Harvard Business School Press.

Khalid, A. (2005), Activity-based costing in Saudi Arabia's largest 100 firms in 2003. Journal of American Academy of Business, Vol. 6, nº 2, pp 285-92.

Mallo, C. (2000), Kaplan, R.S., Meljem, S. y Giménez, C. Contabilidad de costos y estratégica de gestión. Prentice Hall. Junio 2000

Ministerio de Fomento (2008). EHE-08, Instrucción de hormigón estructural.
<http://www.fomento.es/NR/rdonlyres/9364c709-621D-4EEC-AA3E-E96C89214604/37475/INDICEARTICULADODocumentoFinalMinisterios.pdf>.

Qayoumi, M.H. (2008). Enhancing effectiveness with the use of activity-based management at University of Missouri-Rolla, available at:
www.nwmissouri.edu/sloan/CostBook/ActivityBasedManagement.html (fecha de acceso 20 de mayo 2011)

Rigby, D. (2003). Management Tools. An Executive's Guide. Bain & Company, Two Copley Place, Boston, M.A. 02216 ISBN: 0-95656059-5-7
<http://www.bain.com/bainweb/PDFs/cms/Public/10221.pdf>