

MODELOS DE PREDICCIÓN DE BAJAS EN LICITACIONES. ESTADO ACTUAL Y NUEVAS TENDENCIAS

Ballesteros, P.^(p); González-Cruz, M.C.; Pastor, J.P.

Abstract

Showed the relationship with tendering and starting from a previous account of the utility of certain tools that reflect the experience and the facts occurred in bidding processes (in a previous paper) the focus of this article is making an historic journey of the main models for Tendering Price Forecast until current times.

Based on an analysis of Pim's Equal Probability Model will be presented a series of more modern models that have been improving gradually the forecast quality in the last 50 years. The aim of this work, not delving into the purely mathematical basis of these models, but rather to collect their basic design to display his philosophy in the handling of data and variables by which it is feasible to anticipate, with a margin of inaccuracy, consistent outputs with the reality of a forthcoming tender.

Article finish with a summary of the emerging trends in the prediction models for Tender Price Forecasting and with a brief of weaknesses and gaps that still exhibits those models.

Keywords: Bidding, Tender, Auction, Forecast, Tender Price, Construction, Skitmore

Resumen

Conocido el marco de la licitación y a partir de la utilidad que suponen determinadas herramientas que recogen la experiencia y los hechos en procesos de licitación, en este artículo se realiza una revisión, en el tiempo, de la evolución de los principales modelos de Predicción de Bajas empleados en la actualidad.

Partiendo de un análisis del Modelo de Igual Probabilidad se expondrán una serie de modelos más modernos que han ido incrementando progresivamente la calidad de la predicción en los últimos 50 años. Se pretende con este trabajo, no profundizar en la base puramente matemática de estos modelos, sino más bien recoger su formulación básica para mostrar su filosofía en el manejo de datos y variables, mediante los cuales es viable anticipar, con cierto margen de imprecisión, resultados coherentes con la realidad de una licitación próxima.

Finalizaremos el artículo con un resumen de las nuevas tendencias en los modelos de predicción de bajas y con la exposición breve de carencias y lagunas que aún presentan los mismos.

Palabras clave: Licitación, Concursos, Subastas, Predicción, Bajas, Construcción, Skitmore

1. Primera decisión en la licitación: participar o no

El proceso de contratación implica dos decisiones cruciales: primero, decidir si licitar o no un proyecto, obra o servicio, y, segundo, determinación del precio del contrato [4]. Mientras que el segundo aspecto ha sido objeto de una investigación profusa, la forma en que se ha contemplado ha sido mucho menos objetiva que el primer aspecto.

Hoy en día se conoce suficientemente que la decisión de contratar y de determinar el margen de ganancia o beneficio [5], es un aspecto primordial de la actividad organizacional dentro de cualquier empresa. Muchos estudios han desarrollado listados de ítems que posibilitan, vía su respuesta y ponderación, el poder alcanzar un resultado numérico que proporcione cierta orientación acerca de si es recomendable contratar o no.

Algunos de estos parámetros, propuestos para mejorar la decisión de contratar o no, son los siguientes [4]:

- Oportunidades (Contribución económica del proyecto/construcción; Contribución estratégica y publicitaria del proyecto/construcción; Análisis competitivo del entorno del contrato del proyecto/construcción; Viabilidad de reducir costes del proyecto/construcción)
- Recursos (Recursos a asignar al proyecto/construcción; Recursos financieros para soportar la actividad a contratar)
- Relaciones (actual relación con la administración o promotora que contrata)
- Procedimientos del contrato (Tipo de contrato; Condiciones del contrato; Procedimiento de adjudicación)
- Características del proyecto (Competencia vs Tipo de proyecto/construcción; Competencia vs Tamaño del proyecto/construcción; Competencia vs Ubicación del proyecto/construcción; Experiencia)
- Riesgos (Riesgos relacionados con la naturaleza del proyecto/construcción; Capacidad financiera del cliente/administración; Ritmo de pago del cliente/administración)
- Ventaja competitiva (costes inferiores)

No obstante lo que sería deseable conocer es cómo ajustar el beneficio al máximo para que aún así se consiguiera ser ganadores de un determinado concurso. En realidad no se pretende obtener la misma información. El conocimiento de la capacidad de una empresa para una licitación concreta tan sólo permite ubicar el origen respecto del cual si se abarataran más sus ofertas, en fase de estudio y para esa empresa concreta, incurrirá en una oferta con un “riesgo” cierto y, por encima de ese origen o “riesgo cero”, obtendrá “beneficios”.

Un artículo consultado de Dulaimi, M.F. y Shan, H.G [6] se efectúa un análisis de la situación de licitación en un país en el que la ponderación de la Baja económica tiene un peso muy superior al de las ofertas técnicas de los licitadores (debido a que el país del estudio, Singapur, está experimentando un proceso de recesión económica importante). Sin llegar a ser tan extremistas, podemos decir que el caso de España no difiere excesivamente de dicha situación en la que, si bien no nos encontramos necesariamente en una fuerte recesión económica, sí se tiende a valorar la oferta económica con un alto porcentaje respecto del valor total de la oferta en las licitaciones públicas (habitualmente entre el 30% y 60%). En el país de referencia del Estudio se da la realidad también de un alto porcentaje de subcontratación entre las empresas adjudicatarias, lo cual se asimila a la situación Española.

En dicho trabajo se estudian las actitudes de empresas medianas y grandes en relación a las licitaciones a las que se presentan. Se concluye que si bien, algunos aspectos de las licitaciones preocupan de forma común a ambos tamaños de licitadores (como, por ejemplo, la situación económica del país) hay otros que no. Los licitadores de empresas mayores tienen a valorar altamente, cuando calculan sus márgenes de beneficio y las

correspondientes bajas, la naturaleza de la construcción; mientras que las empresas medianas tienden a preocuparse más por su situación financiera a largo y medio plazo.

2. Primeros pasos en la predicción: las subastas

Anteriormente se expuso que una subasta es una licitación en la que la adjudicación se efectúa de forma directa a aquel licitador no temerario que haya propuesto la oferta, únicamente económica, inferior al resto de licitadores.

Las subastas han sido hasta el momento los únicos tipos de licitaciones que se han estudiado en el campo de la predicción. Actualmente existen varios modelos para predecir la probabilidad de ganar con una determinada baja en concursos de adjudicación por subasta [1]. Los modelos de Friedman (1956), de Gate (1967), el de Pim (1974), el de Carr (1982) y el de Skitmore (1991) son algunos ejemplos enumerados por orden de cronológico.

Los modelos listados anteriormente precisan de la asignación de más o menos valores subjetivos y ésta es una carencia grave de los mismos. Los modelos más tempranos consideraban el asunto del éxito como un problema matemático en el que cada concursante tenía una probabilidad de ganar igual a la de sus contrincantes (modelo de Igual probabilidad de Pim), lógicamente no tenía cabida la subjetividad pero tampoco comprende las circunstancias de cada contrato lo cual es una simplificación excesiva (únicamente sería aplicable cuando no se tengan históricos de datos ni referencias de los contrincantes).

Hasta el momento, prácticamente todos los modelos son válidos únicamente para subastas, en las que se calcula la probabilidad de que un licitador sea el más barato para una oferta económica concreta. No permiten obtener resultados acerca de nada más, lo cual es una limitación grave cuando la ponderación de un concurso no es sólo económica sino también técnica.

En aquellas ocasiones en las que, por ejemplo, se busque, tal vez, una segunda posición (a costa de esperar mayor beneficio y con la esperanza de recuperar esa primera posición en la parte técnica de la oferta), estos modelos no resultarían útiles aplicándolos directamente. No obstante, la información que aportan constituye un buen punto de partida.

3. Modelos de predicción actuales

Actualmente cuatro de los modelos propuestos en la literatura de licitaciones pueden incluirse dentro de un modelo más general, difiriendo unos de otros únicamente en la forma en que obtienen la estimación de sus parámetros [7].

La mayoría de la literatura al respecto trata de fijar un precio (hablaremos de precio aunque estrictamente nos estamos refiriendo a la Proposición Económica de cada licitador), x , tal que la probabilidad, $Pr(x)$, de ganar la licitación alcance un nivel deseado. Varios métodos han sido propuestos para predecir $Pr(x)$ y los mismos han sido objeto de una profusa, pero aún inconcluyente, discusión basada en los teóricos méritos de cada método [1].

Hasta la fecha, y en la bibliografía consultada, no existen tests empíricos que hayan sido aplicados, presumiblemente porque no existe aún el tipo de test que pueda cotejar una buena o mala predicción de este tipo de modelos.

Sin embargo, actualmente Wallace, Patrick y Dowe et al [7] en sus artículos de conferencia acerca de "Matemáticas y computadores en Deportes", han implementado el uso de la "Función Logarítmica de Puntuación" para predicciones probabilísticas junto con una nueva forma del test Binomial, con los que están generando nuevas vías en este camino del que, sin duda, queda mucho por recorrer.

3.1. Estudios empíricos previos

De acuerdo con McCaffer en su tesis de 1976 (*Comportamiento de los contratistas licitadores y Predicción del Precio de licitación*) dijo que hay "...evidencias substanciales de que los actuales procesos de licitación son algo más que puro azar" [7].

Pim, uno de los primeros científicos en proponer un modelo de predicción de bajas, en 1974 analizó el número de concursos adjudicados a cuatro compañías norteamericanas indicando que el número medio de proyectos ganados era generalmente proporcional a la recíproca (función inversa) del número de licitadores en competición. Ésta es la proporción que se espera ser ganada por puro azar exclusivamente. Esto sugiere un modelo de "igual probabilidad" en el que la probabilidad de proponer la oferta económica más económica (barata) en una subasta en la que participan " k " licitadores es la recíproca de " k ", es decir, " $1/k$ ".

Varias formulaciones han desarrollado este enunciado inicial para ofrecer una mejora teórica al modelo de igual probabilidad de Pim, ninguno de los cuales ha sido aún probado empíricamente [1] (aunque sería más correcto decir que no se ha publicado literatura científica al respecto; es evidente que, tal vez, diversas empresas privadas sí hayan implementado sus propios modelos de forma particularizada).

Entre los modelos desarrollados, se van a detallar los cuatro principales.

3.2. Modelos de Predicción

Sea x_i una proposición económica efectuada por un licitador para un concurso de licitación y supongamos que la variable x_i se rige por una función: $x_i \sim f_i(\mu_i, \sigma_i)$ en la que μ_i y σ_i representan los diferentes parámetros de posición y escala respectivamente de la distribución de probabilidad f_i en la que se representa la oferta i -ésima.

Si para una licitación concreta, las k ofertas presentadas por los k licitadores son considerados como unas variables aleatorias con una función de densidad de probabilidad continua $f(x_1, x_2, \dots, x_k)$, entonces la probabilidad de que x_1 sea el licitador con proposición económica más barata, $Pr(x_1 \text{ lowest})$ es la siguiente:

$$Pr(x_1 \text{ lowest}) = Pr(x_1 < \text{all } x_i, i \neq 1) = \int_{-\infty}^{x_1} \int_{x_1}^{\infty} \int_{x_1}^{\infty} \dots \int_{x_1}^{\infty} f(x_1, x_2, \dots, x_k) dx_k dx_{k-1} \dots dx_1 \quad (1)$$

Asumiendo independencia, esto se traduce en:

$$Pr(x_1 \text{ lowest}) = \int_{-\infty}^{x_1} f_1(x_1) \prod_{i=2}^k \left[\int_{x_1}^{\infty} f_i(x_i) dx_i \right] dx_1 \quad (2)$$

En este caso el licitador 1 ha sido elegido como el licitador de referencia aunque las fórmulas (1) y (2) pueden ser modificadas claramente para otros licitadores. No obstante, por conveniencia y simplicidad, se continuará refiriéndose al licitador 1 como el licitador de referencia en la notación sucesiva.

Hasta aquí todos los modelos comparten esta base teórica y estadística común, incluyendo la suposición de independencia de las ofertas entre los licitadores. Pasamos a describir a continuación cada uno de los modelos empíricos desarrollados hasta la fecha:

Modelo de igual probabilidad de Pim (1974)

El método de igual probabilidad de Pim predice directamente la probabilidad de cada licitador de ser el más barato con $1/k$, de hecho $Pr(x_1) = Pr(x_2) = \dots = Pr(x_k) = 1/k$ para una

licitación con k licitadores. El mismo resultado es obtenido cuando todas las proposiciones económicas están idénticamente e independientemente distribuidas, es decir, cuando:

$$\begin{aligned} f_1() &= f_2() = \dots = f_k() \\ \mu_1 &= \mu_2 = \dots = \mu_k \\ \sigma_1 &= \sigma_2 = \dots = \sigma_k \end{aligned} \quad (3)$$

Éste es esencialmente el modelo de control representando el puro azar. Una buena estimación, por supuesto, debe mejorar el método de la igual probabilidad por definición. Otra tara de este modelo es que tampoco se puede predecir si el licitador vencedor podría estar empatado con otros licitadores.

Modelo de Friedman (1956)

La aproximación de Friedman consiste en transformar cada x_i dividiéndolo entre la estimación del coste del licitador de referencia (el 1, recordemos) para esa licitación en concreto, c_1 , es decir:

$$x_i^F = x_i / c_1 \quad (4)$$

Donde x_i^F es la variable que propone Friedman para trabajar con las predicciones. Entonces la forma y los otros parámetros de distribución o dispersión para x_i^F son estimados de la distribución de frecuencias de los ratios de x_i^F para cada competidor. Sin embargo a x_1^F se le asignan estos parámetros: $\mu_1 = x^*/c^*$ y $\sigma_1^2 = 0$, donde x^* y c^* son las ofertas de referencia y la estimación del coste del licitador de referencia para la siguiente licitación.

La aproximación de Friedman confía ampliamente en la disponibilidad de datos, las funciones de densidad de probabilidad son ajustadas con los datos de “suficientes contratos previos” en palabras de su autor. Un rango de valores sirven de criterio para determinar este aspecto, es decir, $q=1,2,\dots,30$, donde q denota el número mínimo de encuentros previos entre el licitador de referencia y un competidor específico.

En aquellos casos en que el actual número de encuentros entre el licitador de referencia y un competidor específico haya sido inferior al q asignado, la probabilidad se estima como la media de un suceso, p , del licitador de referencia frente todos los demás licitadores, es decir:

$$\bar{p} = \frac{1}{n'} \sum_{i'=1}^{n'} p(i') \quad (5)$$

donde $p(i')$ es la probabilidad de que la estimación del coste del licitador de referencia sea inferior que la proposición económica del licitador i y n' es el número de encuentros tenidos en licitaciones entre el licitador de referencia y el licitador i concreto.

Esta probabilidad $p(i')$ se aproxima por el ratio del número de licitaciones previas donde la estimación del coste del licitador de referencia fue inferior que la propuesta económica del licitador i , frente al número total de licitaciones en los que el licitador i y el licitador de referencia han concursado como competidores.

Cuando no existen encuentros previos entre un par de licitadores, a cada licitador se le asigna una probabilidad de 0.5 de ser rebasado por debajo con la oferta económica del otro.

Resumiendo el presente modelo: Friedman busca componer una función de probabilidad discreta para cada licitación siguiente. Para esta licitación siguiente calculará los ratios esperados x_i^F para todos sus adversarios (cuando no tenga suficientes datos hará estimaciones como acabamos de ver) e incluirá también el x_1^F del propio licitador que está

prediciendo pero con un valor medio ($\mu_1 = x^*/c^*$, donde c^* lo tendrá calculado por ser el Coste a beneficio cero de la próxima licitación y lo que hará será ir probando con valores diferentes de x^* hasta que la probabilidad de ser la oferta inferior sea suficientemente alta sin ser excesivamente bajo x^*) y sin varianza ($\sigma_1^2 = 0$). Así llega a tener funciones de probabilidad continuas para cada licitador excepto para los que ha hecho simplificaciones por no tener datos. Ahora sólo queda considerar a qué probabilidad se quiere llegar para estar por debajo en precio de todos los demás adversarios. Se trata pues cada adversario uno a uno y se agrega la probabilidad de estar por debajo de sus ofertas (esto es, si se hace memoria, la parte correspondiente al productorio de la ecuación (2)).

Modelo de Gate (1967)

La aproximación de Gate consiste en estimar $Pr(x_1 \text{ lowest})$ directamente con la fórmula:

$$Pr(x_1 \text{ lowest}) = \left[\sum_{i=2}^k \frac{1 - p(i')}{p(i')} + 1 \right]^{-1} \quad (6)$$

Donde $p(i')$ es la probabilidad de que el coste estimado del licitador de referencia permanezca inferior a la proposición del licitador i , como describimos en el modelo de Friedman. Se puede observar que es el mismo resultado si, y sólo si, la función $f_i(x_i)$ es logarítmica. No obstante esta aproximación también es bastante precisa cuando se asumen Normalidad y Homogeneidad (iguales varianzas).

Tal como dice su autor, este modelo se recomienda en situaciones en las que hay suficientes datos de licitaciones referidos a cada licitador en una tipología de contrato similar. Como en el modelo de Friedman, un rango de valores q son elegidos y se calculan las $p(i')$ de la misma forma que en el método de Friedman en aquellos casos en los que no tenemos suficientes datos para un licitador i concreto.

Modelo de Carr (1982)

Carr emplea la transformación de Friedman para x_i y x_1 donde, además, x_1 es también sustituido por c_1 , (es decir se introduce en el análisis la oferta del licitador de referencia con un precio igual al de su coste) resultando en esta inusual transformación:

$$x_i^C = c_i / \bar{c}_1 \quad (7)$$

en la que el denominador y el numerador se asume que son variables aleatorias separadas e independientes. La arbitraria asunción de que x_i^F y x_i^C se distribuyen de forma Normal y homogénea (varianzas iguales) permite entonces la consiguiente estimación de los parámetros requeridos de frecuencia y distribución del conjunto de los ratios x_i^F .

Modelo de Skitmore (1991)

La aproximación de Skitmore emplea estimaciones de máxima probabilidad para ajustar el modelo $y_{ij} \sim N(\alpha_i + \beta_j, s_i^2)$ a los valores transformados $y_{ij} = \ln(x_{ij} - m x_{(1)j})$ donde: m es una constante con valores entre $0.5 < m < 0.9$; $x_{(1)j}$ es el valor de la proposición económica más baja para la licitación j -ésima; y $N(\cdot)$ es la Función de densidad de la distribución Normal. El parámetro α_i es un parámetro de localización (una especie de media, aunque no se puede hablar como tal de "media" puesto que su distribución, para ser definida por una función, precisa de varias transformaciones paramétricas y logarítmicas) del licitador i y el parámetro β_j es un parámetro de las características del contrato.

La predicción de la probabilidad para y_1 es entonces obtenida sustituyendo las estimaciones de α_i y s_i (desviación típica de la muestra de análisis) por μ_i y σ_i respectivamente en esta expresión:

$$\Pr(y_1) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{e^{-\frac{y_1^2}{2}}}{\sqrt{2\pi}} \cdot \prod_{i=2}^n \left[\int_{y_i = \frac{\sigma_1 y_1 + \mu_1 - \mu_i}{\sigma_i}}^{\infty} \frac{e^{-\frac{y_i^2}{2}}}{\sqrt{2\pi}} dy_i \right] dy_1 \quad (8)$$

El método, no obstante, es difícil de aplicar con esta fórmula ya que incluye una estimación adicional de $x_{(1)}$ (esto se traduce en cálculos por iteraciones sucesivas).

Más recientemente, Skitmore y Pemberton, en 1994 [8], han sorteado este problema recurriendo sencillamente a una transformación logarítmica, es decir, $x_i^S = \ln x_i$.

En los casos en los que existen menos de q -datos de un licitador competidor, a este licitador se le asigna una media α y un valor s .

El modelo de Skitmore guarda la información de los licitadores como un simple punto de datos (una oferta i en una licitación j) y con un valor medio α obtenido en esa licitación j .

Este modelo es radicalmente distinto del resto y tiene una base estadístico-matemática muy sólida. Su creador demuestra que duda acerca de las propiedades estadísticas de los ratios con los que funcionan los demás modelos [8] por lo que propone su modelo en el que busca distribuciones estadísticas normales y log-normales que ayuden a predecir la variación de sus parámetros adimensionales. La aplicación práctica de cada ocasión en la que se desea predecir una proposición económica inferior a la de los competidores implica un laborioso proceso iterativo en el que se deben recalcular todos los parámetros de nuevo, no obstante el modelo no precisa de aportaciones subjetivas, como por ejemplo efectuar comparativas con costes de un licitador concreto, lo cual es una considerable ventaja, especialmente si se desea estimar valores probables de aperturas futuras a partir de valores de aperturas en las que el licitador no participó.

3.3. Investigaciones más recientes

Actualmente se están comenzando a analizar las distancias entre los contratos de menor precio y los de segundo menor precio [9]. Este tipo de correlaciones, si bien no tiene una aplicación práctica inmediata, sirven para analizar márgenes de seguridad a la hora arriesgar, para planificar estrategias en contratos que no se adjudican únicamente por subasta al menor precio, etc.

Al mismo tiempo no se cesa de buscar correlaciones entre diferentes características de los contratos para permitir extrapolar predicciones de contratos de una tipología concreta a partir de la información obtenida en otros diferentes [1, 2].

En cuanto a los métodos gráficos se están comenzando a probar modelos como el de Raftery [10]. Raftery sugirió en 1993 que la estimación de los costes de los proyectos podían ser representados en forma de distribuciones de probabilidad acumuladas (actualmente llamadas "Curvas Raftery"). Se busca proponer la construcción de curvas de este tipo para predecir precios de contratos.

Desde un punto de vista práctico, algunas mejoras son necesarias en este método. En primer lugar, el propósito de las curvas Raftery es el de proporcionar información para un contrato específico y, más aún, construir curvas con este método, con lo que datos de diferentes contratos deben ser agregados. Efectivamente, los datos deben ser restringidos a una muestra en la que, digamos, se mantengan unas condiciones homogéneas. Esto llevaría a una curva más representativa pero con menos datos, por lo que al final también sería menos precisa. En segundo lugar muy pocas empresas disponen de información suficiente para poder agregarla y utilizarla directamente en el análisis.

Para efectuar una contabilización más general, es necesario considerar el área de conocimiento de la predicción de bajas en construcción y la escasa teoría que existe en

torno a este tema. Hasta la fecha el énfasis principal se ha centrado en estos aspectos: tamaño del contrato, tipología, ubicación geográfica, sistema de adjudicación y número de licitadores, así como en algunos aspectos circunstanciales como el clima económico general, pero con resultados difusos [10]. De todos estos aspectos, el efecto más recurrente es, quizás sorprendentemente, el número de licitadores [3, 10].

4. Conclusiones y Discusión

4.1. Acerca de los modelos de predicción

En términos de predicción estricta, los análisis efectuados hasta la fecha demuestran que los modelos de Carr y el de Skitmore son los mejores, haciéndose mejor el de Skitmore para grandes muestras de datos [7]. En general los modelos de Friedman y de Gate son bastante peores, aún así siguen siendo útiles en comparación con el modelo de igual probabilidad de Pim, ya que mejoran la frecuencia de aciertos [7]. Un problema es que los modelos más débiles tienden a ser muy influenciados por los empates en las licitaciones las cuales no se asimilan adecuadamente.

No obstante es importante destacar que, en todos los artículos consultados, sólo se dispone de bases de datos de licitaciones con varios licitadores y un licitador con precio mínimo. Los estadistas que manejan y revisan estos datos para realizar los análisis y comparar los modelos predictivos no disponen, en realidad, de los parámetros como el coste real de una obra o proyecto para cada licitador, ni siquiera tienen el coste real para al menos un licitador. Lógicamente con esta ausencia de datos, para los modelos que emplean este valor en sus ratios (casi todos, menos el de Skitmore), los analistas se ven obligados a tomar otros valores para sustituirlos. El valor mínimo ofertado suele ser el valor habitual con el que se sustituye al coste real de ejecución en los modelos con ratios, pero, como se puede deducir, esta sustitución tiene consecuencias: la capacidad predictiva de estos modelos que funcionan con ratios se debilita, pero no sabemos cuantificar en qué medida, dado que no existen estimadores de la robustez de las predicciones.

El acceso a información sobre licitaciones es relativamente sencillo incluso vía web. Eso beneficia al modelo de Skitmore que sólo trabaja con esas variables. Las empresas que utilizan los otros modelos, no suelen compartir su información acerca de los costes reales de sus proyectos, con lo que no existen bases de datos para poder cotejar en igualdad de condiciones todos los modelos.

4.2. Acerca de las futuras líneas de investigación

En lo que al estado del arte contenido en este trabajo se refiere, se dirá que éste área de conocimiento relativo a la predicción de bajas en licitaciones puede ampliarse con el desarrollo de modelos más sofisticados que [7]:

- Permitan estimaciones de la covarianza en modelos en los que se agreguen datos de licitaciones con características distintas.
- Puedan manejar una variedad de incertidumbres en la identidad y/o número de licitadores para la licitación a pronosticar
- Permitan la introducción de otros factores influyentes como la tipología de contrato, su volumen económico y su ubicación geográfica.
- Tengan en cuenta las condiciones cambiantes del mercado y los comportamientos en las licitaciones.
- Permitan diferentes criterios de selección, por ejemplo, a la segunda oferta más baja.

4.3. Acerca del uso actual de los modelos en España

En general se podría decir, que, al menos en España, este tipo de modelos son prácticamente desconocidos, incluso para profesionales cuyo área profesional se remite casi exclusivamente a la preparación de estudios para licitaciones públicas y/o privadas.

Los motivos por los que este tipo de modelos permanecen ignorados, en nuestro país al menos, podría provenir de muchas y diferentes causalidades. Sin entrar en un análisis exhaustivo de cuáles pueden ser las predominantes, el autor considera exponer algunas que considera más plausibles:

Los estudios de ingeniería, al menos en construcción, no suelen contemplar las licitaciones como un área de la ingeniería. La formación en Estudios o Licitaciones es muy reducida y más bien de carácter indirecto, cuando la realidad es que también requiere de una metodología y una formación técnica particular. Resulta curioso que para ser un área profesional, en la que acaba un significativo porcentaje de ingenieros o técnicos, se le preste tan poca atención. Si bien tiene sus fuertes conexiones con los proyectos y la construcción, precisa del conocimiento de otras disciplinas como legislación, contratación, organización e incluso de conocimientos económicos, superiores a los de proyectos y construcción.

Otra posible causa podría ser que, actualmente, prácticamente todos los técnicos que se dedican a estudios (y que suelen ajustar su número final en cada licitación) suelen ser personas con muchos años de experiencia y, necesariamente, con cierta edad. La estadística se enseña desde hace relativamente pocos años en las escuelas de ingeniería y también es una asignatura que se olvida con cierta facilidad de no recurrir a ella regularmente, por lo que aquellos técnicos relativamente jóvenes que la aprendieron, habrán perdido la capacidad de usarla puesto que su vida profesional en la construcción habrá requerido de un uso muy escaso de herramientas estadísticas.

Como otro motivo favorecedor del no empleo de estos modelos es la habitual tendencia a rechazar lo que no se comprende cómo funciona y especialmente lo que en fases tempranas de uso requiere de tiempo, que al final se traduce en recursos y dinero aparentemente malgastados a los ojos de aquellos que tienen que promover verdaderamente este tipo de herramientas.

Se puede decir también que los modelos de predicción más avanzados son relativamente jóvenes. En un ámbito de investigación tal edad podría parecer muy elevada, pero en la construcción (en la que los propios métodos constructivos llegan con decenas de años de retraso de países a otros), no es raro pensar que no ha transcurrido el suficiente tiempo desde su génesis para que su difusión sea apreciable.

Como última causa propuesta se apuntará la existencia de un secretismo elevado en el área de la predicción y pocos datos contrastados con la práctica (excepto los publicados por el profesor Skitmore). Lógicamente, aquellos técnicos o empresas que han empleado los modelos no obtienen beneficio alguno publicando sus resultados, más bien lo contrario: que licitadores competidores mejoren sus predicciones tendería a empeorar indirectamente las de los otros licitadores.

4.4. Discusión sobre la utilidad de la predicción de bajas

Cuando se habla de la existencia de modelos que facilitan la predicción de bajas económicas la respuesta de otros técnicos suele ser evidenciar una mezcla de escepticismo, humor y desprecio hacia este tipo de herramientas.

Efectivamente la predicción de bajas que lleva a presentar una oferta económica concreta a una licitación futura no supone una respuesta única y unívoca. Precisa de dividir la predicción en varias etapas, de disponer de información de calidad y saber manejarla para

utilizar la apropiada en cada caso concreto, en tomar decisiones acerca de márgenes de error o intervalos de confianza en los que un pronóstico pueda situar a priori la oferta de una empresa, en cotejar la realidad posterior con lo pronosticado, etc y todo esto, por supuesto, nunca permitirá obtener una seguridad elevada de generar una predicción acertada, sino que permitirá obtener únicamente un margen de conocimiento adicional con el que mejorar la propia efectividad de contratación.

Con esto se puede concluir que, en mayor o menor medida, siempre que sea coherente con la información a emplear, un modelo suele mejorar la capacidad de orientar las bajas a proponer y esto resulta sumamente atractivo, especialmente en la actualidad en la que es habitual competir con una gran cantidad de licitadores en los concursos y subastas públicas.

No obstante, los modelos no están carentes de problemas y desventajas:

- Requieren técnicos con conocimientos de estadística. Si bien no son necesarios conocimientos muy elevados para utilizarlos, sino más bien sentido común acerca de qué datos cribar para introducir a los modelos escogidos.
- Requieren un período en el que se deberá calibrar el modelo, observando cómo se acerca o se alejan sus predicciones de la realidad. Este tiempo necesario y los recursos empleados se traducen en coste, al menos hasta que se mejoran los resultados de contratación.
- Es difícil cuantificar cómo ha mejorado el porcentaje de contratación de una empresa puesto que sólo existe una situación: o “se está usando el modelo” o “no se está usando el modelo”, es decir, no se puede comparar.
- Requieren información constante y actualizada, cosa no siempre disponible porque o bien la empresa no se preocupa por tenerla o bien no se preocupa de su adecuada gestión.
- Para finalizar y como se dijo anteriormente, no se debe esperar que un modelo matemático maneje variables que no son matemáticas, como por ejemplo las alianzas, las preferencias de la administración, etc.

Referencias

- [1] Skitmore R.M. “Predicting the probability of winning sealed bid auctions: the effects of outliers on bidding models.” *Construction Management and Economics*. Vol. 22, 2004, pp. 101 – 109.
- [2] Carr P.G. “Investigation of Bid Price Competition Measured through Prebid Project Estimates, Actual Bid Prices, and Number of Bidders.” *Journal of Construction Engineering and Management*. Vol. 131, 2005, pp. 1165-1172.
- [3] Ngai S.C.; Derek S., Drew; H.P. and Skitmore R.M. “A theoretical framework for determining the minimum number of bidders in construction bidding competitions.” *Construction Management and Economics*. Vol. 20, 2002, pp. 473 – 482.
- [4] Lowe D.J. and Parvar J. “A logistic regression approach to modelling the contractor's decision to bid.” *Construction Management and Economics*. Vol. 22, 2004, pp. 643 – 653.
- [5] Liu M. and Ling Y.Y. “Modeling a Contractor's Markup Estimation.” *Journal of Construction Engineering and Management*. Vol. 131, 2005, pp. 391-399.
- [6] Dulaimi M.F. and Shan H.G. “The factors influencing bid mark-up decisions of large- and medium-size contractors in Singapore.” *Construction Management and Economics*. Vol. 20, 2002, pp. 601-610.

- [7] Skitmore R.M. "The probability of tendering the lowest bid in sealed auctions: an empirical analysis of construction data." *Journal of the Operational Research*. Vol. 53, 2002, pp. 47-56.
- [8] Skitmore R.M. "The contract bidder homogeneity assumption: an empirical analysis." *Construction Management and Economics*. Vol. 9, 1991, pp. 403-429.
- [9] Skitmore R.M., Drew D.S. and Ngai S. "Bid-spread." *Journal of Construction Engineering Management*. Vol.127, 2001, pp. 149-153.
- [10] Skitmore R.M. "Raftery curve construction for tender price forecast." *Construction Management and Economics*. Vol. 20, 2002, pp. 83-89.

Agradecimientos

La presente comunicación ha sido elaborada en colaboración entre el Departamento de Proyectos de Ingeniería de la Universidad Politécnica de Valencia y Depuración de Aguas del Mediterráneo, por lo que se quiere agradecer la inestimable ayuda prestada a los doctores y profesores de la UPV D^a. M^a Carmen Gonzalez-Cruz y D. Juan Pascual Pastor Ferrando.

Correspondencia (Para más información contacte con):

Depuración de Aguas del Mediterráneo S.L. Departamento de Construcción.
Calle Guglielmo Marconi nº11, 2º piso, despacho 19 Parque Tecnológico 46980 Paterna (Valencia)
Spain. Phone: +34 96 352 09 22 Fax: +34 96 353 12 25
E-mail : pablo.ballesteros@dam-aguas.es URL: <http://www.dam-aguas.es>