

## ASSESSING SCORING AND POSITION PERFORMANCE OF BIDDERS IN CAPPED TENDERING

Ballesteros-Pérez, Pablo<sup>1</sup>; González-Cruz, M<sup>a</sup> Carmen<sup>2</sup>; Fernández-Diego, Marta<sup>2</sup>;  
Pellicer, Eugenio<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Talca, <sup>2</sup> Universitat Politècnica de València,

Research in Bid Tender Forecasting Models (BTFM) has been in progress since the 1950s. None of the developed models were easy-to-use tools for effective use by bidding practitioners because the advanced mathematical apparatus and massive data inputs required.

This scenario changed in 2012 with the development of a BTFM by Ballesteros-Pérez et al. This model contained three graphs that enabled any project manager to study competitors using a relatively short historical tender dataset. However, despite the advantages of this new model it was necessary to study all the auction participants as an indivisible group, that is, the BTFM was not devised for analyzing, particularly, the behavior of a single bidding competitor or a subgroup.

The present paper presents a methodology for studying a single bidder's or subgroup of bidders' behavior by means of analyzing their previous tender score and position performances. This methodology greatly complements the Ballesteros-Pérez et al.'s 2012 BTFM.

**Keywords:** *Bid; Tender; Auction; Construction; Score; Forecast*

## EVALUANDO LA ACTUACIÓN DE LOS LICITADORES EN CUANTO A SUS POSICIONES Y PUNTUACIONES EN LICITACIONES CON IMPORTE TIPO DE SALIDA

La investigación en Modelos de Predicción de Ofertas en Licitaciones ha estado en avance desde la década de los 50. Ninguno de los modelos desarrollados constituía una herramienta sencilla de utilizar de forma efectiva por profesionales de la licitación como consecuencia de los avanzados aparatos matemáticos y su gran volumen de información.

En 2012 se desarrolló un nuevo Modelo de Predicción de Ofertas por Ballesteros-Pérez et al. Este modelo contenía una serie de tres gráficos que permitían a cualquier Director de Proyectos estudiar a los competidores utilizando un relativamente pequeño conjunto de datos de licitaciones. Sin embargo, a pesar de las ventajas de este nuevo modelo, era necesario estudiar a todos los participantes en la licitación como un grupo indivisible, es decir, el Modelo en sí no estaba concebido para analizar, particularmente, el comportamiento de cada licitador competidor de forma individual, ni tampoco como subgrupos.

Este artículo presenta una metodología para estudiar el comportamiento de un licitador aislado o el comportamiento de un subgrupo de licitadores por medio del análisis de sus puntuaciones y posiciones previamente conseguidas en licitaciones del pasado. Esta metodología complementa en gran medida el Modelo de Predicción de Ofertas desarrollado por Ballesteros-Pérez et al. en 2012.

**Palabras clave:** *Oferta, Licitación; Subasta; Construcción; Puntuación; Predicción*

## 1. Introducción

La investigación en el área de modelos de estrategias para licitación ha ido en aumento desde los años 50 (Rothkopf 1969; Näykki 1976; Engelbrecht-Wiggans 1980; Engelbrecht-Wiggans 1989; Naoum 1994; Rothkopf, Harstad 1994; Deltas, Engelbrecht-Wiggans 2005; Dikmen et al. 2007; Lo et al. 2007; Harstad, Saša Pekec 2008; Ye et al. 2008). Muchos de estos modelos predicen la probabilidad de ganar una subasta (Näykki 1976; Engelbrecht-Wiggans 1980), o de ser el adjudicatario de un proyecto (Vergara 1977; Ravanshadnia 2010). Sin embargo, muchos de ellos están basados en teoría de juegos, análisis de decisión multicriterio y conceptos de investigación operativa de difícil aplicación en el mundo de la empresa, debido a la complejidad de las formulaciones matemáticas que conllevan (Engelbrecht-Wiggans 1980; Rothkopf, Harstad 1994; Harstad, Saša Pekec 2008).

No obstante el problema en estudio requiere todavía mucho análisis, dado que cada vez son más los criterios técnicos y económico-financieros que están presentes en un concurso público (Näykki 1976; Engelbrecht-Wiggans 1980; Rothkopf, Harstad 1994; Fayek 1998; Skitmore et al. 2001; Skitmore 2002; Skitmore 2004; Harstad, Saša Pekec 2008).

El presente trabajo construye una metodología para estudiar un competidor o un subgrupo de los competidores en una licitación, complementando el modelo Smartbid (Ballesteros-Pérez et al. 2013b), el cual permite a los licitantes posicionar sus ofertas, mediante procedimientos estadísticos basados en experiencias previas de licitación que comparten la misma fórmula económica de puntuación (ESF).

## 2. Estado del arte

Las primeras referencias en este campo aluden a Modelos teóricos de Licitación (véase Stark, 1979 Rothkopf, para una bibliografía temprana), las cuales se basan en lo que denominan “hipótesis estadísticas”.

Los análisis de Pim (1974), y modelos de McCaffer and Pettitt (1976), Mitchell (1977), Carr (1982) y Skitmore (1991), se basan en el mismo modelo estadístico pero difieren en sus suposiciones en relación a las especificaciones concretas del contrato.

No obstante, desde 1991 no hay aportes relevantes en Modelos de predicción en licitaciones (BTFMs), hasta que Ballesteros-Pérez et al (2012a; 2012b; 2013a) generó el modelo Smartbid para los profesionales de la licitación. Este modelo consta básicamente de tres tipos de gráficos: el gráfico de curvas de iso-puntuación (iSCG), los gráficos de probabilidad de puntuación (SPG) y el gráfico de probabilidad de posición (PPG); y resuelve las principales limitaciones encontradas en modelos anteriores de predicción en licitaciones.

Sin embargo, el mayor defecto del BTFM anterior es que es necesario estudiar al conjunto de competidores como un grupo indivisible, dado que no ha sido concebido para analizar el comportamiento de un solo competidor o un subgrupo concreto de competidores. La metodología propuesta en esta comunicación aborda y soluciona parcialmente esta limitación.

## 3. Definiciones básicas

A continuación se describen algunos conceptos que pueden clarificar la exposición de la metodología:

Fórmula de puntuación económica (Economic Scoring Formula, ESF), es la expresión matemática que asigna un valor numérico de puntuación a cada ofertante, y también la

encargada de determinar qué ofertas son anormales (por ejemplo, demasiado altas, o demasiado bajas).

Baja del licitador  $i$  ( $D_i$ ). Matemáticamente expresado en la ecuación (1)

$$D_i = 1 - \frac{B_i}{A} \quad (1)$$

Donde  $D_i$  es el descuento sobre el precio inicial del contrato;  $B_i$  es la oferta del ofertante  $i$  expresada en moneda, y  $A$  es el precio de licitación.

Las puntuaciones de los licitadores se obtienen mediante la ESF y las ofertas de los competidores ( $B_i$ ) en valores monetarios o transformando las ofertas en bajas ( $D_i$ ) en valores en tanto por uno. Sin embargo, para la comparación de propuestas en licitaciones diferentes con precio inicial ( $A$ ) propuesto por la autoridad contratante, es generalmente preferible usar bajas ( $D_i$ ) en lugar de las propuestas en valor monetario ( $B_i$ ).

“Parámetros de puntuación” (SP) son las variables que utiliza la fórmula económica de puntuación (ESF) y son calculados a partir de la distribución de ofertantes en una licitación. Los principales parámetros son: Baja media ( $D_m$ ), Baja máxima ( $D_{max}$ ); Baja mínima ( $D_{min}$ ); desviación estándar de las bajas ( $\sigma$ ); y baja anormal o temeraria ( $D_{abn}$ ).

#### 4. Revisión de Pliegos de licitaciones

Se revisaron 120 pliegos (Ballesteros-Pérez (2010), Apéndice I), con objeto de tener de un conjunto de datos representativos de concursos y subastas, tanto de administraciones públicas como de empresas privadas, así como de diferentes tipos de obras (ingeniería civil, servicios, etc.)

La herramienta presentada en este trabajo funciona bien con licitaciones con importe tipo de salida, es decir, que se puedan expresar en bajas en tanto por uno, aunque se entiende que la metodología expuesta debería funcionar igualmente en licitaciones sin importe tipo de salida, si bien este extremo no ha sido probado empíricamente.

#### 5. Evaluando el rendimiento de puntuación y posición de un único licitador

Esta sección describe cómo medir el rendimiento de la licitación de un ofertante, con respecto a los niveles de puntuación alcanzados ( $S_i$ ), así como sus posiciones ocupadas ( $j$ ) entre el número total de los ofertantes ( $N$ ) en cada encuentro anterior. Por lo tanto, ambas variables absolutas: puntuación ( $S_i$ ) y posiciones ( $j$ ) del licitador  $i$ , se expresan como variables relativas  $S_i^*$  y  $j^*$ , respectivamente, con valores que oscilan entre 0 y 1.

Como paso previo necesario para obtener el rendimiento final del licitador a través de las variables  $S_i^*$  y  $j^*$ , deberán recogerse registros precedentes de licitaciones en las que participó el ofertante estudiado. Una vez analizados los datos históricos, las variables relativas ( $S_i^*$  y  $j^*$ ), pueden ajustarse a distribuciones beta (también desde 0 a 1).

El apartado siguiente muestra cómo combinar las evaluaciones varios ofertantes para realizar el estudio por subgrupos.

##### 5.1. Recolección de licitaciones pasadas

En un primer paso, se identificaron las propuestas expresadas en bajas de un ofertante  $i$  ( $D_i$ ), sus puntuaciones obtenidas ( $S_i$ ), y la posición que ocupó ( $j$ ) en un conjunto de licitaciones.

Cada oferta debe incluir un registro de, al menos, los siguientes datos: código de licitación, identificación (ID); fecha de licitación; naturaleza del trabajo; oferta económica; número de ofertantes (N); número de ofertantes considerados anormalmente bajos ( $N_{abn}$ ); Baja media ( $D_m$ ); Baja máxima ( $D_{max}$ ); Baja más alta, sin ser anormalmente alta ( $D^*_{max}$ ); Baja mínima ( $D_{min}$ ); y Baja anormal ( $D_{abn}$ ).

En el siguiente ejemplo numérico, en primer lugar, se calcula la eficiencia de puntuación y posición del ofertante, el cual se ha denominado "ofertante 1". El objetivo es, por tanto, calcular el rendimiento del ofertante 1 en licitaciones para la construcción de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR) con presupuestos comprendidos entre 1 y 8 millones de Euros.

La Tabla 1 presenta un subconjunto de datos reales, homogéneos, de 9 licitaciones. Cabe señalar una variable particularmente importante de la Tabla 1: la "tasa de participación", que es el número de ofertas en las que participó el licitador bajo estudio, dividido por el número total de ofertas analizadas.

**Tabla 1. Estimación de los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$  de las distribuciones beta que modelizan la puntuación ( $S_i^*$ ) y posición ( $j^*$ ) relativas del ofertante 1**

Bidder's name:	DAM	Tenders entered:	8	Particip. rate:	0.889	ESF:	$S_i = [1 - ((D^*_{max} - D_i) / (D^*_{max} - D_{min}))] * S_{max}$
Max pos. Score ( $S_{max}$ ):	50	Tenders abnorm.:	1	Abnormality rate:	0.125	ALBC:	$D_{abn} = 1 - (1 - 0,05) * (1 - D_m)$
Total tenders anal.:	9						

Tender Code	ID	N	$N_{abn}$	$D_{max}$	$D^*_{max}$	$D_m$	$D_{min}$	$D_{abn}$	$D_i$	Position (j)	Scor. ( $S_i$ )	$S_i^*$	$j^*$
CT08000389	8	22	5	0.2732	0.2109	0.1813	0.0514	0.2222	0.2066	7	48.65	0.9730	0.7143
CT07002822	18	14	2	0.2367	0.2146	0.1854	0.1028	0.2261	0.2311	2	Abnormal	0.0000	0.9231
CT07002921	19	14	1	0.2833	0.2562	0.2262	0.1818	0.2648	0.2287	3	31.51	0.6302	0.8462
CT07002108	24	22	4	0.2390	0.2082	0.1765	0.0955	0.2177	0.2037	6	48.00	0.9601	0.7619
CT07001934	27	16	3	0.2200	0.1700	0.1277	0.0325	0.1714	-	-	-	-	-
CT07001972	28	10	2	0.2800	0.2435	0.2097	0.1550	0.2492	0.2022	6	26.67	0.5333	0.4444
CT07002052	29	9	3	0.2985	0.2654	0.2361	0.1489	0.2743	0.1489	9	0.00	0.0000	0.0000
CT07001903	33	9	2	0.1500	0.1222	0.0855	0.0105	0.1312	0.1222	3	50.00	1.0000	0.7500
CT07001602	36	9	2	0.2450	0.1564	0.1199	0.0374	0.1639	0.1033	5	27.69	0.5538	0.5000

Average : 13.8889

Desvest: 5.2784

Average : 0.5813 0.6175

Variance : 0.1442 0.0773

$\alpha$ : 0.3999 1.2690

$\beta$ : 0.2881 0.7861

**Observation:** When a bidder is considered as 'abnormal',  $S_i^* = 0$  while  $j^*$  includes abnormal positions.

## 5.2. Cálculo del rendimiento en cuanto a puntuación y posición de un único licitador.

A partir de los datos anteriores, se pueden calcular  $S_i^*$  y  $j^*$  para cada licitación, usando las ecuaciones 2 y 3.

$$S_i^* = \frac{S_i}{S_{max}} \quad (2) \quad ; \quad j^* = \frac{N - j}{N - 1} \quad (3)$$

Cada variable puede ajustarse a una distribución beta de parámetros  $\alpha$  and  $\beta$ , los cuales se calculan según las ecuaciones 4 y 5 en función de la media ( $\bar{x}$ ) y varianza ( $v$ ) de todos los valores calculados, respectivamente.

$$\alpha = \bar{x} \left( \frac{\bar{x}(1 - \bar{x})}{v} - 1 \right) \quad (4) \quad ; \quad \beta = (1 - \bar{x}) \left( \frac{\bar{x}(1 - \bar{x})}{v} - 1 \right) \quad (5)$$



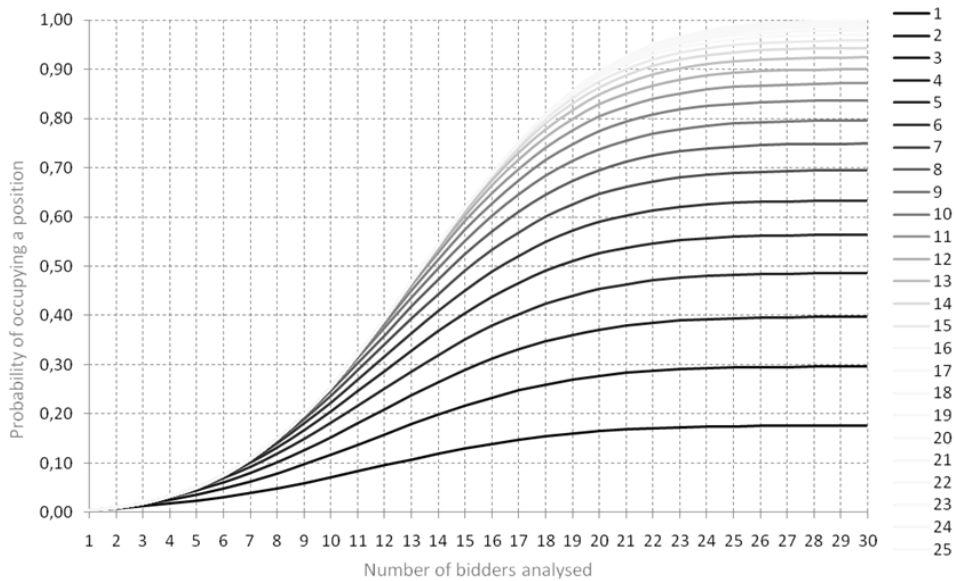
Por ello se realizan una serie de cálculos a continuación dirigidos a obtener la figura 3, la cual desarrolla el cálculo de las probabilidades de superar todas las posiciones posibles en una futura licitación para un mismo licitador. Este gráfico incluye implícitamente los cálculos sobre el número probable de ofertantes N (teóricamente, de 1 a +inf) y la posibilidad de que el ofertante bajo estudio, ocupe cualquier posición posible, cuya distribución beta  $j^*$  es ahora conocida.

**Tabla 3. Análisis de rendimiento de posición (j) de un único ofertante para una licitación futura**

N		Average (Nm): 13.889					Desvest (No): 5.278					j*		α: 1.269		β: 0.786									
N	1	2	3	4	5	...	25	26	27	28	29	30	Prob N-0.5	0.0056	0.0095	0.0155	0.0245	0.0376	...	0.9778	0.9861	0.9916	0.9950	0.9972	0.9984
Prob N+0.5	0.0095	0.0155	0.0245	0.0376	0.0560	...	0.9861	0.9916	0.9950	0.9972	0.9984	0.9992	Prob N	0.0039	0.0060	0.0090	0.0131	0.0184	...	0.0083	0.0055	0.0035	0.0021	0.0013	0.0007
Weight N	0.0039	0.0061	0.0091	0.0132	0.0185	...	0.0083	0.0055	0.0035	0.0022	0.0013	0.0007	j	Pj = (N-j)/N											N+3σ
1	0.0000	0.5000	0.6667	0.7500	0.8000	...	0.9600	0.9615	0.9630	0.9643	0.9655	0.9667	2	0.0000	0.0000	0.3333	0.5000	0.6000	...	0.9200	0.9231	0.9259	0.9286	0.9310	0.9333
2	0.0000	0.0000	0.0000	0.2500	0.4000	...	0.8800	0.8846	0.8889	0.8929	0.8966	0.9000	3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2000	...	0.8400	0.8462	0.8519	0.8571	0.8621	0.8667
3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	...	0.8000	0.8077	0.8148	0.8214	0.8276	0.8333	4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	...	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000
4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	...	0.0000	0.0385	0.0741	0.1071	0.1379	0.1667	5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	...	0.0000	0.0000	0.0370	0.0714	0.1034	0.1333
5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	...	0.0000	0.0000	0.0000	0.0357	0.0690	0.1000	25	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	...	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0345	0.0667
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	26	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	...	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0333
25	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	...	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	26	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	...	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0333
26	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	...	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	27	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	...	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0333
27	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	...	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	28	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	...	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0333
28	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	...	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	29	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	...	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0333
29	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	...	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	30	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	...	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0333
30	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	...	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	j	Prob j* > Pj											
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1	1.0000	0.6611	0.4936	0.3984	0.3366	...	0.0969	0.0940	0.0913	0.0887	0.0863	0.0841
25	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	...	1.0000	0.9878	0.9719	0.9549	0.9376	0.9203	2	1.0000	1.0000	0.8032	0.6611	0.5639	...	0.1664	0.1614	0.1567	0.1523	0.1482	0.1444
26	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	...	1.0000	1.0000	0.9884	0.9731	0.9569	0.9402	3	1.0000	1.0000	1.0000	0.8651	0.7492	...	0.2277	0.2209	0.2145	0.2086	0.2030	0.1978
27	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	...	1.0000	1.0000	1.0000	0.9889	0.9743	0.9587	4	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.8991	...	0.2840	0.2756	0.2677	0.2603	0.2534	0.2469
28	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	...	1.0000	1.0000	1.0000	0.9894	0.9754	0.9594	5	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	...	0.3366	0.3267	0.3175	0.3088	0.3007	0.2930
29	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	...	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9898	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
30	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	...	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	j	(Prob j* > Pj)*Weight N											
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1	0.0039	0.0040	0.0045	0.0053	0.0062	...	0.0008	0.0005	0.0003	0.0002	0.0001	0.0001
25	0.0039	0.0061	0.0091	0.0132	0.0185	...	0.0083	0.0054	0.0034	0.0021	0.0012	0.0007	2	0.0039	0.0061	0.0073	0.0087	0.0104	...	0.0014	0.0009	0.0005	0.0003	0.0002	0.0001
26	0.0039	0.0061	0.0091	0.0132	0.0185	...	0.0083	0.0055	0.0035	0.0021	0.0012	0.0007	3	0.0039	0.0061	0.0091	0.0114	0.0138	...	0.0019	0.0012	0.0008	0.0004	0.0003	0.0001
27	0.0039	0.0061	0.0091	0.0132	0.0185	...	0.0083	0.0055	0.0035	0.0022	0.0013	0.0007	4	0.0039	0.0061	0.0091	0.0132	0.0166	...	0.0024	0.0015	0.0009	0.0006	0.0003	0.0002
28	0.0039	0.0061	0.0091	0.0132	0.0185	...	0.0083	0.0055	0.0035	0.0022	0.0013	0.0007	5	0.0039	0.0061	0.0091	0.0132	0.0185	...	0.0028	0.0018	0.0011	0.0007	0.0004	0.0002
29	0.0039	0.0061	0.0091	0.0132	0.0185	...	0.0083	0.0055	0.0035	0.0022	0.0013	0.0007	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
30	0.0039	0.0061	0.0091	0.0132	0.0185	...	0.0083	0.0055	0.0035	0.0022	0.0013	0.0007	j	Cumulative by rows (Prob j* > Pj)*Weight N											
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1	0.0039	0.0079	0.0124	0.0176	0.0239	...	0.1749	0.1754	0.1758	0.1759	0.1761	0.1761
25	0.0039	0.0099	0.0190	0.0323	0.0507	...	0.9868	0.9923	0.9957	0.9977	0.9989	0.9996	2	0.0039	0.0099	0.0173	0.0260	0.0364	...	0.2940	0.2949	0.2954	0.2958	0.2959	0.2960
26	0.0039	0.0099	0.0190	0.0323	0.0507	...	0.9868	0.9923	0.9958	0.9979	0.9991	0.9998	3	0.0039	0.0099	0.0190	0.0305	0.0443	...	0.3944	0.3956	0.3963	0.3968	0.3971	0.3972
27	0.0039	0.0099	0.0190	0.0323	0.0507	...	0.9868	0.9923	0.9958	0.9980	0.9992	0.9999	4	0.0039	0.0099	0.0190	0.0323	0.0489	...	0.4821	0.4836	0.4846	0.4851	0.4855	0.4856
28	0.0039	0.0099	0.0190	0.0323	0.0507	...	0.9868	0.9923	0.9958	0.9980	0.9993	1.0000	5	0.0039	0.0099	0.0190	0.0323	0.0507	...	0.5597	0.5615	0.5627	0.5633	0.5637	0.5639
29	0.0039	0.0099	0.0190	0.0323	0.0507	...	0.9868	0.9923	0.9958	0.9980	0.9993	1.0000	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
30	0.0039	0.0099	0.0190	0.0323	0.0507	...	0.9868	0.9923	0.9958	0.9980	0.9993	1.0000	25	0.0039	0.0099	0.0190	0.0323	0.0507	...	0.9868	0.9923	0.9957	0.9977	0.9989	0.9996
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	26	0.0039	0.0099	0.0190	0.0323	0.0507	...	0.9868	0.9923	0.9958	0.9979	0.9991	0.9998
25	0.0039	0.0099	0.0190	0.0323	0.0507	...	0.9868	0.9923	0.9958	0.9980	0.9992	0.9999	27	0.0039	0.0099	0.0190	0.0323	0.0507	...	0.9868	0.9923	0.9958	0.9980	0.9992	0.9999
26	0.0039	0.0099	0.0190	0.0323	0.0507	...	0.9868	0.9923	0.9958	0.9980	0.9993	1.0000	28	0.0039	0.0099	0.0190	0.0323	0.0507	...	0.9868	0.9923	0.9958	0.9980	0.9993	1.0000
27	0.0039	0.0099	0.0190	0.0323	0.0507	...	0.9868	0.9923	0.9958	0.9980	0.9993	1.0000	29	0.0039	0.0099	0.0190	0.0323	0.0507	...	0.9868	0.9923	0.9958	0.9980	0.9993	1.0000
28	0.0039	0.0099	0.0190	0.0323	0.0507	...	0.9868	0.9923	0.9958	0.9980	0.9993	1.0000	30	0.0039	0.0099	0.0190	0.0323	0.0507	...	0.9868	0.9923	0.9958	0.9980	0.9993	1.0000

A partir de los valores de la tabla 2, se obtiene la Figura 2 (cada curva refleja una posible posición).

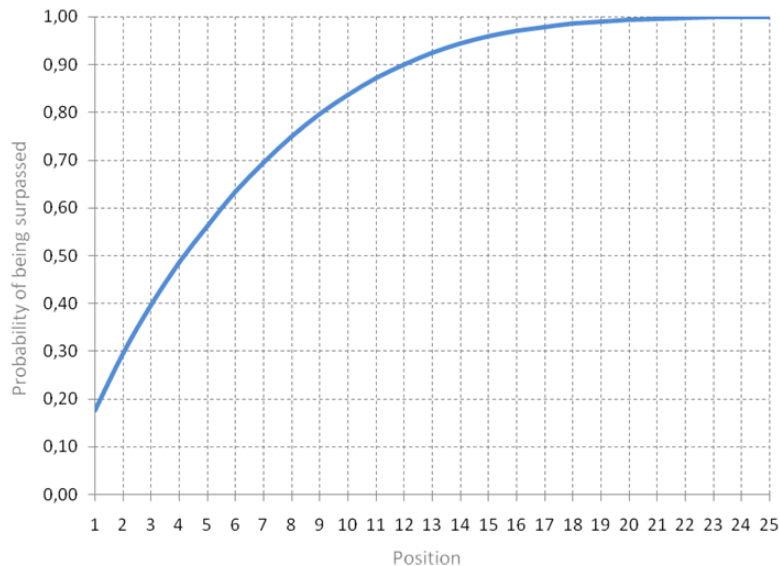
**Figura 2. Cálculo exacto del rendimiento de posición de un único ofertante**



La Figura 3 se obtiene mediante la representación gráfica de los valores de la figura 2 para el eje X, es decir, valores desde  $j=1$  a 25 cuando  $N=30$  (última línea vertical del gráfico).

Esta figura refleja la probabilidad de ocupar una posición en particular (u otra superior), a pesar de que el número de ofertantes aún se desconoce. Este es el tipo de gráfico que complementa en gran medida la información proporcionada en los gráficos de probabilidad de posición (PPG) Smartbid, cuyos datos hasta el momento eran totalmente impersonales.

**Figura 3. Rendimiento de posición para un único ofertante**



## 6. Evaluación del rendimiento de Puntuación y Posición de un grupo de ofertantes

En esta sección se describen los cálculos para un grupo de ofertantes, no uno aislado.

### 6.1. Rendimiento de Puntuación de un grupo de licitadores

Para analizar el desempeño de un grupo de ofertantes conocidos, como paso previo siempre es necesario haber estudiado previamente cada uno de ellos de forma independiente, lo que implica obtener sus respectivos históricos de puntuaciones ( $S_i^*$ ) y ajustarles una distribución beta a cada uno de ellos.

Una vez estudiados todos los ofertantes, hay que tener en cuenta un aspecto que en el estudio de un único ofertante no se ha tenido en cuenta. Esto es si el ofertante podría no estar interesado en participar en la licitación. Para tener en cuenta este concepto, se define la "Tasa de participación" (Participation rate) como el porcentaje de ofertas similares en que cada ofertante participa.

Con toda esta información, se obtiene la tabla 4. En este caso, con la información de un grupo de tres ofertantes ( $n=3$ ) cada columna representa un único ofertante, con su rendimiento histórico de puntuación – pero sin haber multiplicado los valores de la distribución beta por los respectivos coeficientes de "Tasa de participación".

**Tabla 4. Análisis del rendimiento de Puntuación ( $S_i^*$ ) de un grupo de ofertantes**

	example		example	
Bidder	1	2	3	1+2+3
$\alpha$ :	0.3999	0.2024	0.3135	
$\beta$ :	0.2881	0.1829	0.5823	
Particip. rate:	0.8889	<b>0.7778</b>	<b>1.0000</b>	

X-axis	$S_i^*1$	$S_i^*2$	$S_i^*3$	$S_i^*1+2+3$
0.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
0.05	0.8550	0.7266	0.6928	0.9679
0.10	0.8066	0.6831	0.6163	0.9491
0.15	0.7699	0.6533	0.5619	0.9320
0.20	0.7388	0.6295	0.5178	0.9155
0.25	0.7109	0.6091	0.4797	0.8992
0.30	0.6849	0.5907	0.4457	0.8828
0.35	0.6602	0.5736	0.4144	0.8660
0.40	0.6362	0.5575	0.3851	0.8487
0.45	0.6126	0.5418	0.3573	0.8306
0.50	0.5891	0.5263	0.3306	0.8117
0.55	0.5653	0.5108	0.3045	0.7915
0.60	0.5409	0.4950	0.2789	0.7698
0.65	0.5155	0.4787	0.2534	0.7461
0.70	0.4887	0.4614	0.2277	0.7200
0.75	0.4598	0.4427	0.2015	0.6904
0.80	0.4276	0.4217	0.1742	0.6560
0.85	0.3906	0.3972	0.1452	0.6144
0.90	0.3449	0.3663	0.1131	0.5602
0.95	0.2805	0.3205	0.0745	0.4785
1.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Average :	0.5751	0.5231	0.3607	0.7586

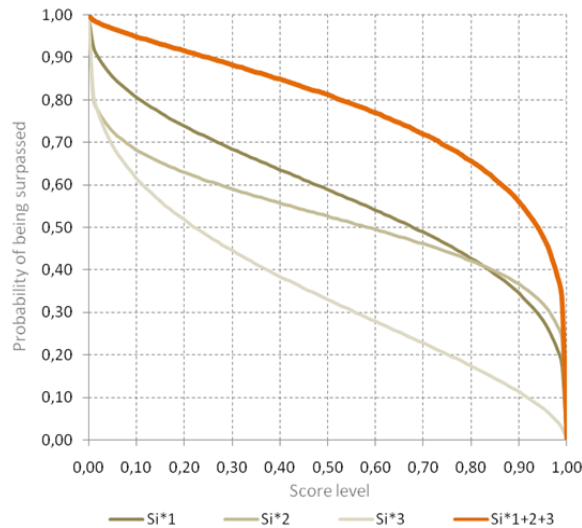
El último paso es calcular la última columna de la tabla 4, es decir, la probabilidad de que uno o más de los ofertantes superen el posible eje X de niveles de puntuación. Estadísticamente, esto equivale a la probabilidad de ocurrencia de varios eventos aleatorios independientes, y así la última columna de la tabla 4 se calcula según la ecuación 6.



$$S_{i^* \sum bidders}^{scoring=x} = 1 - \prod_{i=1}^{i=n} (1 - Part.rate_{bidderi} \cdot S_{i^*=x bidderi}^{(beta)}) \quad (6)$$

Representando los valores de las columnas de la tabla 4 se obtiene la Figura 4, la cual muestra cuatro curvas, tres de las cuales representan los tres ofertantes mientras que la curva en la parte superior representa la agregación de los tres ofertantes.

**Figura 4. Rendimiento de Puntuación para varios ofertantes**



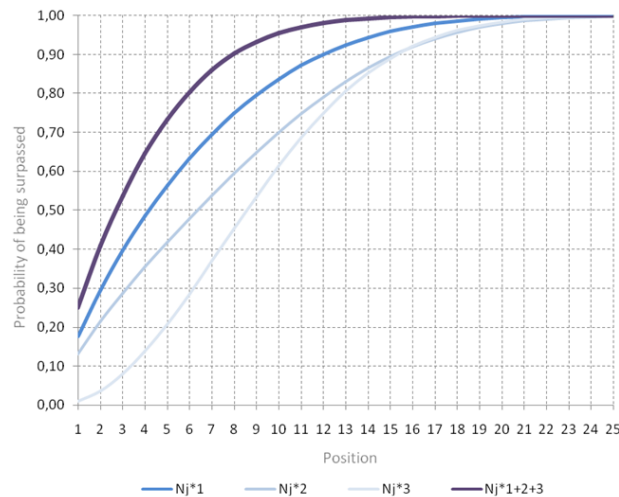
## 6.2. Posición de grupo

Después de obtener la probabilidad de superar la posición de cada ofertante (como se muestra en la figura 3) también se pueden obtener los valores de la tabla 5. De nuevo, se han analizado a otros tres ofertantes (n=3).

Finalmente, la última columna incluye los coeficientes de “tasa de participación”, obtenidos mediante la ecuación 7.

$$S_{j^* \sum bidders}^{position=x} = 1 - \prod_{i=1}^{i=n} (1 - Part.rate_{bidderi} \cdot N_{j^*=x bidderi}^{(beta)}) \quad (7)$$

**Figura 5. Rendimiento de Position de varios ofertantes**



**Tabla 5. Análisis del rendimiento de Posición ( $j^*$ ) de un grupo de ofertantes para una licitación futura**

N	Average (Nm):	13.889	Desvest (Nσ):	5.278
		example	example	
Bidder	1	2	3	1+2+3
$\alpha$ :	1.2690	0.6289	1.4401	
$\beta$ :	0.7861	0.6865	2.6395	
Particip. rate:	0.8889	<b>0.7778</b>	<b>1.0000</b>	

X-axis (N)	$N_j^*1$	$N_j^*2$	$N_j^*3$	$N_j^*1+2+3$
1	0.1761	0.1315	0.0101	0.2504
2	0.2960	0.2144	0.0368	0.4086
3	0.3972	0.2869	0.0801	0.5377
4	0.4856	0.3540	0.1380	0.6450
5	0.5639	0.4177	0.2077	0.7332
6	0.6334	0.4789	0.2859	0.8042
7	0.6949	0.5378	0.3688	0.8596
8	0.7491	0.5944	0.4532	0.9018
9	0.7963	0.6485	0.5359	0.9328
10	0.8370	0.6996	0.6141	0.9550
11	0.8716	0.7473	0.6860	0.9704
12	0.9005	0.7910	0.7500	0.9808
13	0.9243	0.8303	0.8055	0.9877
14	0.9435	0.8650	0.8521	0.9922
15	0.9587	0.8948	0.8902	0.9951
16	0.9705	0.9199	0.9205	0.9969
17	0.9794	0.9405	0.9439	0.9980
18	0.9859	0.9569	0.9614	0.9988
19	0.9907	0.9695	0.9742	0.9992
20	0.9940	0.9791	0.9832	0.9995
21	0.9962	0.9861	0.9895	0.9997
22	0.9977	0.9910	0.9936	0.9998
23	0.9987	0.9944	0.9962	0.9999
24	0.9992	0.9966	0.9979	0.9999
25	0.9996	0.9981	0.9989	1.0000

Los valores en la tabla 5 pueden representarse gráficamente, como muestra la figura 5. En este caso, el eje x representa posiciones posibles a ocupar.

## 7. Resultados

El presente trabajo desarrolla una metodología para el estudio del rendimiento de puntuación y posición de un ofertante o subgrupo de ofertantes en una licitación, mediante datos de licitaciones anteriores similares. La metodología fue validada con un conjunto de 120 contratos con importe tipo de salida.

La metodología propuesta puede ser útil para los gestores de la licitación que pretenden participar en futuras licitaciones y necesitan estudiar pormenorizadamente la competencia (Lesca et al 2012; Jiménez-Castillo, Sánchez Pérez 2013), especialmente un subgrupo de los competidores que pueden ser rivales difíciles en próximas licitaciones.

## 8. Discusión, conclusiones y futuros trabajos

Anteriores modelos predictivos eran difíciles de aplicar a los problemas reales de licitación. Sin embargo, en 2012, un modelo de predicción para la contratación en procesos de licitación, cambió el paradigma de los modelos anteriores. Este modelo describe patrones de comportamiento en un grupo de ofertantes en una licitación. Pero ese modelo no permitía el análisis de un único ofertante concreto o un subgrupo de ofertantes que participan en el proceso. La metodología propuesta en este documento corrige parcialmente esa deficiencia.

No obstante, la metodología propuesta también funciona bajo ciertos condicionantes: los datos de las ofertas deben ser homogéneos (deben compartir trabajos similares, misma fórmula económica de puntuación, y presupuesto similar). Sin embargo, no es necesario haber compartido una licitación con un ofertante en particular para medir el rendimiento de éste o su comportamiento futuro.

En relación a la medición de los niveles y posiciones ocupadas por cualquier ofertante, los cálculos mostrados en este documento son válidos para licitaciones con y sin importe límite de salida, pero cuando se utiliza como complemento a la Smartbid BTFM (Ballesteros-Pérez et al. 2012a; 2012b; 2013a), la metodología actual adopta la limitación del modelo Smartbid, puesto que sólo se ha aplicado a licitaciones con importe tipo de salida.

Por lo tanto, resulta necesario revisar el modelo Smartbid y adaptarlo a otras situaciones. Algunos de estos cambios implicarán el estudio de nuevas relaciones matemáticas entre los parámetros de puntuación e incluso los usos actuales del modelo, así como transformarlos finalmente a una función de valores monetarios, en lugar de bajas.

## 9. Referencias

- Ballesteros-Pérez, P. (2010). Doctoral thesis: "Propuesta de un nuevo modelo para la predicción de bajas en licitaciones de Construcción". González Cruz, MC. director; Pastor Ferrando, JP. director. Universal Identifier: <http://hdl.handle.net/10251/7025>
- Ballesteros-Pérez, P.; González-Cruz, M<sup>a</sup>. C.; Pastor-Ferrando, J.P.; Fernández-Diego, M. (2012a). The iso-Score Curve Graph. A new tool for competitive bidding, *Automation in Construction* 22: 481–490.
- Ballesteros-Pérez, P.; González-Cruz, M<sup>a</sup>. C.; Cañavate-Grimal, A. (2012b). Mathematical relationships between Scoring Parameters in Capped Tendering. *International Journal of Project Management* 30: 850–862.
- Ballesteros-Pérez, P.; González-Cruz, M<sup>a</sup>.C.; Cañavate-Grimal, A. (2013a). On Competitive Bidding: Scoring and Position Probability Graphs. *International Journal of Project Management* 31: 434–448.
- Ballesteros-Pérez, P.; González-Cruz, M<sup>a</sup>.C.; Cañavate-Grimal, A., Pellicer, E. (2013b). Detecting abnormal and collusive bids in capped tendering. *Automation in Construction* 31: 215–229.
- Banki, M. T.; Esmaeeli, B.; Ravanshadnia, M. (2008). The assessment of bidding strategy of Iranian construction firms. *International Journal of Management Science and Engineering Management* 4: 153-160.
- Carr, P.G. (2005). Investigation of Bid price competition measured through pre-bid project estimates, actual bid prices and Number of bidders. *Journal of Construction Engineering and Management* 131: 1165-1172.
- Carr, R.I. (1982). General bidding model. *Journal of the Construction Division* 108(CO4): 639-650.
- Chao, L.; Liou, C. (2007). Risk-minimizing approach to bid-cutting limit determination. *Construction Management and Economics* 25: 835-843.

- Deltas, G.;Engelbrecht-Wiggans, R. (2005). Naive bidding. *Management Science* 51: 328-338.
- Dikmen, I., Talat, M.; Kemal, A. (2007). A case-based decision support tool for bid mark-up estimation of international construction projects. *Automation in Construction* 17: 30-44.
- Drew, D.; Skitmore, R.M. (1997). The effect of contract type and size on competitiveness in bidding. *Construction Management and Economics* 15: 469-489.
- Engelbrecht-Wiggans, R. (1980). State of the art – auctions and bidding models: a survey. *Management Science* 26: 119-142.
- Engelbrecht-Wiggans, R. (1989). The effect of regret on optimal bidding in auctions. *Management Science* 35: 685-692.
- Fayek, A. (1998). Competitive bidding strategy model and software system for bid preparation. *Journal of Construction Engineering and Management* 124: 1-10.
- Friedman, L. (1956). A competitive bidding strategy. *Operations Research* 1: 104-12.
- Gates, M. (1967). Bidding strategies and probabilities. *Journal of the Construction Division* 93(CO1): 75-107.
- Harstad, R.M.; Saša Pekec, A. (2008). Relevance to practice and auction theory: a memorial essay for Michael Rothkopf. *Interfaces* 38: 367-380.
- Jiménez-Castillo, D.; Sánchez-Pérez, M. (2013). Nurturing employee market knowledge absorptive capacity through unified internal communication and integrated information technology. *Information & Management* 50(2-3): 76-86.
- Kayhan, V.O.; McCart, J.A.; Bhattacharjee, A. (2002). Cross-bidding in simultaneous online auctions: Antecedents and consequences. *Information & Management* 47: 325-332.
- Lesca, N.; Caron-Fasan, M.L.; Falcy, S. (2012). How managers interpret scanning information. *Information & Management* 49: 126-134.
- Lo, W.; Lin, C.L.; Yan, M.R. (2007). Contractor's opportunistic bidding behavior and equilibrium price level in the construction market. *Journal of Construction Engineering and Management* 133: 409-416.
- McCaffer, R.; Pettitt, A.N. (1976). Distribution of bids for buildings and road contracts. *Operational Research Quarterly* 27: 835-843.
- Mitchell, M.S. (1977). The probability of being the lowest bidder. *Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)* 26: 191-194.
- Naoum, S.G. (1994). Critical analysis of time and cost of management and traditional contracts. *Journal of Construction Engineering and Management* 120: 687-705.
- Näykki, P. (1976). On optimal bidding strategies. *Management Science* 23: 198-203.
- Ngai, S.C.; Derek, S.; Drew, H.P.; Skitmore, R.M. (2002). A theoretical framework for determining the minimum number of bidders in construction bidding competitions. *Construction Management and Economics* 20: 473-482.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2007). Bribery in Procurement, Methods, Actors and Counter-Measures, Paris.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2009). Guidelines for Fighting Bid Rigging in Public Procurement, Paris.
- Oo, B.L.; Drew, D.S.; Runeson, G. (2010). Competitor analysis in construction bidding. *Construction Management and Economics* 28: 1321-1329.
- Oo, B.L.; Drew, D.S.; Lo, H.P. (2008). A comparison of contractors' decision to bid behaviour according to different market environments. *International Journal of Project Management* 26: 439-447.
- Oo, B.L.; Drew, D.S.; Lo, H.P. (2008). Heterogeneous approach to modeling contractors' decision-to-bid strategies. *Journal of Construction Engineering and Management* 134: 766-776.
- Pim, J.C. (1974). Competitive tendering and bidding strategy. *National Builder* 55: 541-545.

- Ravanshadnia, M.; Rajaie, H.; Abbasian, H.R. (2010). Hybrid fuzzy MADM project-selection model for diversified construction companies. *Canadian Journal of Civil Engineering* 37: 1082-1093.
- Rothkopf, M.H.; Harstad, R.M. (1994). Modeling competitive bidding: a critical essay. *Management Science* 40: 364-384.
- Rothkopf, M.H. (1969). A model of rational competitive bidding. *Management Science* 15: 362-373.
- Runeson, K.G. Skitmore, R.M. (1999). Tendering theory revisited. *Construction Management and Economics* 17: 285-96.
- Skitmore, R.M.; Runeson, G. (2006). Bidding models: testing the stationarity assumption. *Construction Management and Economics* 24: 791-803.
- Skitmore, R.M. (1991). The contract bidder homogeneity assumption: an empirical analysis. *Construction Management and Economics* 9: 403-429.
- Skitmore, R.M. (2002). The probability of tendering the lowest bid in sealed auctions: an empirical analysis of construction data. *Journal of the Operational Research Society* 53: 47-56.
- Skitmore, R.M. (2004). Predicting the probability of winning sealed bid auctions: the effects of outliers on bidding models. *Construction Management and Economics* 22: 101-109.
- Skitmore, R.M. (2008). First and second price independent values sealed bid procurement auctions: some scalar equilibrium results. *Construction Management and Economics* 26: 787-803.
- Skitmore, R.M.; Drew, D.S.; Ngai, S. (2001). Bid-spread. *Journal of Construction Engineering and Management* 127: 149-153.
- Skitmore, R.M.; Pettitt, A.N.; McVinish, R. (2007). Gates' bidding model. *Journal of Construction Engineering and Management* 133: 855-863.
- Stark, R.M.; Rothkopf, M.H. (1979). Competitive bidding: A comprehensive bibliography. *Journal of the Operational Research* 27: 364-390.
- Vergara, A.J. (1977). Probabilistic estimating and applications of portfolio theory in construction. Ph.D. thesis, Department of Civil Engineering, University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana (IL).
- Watt, D.J.; Kayis, B.; Willey, K. (2009). Identifying key factors in the evaluation of tenders for projects and services. *International Journal of Project Management* 27: 250-260.
- Ye, K.; Jiang, W.; Shen, L. (2008). Project competition intensity (PCI) in the construction market: a case study in China. *Construction Management and Economics* 26: 463-470.