

Costo y tiempo en edificación

Carlos Suárez Salazar, Editorial Limusa, México.

Este documento representa la aplicación a Presto de un ejemplo del libro de Carlos Suárez Salazar, principalmente para demostrar la versatilidad del programa, pero también como homenaje al autor y reconocimiento a su libro.

Existen muchas referencias a este libro, cuya edición original es de 1975, entre profesionales de Hispanoamérica, aunque es desconocido en España. Es probablemente el libro que ofrece un enfoque más completo y más integrador sobre la economía de la construcción, tanto desde el punto de vista del profesional de proyectos como de la empresa constructora.

Todos los conceptos expuestos tienen ejemplos con datos reales o referencias que permiten que el lector los aplique. Algunas de las ideas, a pesar del tiempo transcurrido, siguen siendo innovadoras y no hay ni textos ni escuelas que los divulguen. Al mismo tiempo, es completamente práctico, y todo lo que incluye tiene interés y significado en la realidad de la obra.

Uno de los ejemplos que recoge es el desarrollo completo de un edificio de viviendas, incluyendo costes y plazos, simplificado en cuanto al número de elementos pero íntegro en cuanto a los conceptos utilizados, de manera que resulta muy didáctico.

5.3000 Análisis de un concurso de precios unitarios

El documento sigue paso por paso el capítulo 5.3000, con todos sus epígrafes, que trata de la licitación de una obra en México DF, realizada originalmente en 1976.

5.3110 Planeación del concurso

5.3111 Análisis de la convocatoria

Criterios mínimos para presentarse:

1. La convocatoria y los documentos de evaluación son claros y precisos
2. Las empresas invitadas son semejantes
3. El tiempo para presentar la proposición es razonable
4. El tiempo sugerido para la construcción es razonable
5. El juicio de las propuestas se realizará con honradez y justicia

6. Se adiciona algún instrumento que ante cambios sustanciales de precios de material y mano de obra permita su reajuste

Puesto que se cumplen, se acepta presentarse a la convocatoria.

5.3112 Análisis de factibilidad

1. Se analiza la capacidad de la empresa para realizarla:
2. Importancia de la obra
3. Capacidad financiera de la empresa
4. Capacidad técnica (personal disponible)
5. Equipo disponible

Se decide que es viable para la empresa.

5.3113 Ruta crítica del concurso

Se realiza una planificación de la fase de concurso, no incluida en el ejemplo de Presto, de la que resulta un plazo de dos semanas.

5.3120 Primer presupuesto aproximado

La obra de Presto, adjunta a este documento, contiene el estado final del presupuesto. En cada fase intermedia se indican las modificaciones necesarias para recuperar el estado correspondiente.

Se han modificado algunos resúmenes de las unidades de obra para mejorar la claridad. Todos los importes están en pesos mexicanos (\$).

Se parte de las unidades de obra del presupuesto, con sus mediciones, a las que se asignan costes directos unitarios aproximados, tomados de cuadros de precios de referencia, obteniéndose un coste directo estimado de \$ 2.078.850,00.

En Presto, este presupuesto se realiza en el objetivo de coste, accesible en la ventana "Árbol", esquema "Objetivo de coste".

Para obtener el presupuesto del momento inicial anule la cantidad de objetivo del capítulo de costes indirectos, ya que se añade más adelante en este proceso.

NOTA: El precio que figura en el texto original de Suárez Salazar es \$ 2.078.050,00, debido a una errata de transcripción.

5.3130 Identificación de conceptos EJE (ley de Pareto)

Se identifican los conceptos más importantes, diez partidas que representan el 86 % del coste objetivo total.

Pregunta	Respuesta
Precio: 1 Pres 2 Cert 3 Real 4 Obj 5 Plan	4
Orden: 1 Importe 2 Precio 3 Medición 4 Código	1
Texto	N
Mostrar hasta que el % acumulado supere el	86

Preguntas del informe "Partidas".

Se pueden localizar con el informe "01: Partidas".

PARTIDAS (OBJETIVO)						
Concurso en Mejico D.F.						
CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	UD.	PESOS MEXICANOS / UD.	PESOS ▲ MEXICANOS	% Σ
6.4	Concreto en losas planas	2.700,00	m2	270,00	729.000,00	35,08
						>20%
9.4	Habilitado y colocado de acero	150,00	t	1.750,00	262.500,00	12,63
15.1b	Piso de mosaico de terrazo	2.250,00	m2	90,00	202.500,00	9,74
7.1b	Concreto en pretilas bajo ventana planta primera	303,00	m	500,00	151.500,00	7,29
13.2	Colocación de vitriola 20 x 6 x 10	2.150,00	m2	70,00	150.500,00	7,24
5.2	Concreto en columnas planta primera	93,00	m3	1.350,00	125.550,00	6,04
5.1	Concreto en columnas planta baja	42,00	m3	1.200,00	50.400,00	2,43
						>80%
15.1a	Firme de concreto	800,00	m2	60,00	48.000,00	2,31
20.12	Limpieza de muros de vitriola	4.300,00	m2	10,00	43.000,00	2,07
18.1	Rellenos con mortero de tepetate	900,00	m2	40,00	36.000,00	1,73
						86,57
TOTAL					1.798.950,00	

Informe "Partidas"

En pantalla, los importes totales se ven en la ventana "Conceptos", esquema "[Partidas] Mediciones", añadiendo el campo "Conceptos.TotObj". Las partidas se han marcado en color verde, por lo que puede utilizar la opción "Filtrar por color de texto" y luego activa la opción "Suma" en la cabecera.

NOTA: En la lista del texto original falta enumerar la partida "Habilitado y colocado de acero", si bien se ha tenido en cuenta en el importe y en el porcentaje.

5.3140 Cuantificación cantidades involucradas

Para ajustar los costes, se analiza la cantidad de encofrado ("cimbra" en la terminología de México) de las unidades de obra de hormigón ("concreto"). El detalle no está incluido en el texto ni en la obra de Presto.

5.3150 Cuantificación conceptos EJE

Se revisa la medición de proyecto de las diez unidades de obra EJE y al no obtener desviaciones significativas se aceptan estas mediciones.

5.3160 Investigación costos base mano de obra

El desglose no se incluye en la obra de Presto.

5.3170 Investigación costos base materiales

El análisis no está incluido en el texto original.

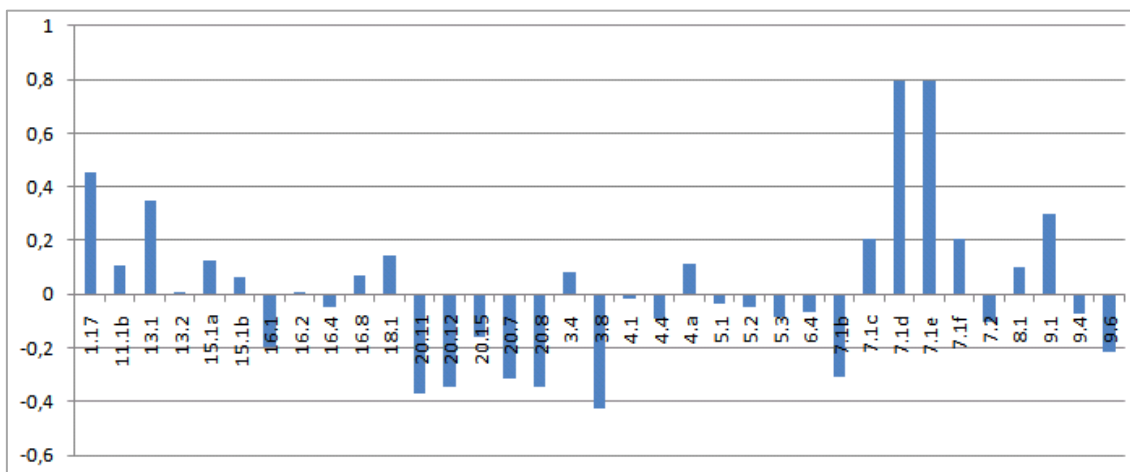
5.3180 Concurso subcontratos

Se supone que se ejecuta toda la obra de forma directa, por lo que no se consideran.

5.3190 Primer costo exacto

Con los datos anteriores se revisan los costes directos estimados, obteniéndose variaciones con una desviación estándar del 28 %, pero equilibradas en más y en

menos, de forma que el coste exacto total es \$ 1.968.716,37, que sólo difiere en un 5,3 % de la primera suposición.



Variaciones entre costes exactos y primera suposición

En Presto, este coste ajustado figura en la estructura de precios del presupuesto, también visible en el esquema "Objetivo de coste".

Para ver el coste directo se debe anular temporalmente el porcentaje de indirectos en "Propiedades obra: Cálculo".

La comparación entre los dos precios de cada unidad de obra puede realizarse en este mismo esquema añadiendo un campo de usuario, por ejemplo:

round (Conceptos.Pres / Conceptos.Obj * 100, 1) - 100

	Código	NatC	Resumen	CanPres	CanObj Ud	Pres	Obj	Usr127
-	0		Concurso en Mejico D.F.	1	1	1.968.716,37	2.078.050,00	-5,30
- 1	01		TERRACERIAS	1	1	10.921,50	7.500,00	45,60
	1.1	1.17	Relleno con tapetate	150,00	150,00 m3	72,81	50,00	45,60
- 2	03		MAMPOSTERIAS	1	1	39.504,90	41.500,00	-4,80
	2.1	3.4	Mampostería de piedra braza	155,00	155,00 m3	215,93	200,00	8,00
	2.2	3.8	Compensación por cara acabada con junta remetida	175,00	175,00 m2	34,49	60,00	-42,50
- 3	04		CONCRETO EN CIMENTACIÓN	1	1	71.716,65	73.000,00	-1,80
	3.1	4.a	Concreto ciclopeo de relleno y nivelada	120,00	120,00 m3	167,03	150,00	11,40
	3.2	4.1	Concreto en zapatas aisladas	40,00	40,00 m3	588,32	600,00	-1,90
	3.3	4.4	Concreto en dados de columnas	31,00	31,00 m3	907,75	1.000,00	-9,20
+ 4	05		CONCRETO EN COLUMNAS VER E.C. III-5	1	1	171.661,38	180.000,00	-4,60
+ 5	06		CONCRETO EN SISTEMAS ENTREPISO O AZOTEA	1	1	681.588,00	729.000,00	-6,50
+ 6	07		CONCRETO EN MUROS	1	1	149.061,47	188.300,00	-20,80
+ 7	08		BONIFICACION POR ACABADO APARENTE EN CONI	1	1	9.746,80	8.850,00	10,10
+ 8	09		ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURA DE CONCRE	1	1	271.508,37	287.500,00	-5,60
+ 9	11		CADENAS DE LIGA O DE DESPLANTE EN CONCRET	1	1	24.855,00	22.500,00	10,50
+ 10	13		MUROS	1	1	159.090,50	156.500,00	1,70
+ 11	15		PISOS	1	1	269.781,50	250.500,00	7,70
+ 12	16		ALCANTARILLADO	1	1	11.440,30	11.750,00	-2,60
+ 13	18		AZOTEAS	1	1	41.274,00	36.000,00	14,70
+ 14	20		DIVERSOS DE ALBAÑILERÍA	1	1	56.566,00	85.150,00	-33,60
+ 15	CI		COSTES INDIRECTOS	1	1		358.496,19	-100,00

Estimación inicial, coste ajustado y diferencia

5.3200 Primer costo proyectado

Aunque el autor recuerda que es una parte muy importante de un concurso, no se realiza en este caso al no detectarse errores del proyecto ni previsiones de variaciones sustanciales entre sus mediciones y la realidad de la obra.

5.3210 Política del concurso

Se trata del ajuste de la diferencia entre el precio ofertado y el coste estimado, decidiéndose que el beneficio esperado será del 10 %.

5.3220 Presupuesto final

Los costes directos deben incrementarse en el factor de sobrecoste, que incluye los conceptos definidos a continuación y que se muestran en la tabla al final del apartado.

Los gastos de campo ascienden a \$ 156.439,45, con un desglose no incluido en Presto que figura en el texto original y que engloba los costes del personal en obra, construcciones provisionales, equipo de transporte y laboratorio. Al dividirlo por un coste directo aproximado de \$ 2.000.000,00 se obtiene el 7,82 %.

El costo de operación se obtiene dividiendo el coste anual de las oficinas, \$ 1.866.206,72, por la producción anual de la empresa de \$ 30.000.000,00.

El coste de financiación se calcula mediante un método aproximado descrito en el mismo libro:

	Concepto	Valor
CV	Costo de venta (\$)	2,327
U	Utilidad (\$)	0,232
PV	Precio de venta (\$)	2,559
TC	Tiempo de construcción (meses)	4
PE	Período entre certificaciones (meses)	1
TP	Plazo de pago de certificaciones (meses)	1,5
i	Tasa de interés mensual	1,5

Necesidad de financiamiento (suponiendo que no hay retenciones ni anticipos):

$$NF = CV (TC/2 + TP + PE) - (PV/TC \times PE^2 \times TC \times (TC + 1)/2) = 4.074$$

Coste del financiamiento:

$$F = NF \times i / CV = 2,63 \%$$

NOTA: El original tiene algunas erratas en la transcripción de estas expresiones, aunque figuran correctamente en el capítulo 1.3500.

El coste de las fianzas se estima en el 20 % del precio de venta durante 20 meses, obteniéndose un porcentaje de incremento del 0,21 %.

Los factores obtenidos se aplican en el orden indicado en la tabla.

Concepto en México	Término en España	%	Cálculo	% acumulado
Gastos de campo	Costes indirectos	7,82	+	1,0782
Costo de operación	Gastos generales	6,22	+	1,1404
Imprevistos	Imprevistos	1,00	x	1,1518
Financiamiento	Financiamiento	2,63	x	1,1821
Utilidad	Beneficio	10,00	x	1,3003
Fianzas	Fianzas	0,21	x	1,3030
Total sobrecoste		27,88		30 %

Según el método de Suárez Salazar, los porcentajes de gastos de campo y costo de operación se incrementan directamente sobre los costes directos (+), mientras que todos los demás porcentajes se incrementan en cascada sobre el resultado anterior (x), de ahí la diferencia entre la suma de porcentajes y el sobrecoste ajustado, adoptándose un valor redondeado del 30 %.

	Código	NatC	Resumen	CanPres	CanObj Ud	Pres	Obj	ImpPres	ImpObj
-	0		Concurso en Mejico D.F.	1	1	2.559.350,82	2.078.050,00	2.559.350,82	2.078.050,00
+ 1	01		TERRACERIAS	1	1	14.197,50	7.500,00	14.197,50	7.500,00
+ 2	03		MAMPOSTERIAS	1	1	51.357,05	41.500,00	51.357,05	41.500,00
+ 3	04		CONCRETO EN CIMENTACIÓN	1	1	93.232,08	73.000,00	93.232,08	73.000,00
+ 4	05		CONCRETO EN COLUMNAS VER E.C. III-5	1	1	223.159,92	180.000,00	223.159,92	180.000,00
+ 5	06		CONCRETO EN SISTEMAS ENTREPISO O AZOTEA	1	1	886.059,00	729.000,00	886.059,00	729.000,00
- 6	07		CONCRETO EN MUROS	1	1	193.780,24	188.300,00	193.780,24	188.300,00
	6.1	7.1b	Concreto en pretilas bajo ventana planta primera	303,00	303,00 m	344,69	500,00	135.774,30	151.500,00
	6.2	7.1d	Concreto en pretilas bajo ventana planta primera	9,00	9,00 m	358,64	200,00	4.196,07	1.800,00
	6.3	7.1e	Concreto en pretilas bajo ventana planta segunda	9,00	9,00 m	358,64	200,00	4.196,07	1.800,00
	6.4	7.1f	Concreto en pretilas bajo ventana planta segunda	6,00	6,00 m	241,30	200,00	1.882,14	1.200,00
	6.5	7.2	Concreto en muros de entepiso	24,00	24,00 m2	224,57	250,00	7.006,56	6.000,00
	6.6	7.1c	Concreto en pretilas de azotea	130,00	130,00 m	240,98	200,00	40.725,10	26.000,00
+ 7	08		BONIFICACION POR ACABADO APARENTE EN CONCRETOS	1	1	12.673,20	8.850,00	12.673,20	8.850,00
+ 8	09		ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURA DE CONCRETO REFO	1	1	352.961,63	287.500,00	352.961,63	287.500,00
+ 9	11		CADENAS DE LIGA O DE DESPLANTE EN CONCRETO REFOR	1	1	32.310,00	22.500,00	32.310,00	22.500,00
+ 10	13		MUROS	1	1	206.820,00	156.500,00	206.820,00	156.500,00
+ 11	15		PISOS	1	1	350.706,00	250.500,00	350.706,00	250.500,00
+ 12	16		ALCANTARILLADO	1	1	14.872,40	11.750,00	14.872,40	11.750,00
+ 13	18		AZOTEA	1	1	53.658,00	36.000,00	53.658,00	36.000,00
+ 14	20		DIVERSOS DE ALBAÑILERÍA	1	1	73.563,80	85.150,00	73.563,80	85.150,00
- 15	CI		COSTES INDIRECTOS	1	1			358.496,19	0
	15.1	A	COSTO DE OPERACIÓN			19.687,16 %		6,22	0 122.454,14
	15.2	B	GASTOS DE CAMPO			19.687,16 %		7,82	0 153.953,59
	15.3	C	IMPREVISTOS			22.451,24 %		1,00	0 22.451,24
	15.4	D	FINANCIAMIENTO			22.675,75 %		2,63	0 59.637,22

Presupuesto de venta y objetivo de costes con sus factores de sobrecoste

En Presto este sobrecoste está introducido de la siguiente forma:

- En el objetivo de coste, como una parte más de los gastos, cuatro conceptos recogidos en un capítulo de costes indirectos, anotando el importe como cantidad total para que pueda ser planificado mensualmente.
- En el presupuesto de venta se ha introducido globalmente como coste indirecto en "Propiedades obra", pestaña "Cálculo".

Si ha anulado este porcentaje y los capítulos anteriores para recuperar el estado inicial, deshaga los cambios ahora o vuelva a la obra original.

Obtendrá así el precio de venta, \$ 2.559.350,82, que coincide al céntimo con el presentado en el libro.

5.3230 Ruta crítica final

A partir de este punto el texto de Suárez Salazar no indica los pasos detallados, pero se muestra el diagrama de barras, con la planificación económica y temporal, resultados que se obtienen en Presto con el siguiente proceso.

Planificación temporal

- Las fechas de inicio y final se han anotado en "Propiedades obra: Tiempos".
- Introducción de duraciones tomadas del libro, todas ellas múltiplos de una semana laborable, es decir, de cinco días, como puede verse en la ventana "Diagrama de barras", esquema "Duraciones".
- Creación de precedencias, que son de los tres tipos posibles, Final-Comienzo, Comienzo Comienzo y doble enlace, con sus correspondientes solapes o desfases. Además del diagrama, figuran en la ventana "Precedencias".
- Una vez obtenida la duración de la obra se ha introducido en los subcapítulos del capítulo de sobrecostes para que tengan la misma duración.

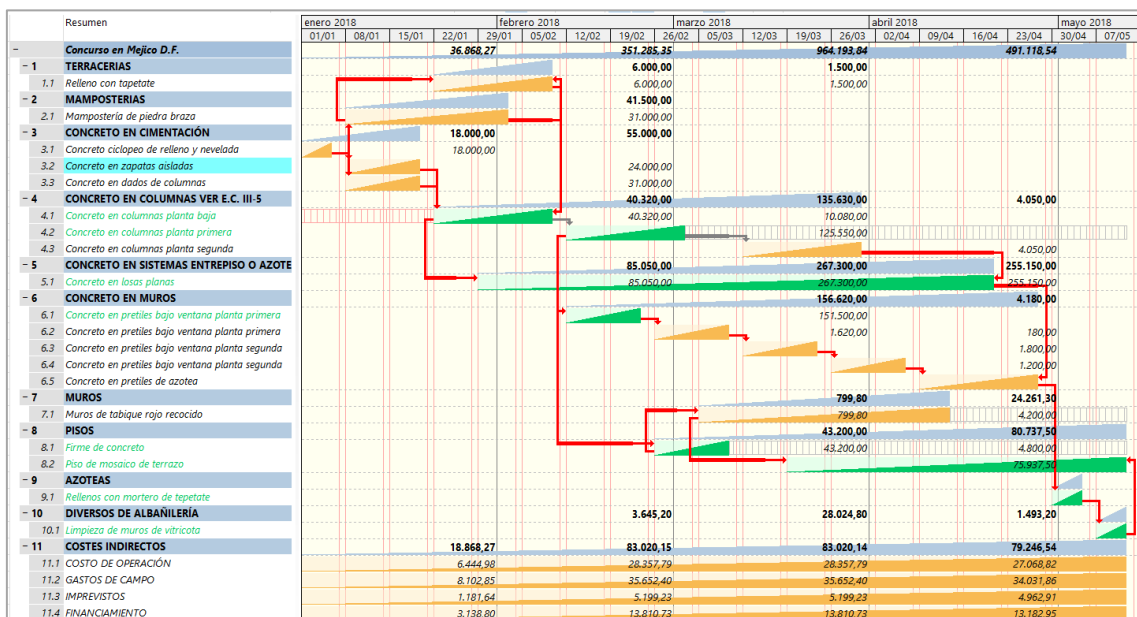


Diagrama de barras con importes por fases

Planificación económica

Requiere crear al menos cinco fases de certificación mediante "PROCESOS: Crear fechas y certificaciones".

A partir de la planificación temporal se ha aplicado la opción "PROCESOS: Rellenar la planificación económica" para obtener el reparto de las cantidades a ejecutar de cada partida en cada fase.

Este resultado puede verse en el diagrama de barras abriendo la cuarta lista desplegable, que permite mostrar sobre las barras cualquier valor relativo a las fases, por los campos "CanPlan" o "Plan", que muestran respectivamente la cantidad y el importe planificado de cada partida. En las barras de los capítulos y de la propia obra se ven los importes consolidados para cada período.

Los datos también se ven en la ventana "Fechas", esquema "[Fases] Planificación".

El valor "PlanPres" muestra el ingreso esperado, o cantidad producida valorada a precio de venta. Puede añadir el campo "Plan" para obtener la producción mensual a precio de coste. Puesto que en ambos precios están integrados todos los conceptos que los constituyen, su diferencia representa el beneficio neto mensual y total esperado.

5.3240 Integración total

Preparación de todos los documentos necesarios para entregar la oferta.

5.3120 Entrega y resultado

Ofertas presentadas por todos los licitadores. Se pueden ver en Presto en el esquema "Comparación ofertas".

	Código	NatC	Resumen	Pres	ImpPres	SigmaOfer	MedOfer	1: Pres ENT0001	2: Pres ENT0002	3: Pres ENT0003	4: Pres ENT0004	5: Pres ENT0005	6: Pres ENT0006
-	0		Concurso en Mejico D.F.	2.139.310,82	2.559.350,82	0,07	2.809.504,27	2.559.350,82	2.587.806,50	2.775.924,65	3.010.940,85	3.005.359,25	2.917.563,55
-	1	01	TERRACERIAS	14.197,50	14.197,50	0,28	14.175,00	14.197,50	18.420,00	11.572,50	14.895,00	18.750,00	7.215,00
	1.1	1.17	Relleno con tapetate	72,81	14.197,50	0,28	94,50	94,65	122,80	77,15	99,30	125,00	48,10
-	2	03	MAMPOSTERIAS	51.357,05	51.357,05	0,12	60.893,09	51.357,05	58.373,75	58.031,25	66.349,75	74.284,75	56.962,00
	2.1	3.4	Mamposteria de piedra braza	215,93	43.510,05	0,11	309,88	280,71	345,50	325,00	354,45	290,20	263,40
	2.2	3.8	Compensación por cara acabada con junta remetida	34,49	7.847,00	0,63	73,50	44,84	27,55	43,75	65,20	167,45	92,20
-	3	04	CONCRETO EN CIMENTACIÓN	93.232,08	93.232,08	0,15	119.288,04	93.232,08	94.387,15	137.510,50	125.189,90	135.856,20	129.552,40
	3.1	4.a	Concreto ciclopeo de relleno y nivelada	167,03	26.056,80	0,27	389,80	217,14	267,25	502,40	453,75	455,90	442,35
	3.2	4.1	Concreto en zapatas aisladas	588,32	30.592,80	0,12	829,75	764,82	653,00	898,65	840,90	957,50	863,65
	3.3	4.4	Concreto en dados de columnas	907,75	36.582,48	0,07	1.268,46	1.180,08	1.167,65	1.331,50	1.196,90	1.382,20	1.352,40
+	4	05	CONCRETO EN COLUMNAS VER E.C. III-5	223.159,92	223.159,92	0,09	228.273,22	223.159,92	201.037,05	205.535,25	243.341,70	261.836,70	234.728,70
+	5	06	CONCRETO EN SISTEMAS ENTREPISO O AZOTEA	886.059,00	886.059,00	0,13	982.921,50	886.059,00	787.050,00	940.275,00	1.047.600,00	1.204.200,00	1.032.345,00
+	6	07	CONCRETO EN MUROS	193.780,24	193.780,24	0,12	216.423,33	193.780,24	227.873,05	235.942,65	254.087,50	176.093,60	210.762,95
+	7	08	BONIFICACION POR ACABADO APARENTE EN CON	12.673,20	12.673,20	0,23	12.850,20	12.673,20	17.139,50	16.520,00	11.180,50	10.059,50	9.528,50
+	8	09	ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURA DE CONCR	352.961,63	352.961,63	0,06	389.171,02	352.961,63	425.356,00	375.487,00	406.606,00	394.675,00	379.940,50
+	9	11	CADENAS DE LIGA O DE DESPLANTE EN CONCRET	32.310,00	32.310,00	0,16	41.141,25	32.310,00	42.900,00	50.962,50	42.675,00	33.000,00	45.000,00
+	10	13	MUROS	206.820,00	206.820,00	0,07	204.335,42	206.820,00	189.442,50	195.147,50	215.450,00	230.452,50	188.700,00
+	11	15	PISOS	350.706,00	350.706,00	0,09	396.997,67	350.706,00	403.980,00	398.580,00	432.192,50	355.257,50	441.270,00
+	12	16	ALCANTARILLADO	14.872,40	14.872,40	0,14	16.959,48	14.872,40	15.331,50	17.273,50	20.557,50	19.425,00	14.297,00
+	13	18	AZOTEAS	53.658,00	53.658,00	0,21	60.040,50	53.658,00	42.120,00	68.805,00	49.320,00	70.605,00	75.735,00
+	14	20	DIVERSOS DE ALBAÑILERÍA	73.563,80	73.563,80	0,34	66.034,55	73.563,80	64.476,00	64.282,00	81.495,50	20.863,50	91.526,50

Comparación de ofertas presentadas a la licitación

Todos los importes de las ofertas incluyen los costes indirectos.