

Aceleración del camino crítico

Compresión del camino crítico.....	1
Introducción de los datos	2
Presupuesto.....	2
Planificación.....	4
Preparación.....	6
Reducción del camino crítico	8
Coste total y duración óptima.....	11
Conclusiones	11

El objetivo de esta nota técnica es repetir y revisar con Presto el proceso de optimización de una planificación mediante la aceleración del camino crítico, CPM, descrito en la comunicación siguiente.

Emel Laptali y otros. A computer model for time and cost optimisation during pre-tender stage

Este documento se puede descargar libremente de:

[//cumincades.scix.net/papers/author/Laptali](http://cumincades.scix.net/papers/author/Laptali)

Compresión del camino crítico

Esta optimización, que es la base del Critical Path Method, CPM, se basa en calcular el coste mínimo de ejecución de una obra en base a un conjunto de suposiciones:

- La duración normal de una actividad se puede acortar a una duración mínima o "crash", pasando de un coste directo normal a un coste "crash", más alto.
- Los cuatro valores son conocidos.
- La duración puede ser cualquiera de las intermedias.
- El coste aumenta linealmente con la disminución de la duración.

Se supone que la reducción del plazo de la obra conlleva una disminución lineal de unos costes indirectos, también conocida.

Si se cumplen estas condiciones, dada una planificación, se pueden ir acelerando las actividades que son del camino crítico y, por tanto, reducen el plazo total de la obra, empezando por las que tengan un coste menor de reducción.

Puesto que al reducir una actividad del camino crítico puede pasar a ser crítica una actividad que antes no lo era, el proceso se aplica por pasos, reduciendo cada vez una actividad un día. Tras cada paso se vuelve a identificar la más

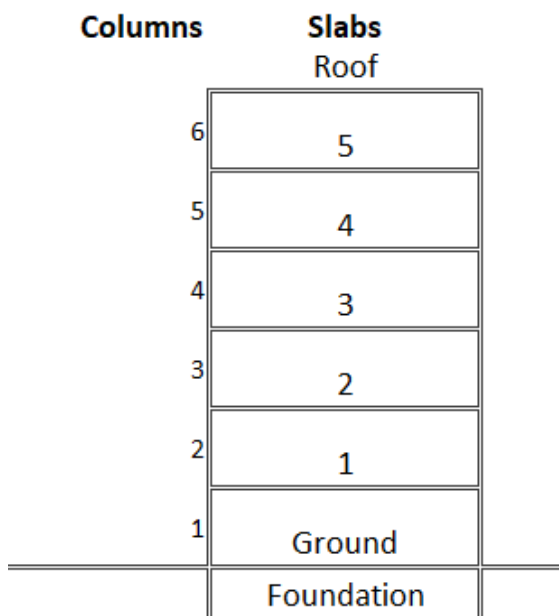
conveniente y se repite el proceso hasta que no queda ninguna por acelerar. Las actividades que no están en el camino crítico no se reducen.

En cada paso se suma el coste directo obtenido con el indirecto que le corresponde al plazo de la obra para obtener el coste total.

Dada la combinación de un coste que aumenta progresivamente y otro que disminuye linealmente, esta curva de coste total tiene un mínimo, que representa la duración y el coste óptimo de la obra.

Introducción de los datos

Se trata de un edificio de seis plantas. De los datos de la planificación se deduce que hay una cimentación, una estructura formada por un forjado de planta baja y seis más hasta la cubierta, con sus correspondientes escaleras y soportes de piso a piso.



Además hay unos cerramientos interiores y exteriores y se finaliza con la impermeabilización de la cubierta.

Presupuesto

El presupuesto de coste normal se obtiene a partir de la Tabla 1 del documento, considerando seis forjados, columnas y escaleras, más el forjado de planta baja, claramente identificado en la planificación.

Sin embargo, el importe que se obtiene con estos datos es mucho mayor que el presupuesto de la Tabla 2, con una diferencia que corresponde aproximadamente al coste de un forjado, por lo que se ha preferido considerar anular el precio de un forjado para obtener importes más comparables, como se ve en la obra "Laptali Planificación original.Presto", adjunta a esta nota.

	Código	NatC	Resumen	CanPres	Ud	Pres	ImpPres
1	0		Laptali Optimización tiempos y coste original	1		675.585,10	675.585,10
2	01		SUBSTRUCTURE	1		38.149,90	38.149,90
3	ACT07		Excavate top soil	1,00		324,00	324,00
4	ACT08		Excavate to reduce levels	1,00		428,40	428,40
5	01.3		Excavate & Compact Foundations	1,00		283,50	283,50
6	05		CONCRETE FOR:	1,00		37.114,00	37.114,00
7	02		SUPERSTRUCTURE	1		445.945,80	445.945,80
8	16		SLABS/BEAMS:	1,00		422.200,80	422.200,80
9	17		SLABS Formwork	6,00		29.100,00	174.600,00
1..	18		SLABS Reinforcement	6,00		15.264,00	91.584,00
1..	19		SLABS Concrete	6,00		26.002,80	156.016,80
1..	12		COLUMNS/WALLS:	1,00		19.392,60	19.392,60
1..	14		COL/WALLS Reinforcement	6,00		814,50	4.887,00
1..	13		COL/WALLS Formwork	6,00		1.099,80	6.598,80
1..	15		COL/WALLS Concrete	6,00		1.317,80	7.906,80
1..	20		STAIRCASES	1,00		4.352,40	4.352,40
1..	21		STAIR Formwork	6,00		300,20	1.801,20
1..	22		STAIR Reinforcement	6,00		157,50	945,00
1..	23		STAIR Concrete	6,00		267,70	1.606,20
2..	03		BRICK/BLOCKWORK	1		176.369,40	176.369,40
2..	25		EXTERNAL	1,00		158.467,20	158.467,20
2..	26		EXT Brickwork	6,00		20.380,00	122.280,00
2..	27		EXT Blockwork	6,00		6.031,20	36.187,20
2..	28		INTERNAL	1,00		17.902,20	17.902,20
2..	04		ROOF	1		15.120,00	15.120,00
2..	ACT09		Asphalt	1,00		15.120,00	15.120,00

Presupuesto de coste normal con seis forjados

La armadura de soportes, una de las actividades que se van a acelerar, se ha separado por plantas, de manera que se pueda modificar independientemente el coste de cada una al reducir las duraciones.

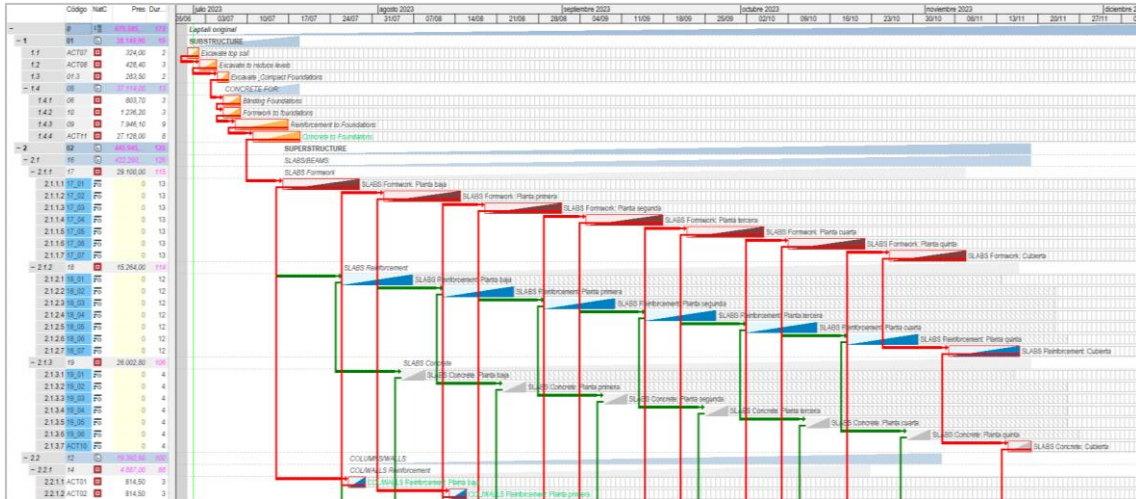
	Código	NatC	Resumen	CanPres	Ud	Pres	ImpPres
1..	12		COLUMNS/WALLS:	1,00		19.392,60	19.392,60
1..	14		COL/WALLS Reinforcement	1,00		4.887,00	4.887,00
1..	ACT01		COL/WALLS Reinforcement: Planta baja	1,000		814,50	814,50
1..	ACT02		COL/WALLS Reinforcement: Planta primera	1,000		814,50	814,50
1..	ACT03		COL/WALLS Reinforcement: Planta segunda	1,000		814,50	814,50
1..	ACT04		COL/WALLS Reinforcement: Planta tercera	1,000		814,50	814,50
1..	ACT05		COL/WALLS Reinforcement: Planta cuarta	1,000		814,50	814,50
1..	ACT06		COL/WALLS Reinforcement: Planta quinta	1,000		814,50	814,50

Separación de la armadura de soportes en seis unidades de obra

En un caso real no sería necesario, porque es previsible que si una actividad repetitiva se puede comprimir se hará en todas sus apariciones.

Planificación

Las relaciones entre actividades, presentadas en la Figura 2 del documento y todas basadas en relaciones Comienzo-Comienzo, requieren una interpretación bastante cuidadosa hasta obtener la misma duración normal de 172 días.



Planificación original, en Presto

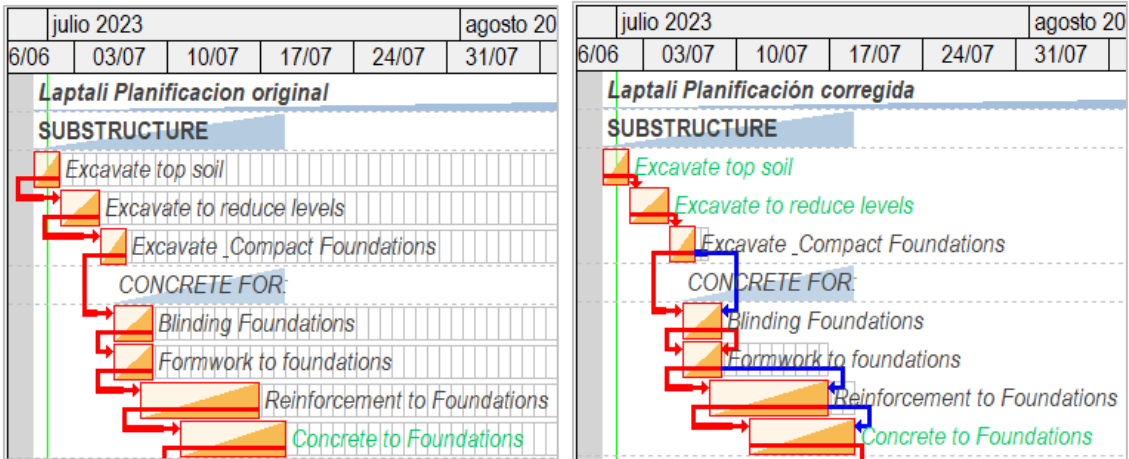
Una vez obtenida la planificación se comprueba que con este tipo de relaciones la reducción de las duraciones de las actividades que se van a comprimir no reduce la duración de la obra ya que, si bien todas son críticas, lo son solo por delante.

Como se ve en el diagrama de barras, todas las actividades tienen holguras hasta el final de la obra, dado que ninguna actividad tiene el final condicionado por otra.

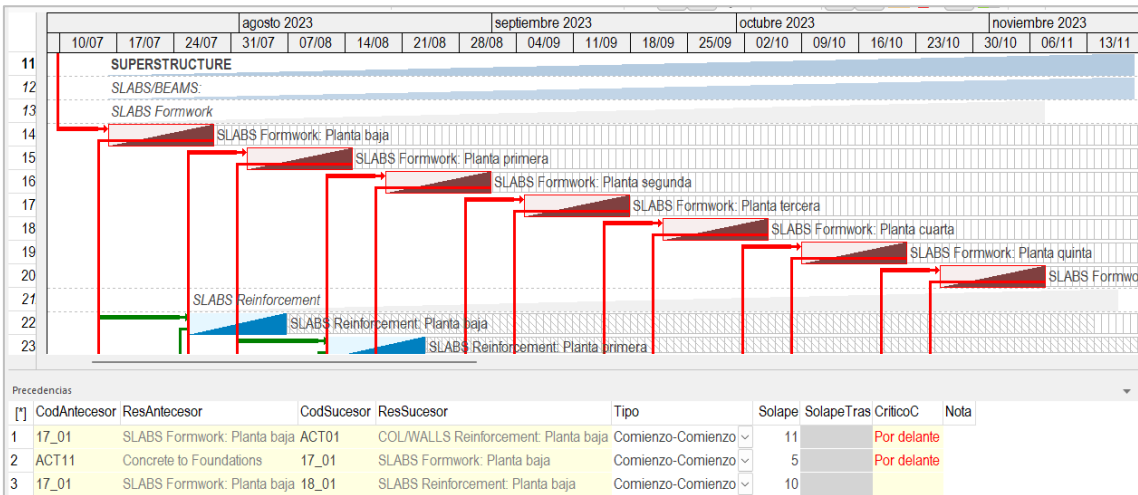
Desconociendo cómo han logrado los autores la aceleración de las actividades, es necesario rehacer por completo la planificación.

- Los enlaces Comienzo-Comienzo se han sustituido por enlaces Fin-Comienzo o por enlaces dobles Comienzo-Comienzo/Fin-Fin
- Se han recalculado los solapes para obtener la misma duración de la planificación original.

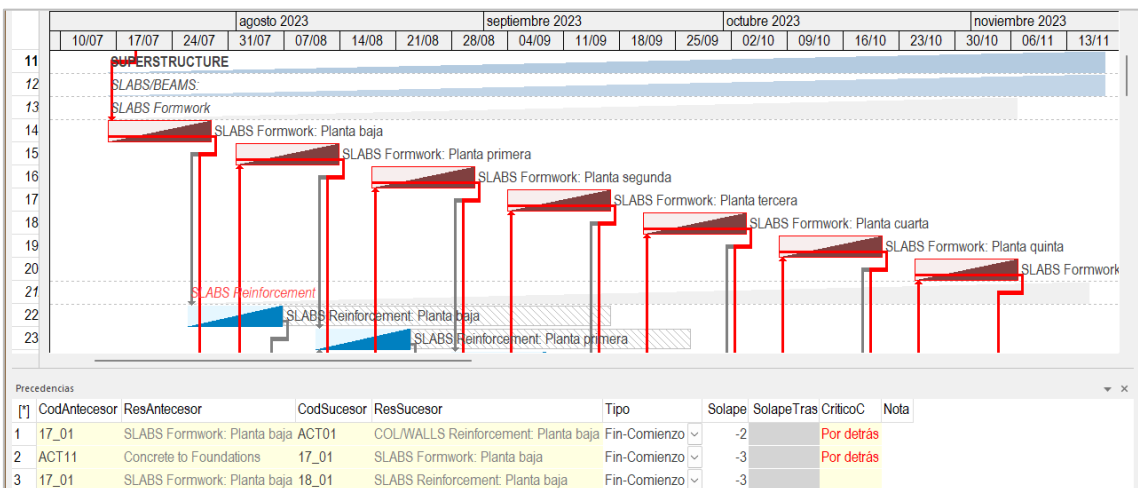
Y se ha introducido la lógica necesaria en el resto de la planificación para que las actividades estén adecuadamente vinculadas.



Planificación original y planificación corregida de la cimentación



Planificación original de encofrado, armadura y hormigonado del forjado



Planificación corregida de encofrado, armadura y hormigonado del forjado

La duración total es la misma ahora las actividades son también críticas por el final y cualquier alteración de su duración afecta a la obra.

Para facilitar la visualización se crean todos los días de la agenda entre el principio y el final de la obra y se anulan todos los festivos.

Esta situación se muestra en la obra "Laptali Planificación corregida"

Preparación

Las duraciones y los costes normal y *crash* se introducen como variables de usuario "NDuration", "CDuration", "NCost" y "CCost".

A las variables de coste se les asigna el cálculo "Como precio de presupuesto" de forma que se obtiene directamente el coste normal y *crash* de todos los conceptos superiores.

	Tag	Info	Variable	Tipo	Descripción	TipoCálculo	Dec
1	<input type="checkbox"/>	c	NDuration	Integer	Normal duration	No	
2	<input type="checkbox"/>	c	NCost	Real	Normal cost	Como precio de presupuesto	2
3	<input type="checkbox"/>	c	CDuration	Integer	Crash duration	No	
4	<input type="checkbox"/>	c	CCost	Real	Crash cost	Como precio de presupuesto	2

Variables de costes y duraciones

Estos cálculos se podrían realizar en una hoja Excel. El interés de hacerlos en Presto, además de demostrar la versatilidad del programa, es minimizar los errores, al mantener tanto los costes como los tiempos en un único sistema informático, usando solo Excel al final para obtener los gráficos.

Reducción de coste por día

Este valor, que representa la pendiente de la recta que une los dos puntos en una gráfica de duraciones y costes, se calcula en una variable "Slope" como cociente de la diferencia entre costes y duraciones.

$$\frac{(\text{Conceptos}.\$("CCost").\text{Valor} - \text{Conceptos}.\$("NCost").\text{Valor})}{(\text{Conceptos}.\$("NDuration").\text{Valor} - \text{Conceptos}.\$("CDuration").\text{Valor})}$$

Dos de los resultados de esta variable no cuadran con la Tabla 1 del documento. Corresponden a las actividades de armadura de soportes y de forjados, que se han dividido por un número de días incorrecto.

Además, las actividades relacionadas con la ejecución de las escaleras tienen diferentes costes normal y *crash*, cuando ambas duraciones son iguales.

Estas actividades se han marcado en rojo en el ejemplo adjunto.

Coste de la actividad comprimida

La variable de usuario "Pres" calcula el nuevo coste de la actividad en función del número de días reducido respecto a la duración normal.

$$\text{(Conceptos.\$("NCost").Valor + (Conceptos.\$("CCost").Valor - Conceptos.\$("NCost").Valor) / (Conceptos.\$("NDuration").Valor - Conceptos.\$("CDuration").Valor) * (Conceptos.\$("NDuration").Valor - Relaciones.DurTot))}$$

Antes de la reducción de duraciones contiene el coste normal y al final el coste *crash*. En los conceptos que no son actividades no es significativa.

La figura muestra el presupuesto con las variables necesarias, preparado para ir comprimiendo la reducción de las actividades.

go	NatC	lh	Resumen	CanPres	Pres	DurTot	[c] NCost	[c] NDuration	[c] CCost	[c] CDuration	[c] CSlope	[c] Pres
							NA	NA	NA	NA	84,51	15.120,00
			Laptali Optimización tiempos y coste	1	675.585,10	172	675.585,10	NA	689.011,10	NA		675.585,10
01			SUBSTRUCTURE	1	38.149,90	19	38.149,90	NA	39.360,70	NA		38.149,90
	ACT07		Excavate top soil	1,00	324,00	2	324,00	2	385,70	1	61,70	324,00
	ACT08		Excavate to reduce levels	1,00	428,40	3	428,40	3	510,00	2	81,60	428,40
	01.3		Excavate & Compact Foundations	1,00	283,50	2	283,50	2	337,50	1	54,00	283,50
	05		CONCRETE FOR:	1,00	37.114,00	13	37.114,00	NA	38.127,50	NA		37.114,00
02			SUPERSTRUCTURE	1	445.945,80	126	445.945,80	NA	452.072,40	NA		445.945,80
	16		SLABS/BEAMS:	1,00	422.200,80	126	422.200,80	NA	427.800,60	NA		422.200,80
	17		SLABS Formwork	6,00	29.100,00	115	29.100,00	NA	29.766,10	NA		29.100,00
	18		SLABS Reinforcement	6,00	15.264,00	114	15.264,00	NA	15.272,00	NA		15.264,00
	19		SLABS Concrete	1,00	156.016,80	106	156.016,80	NA	157.572,00	NA		156.016,80
	19_01		SLABS Concrete: Planta baja	1,000	26.002,80	4	26.002,80	4	26.262,00	2	129,60	26.002,80
	19_02		SLABS Concrete: Planta primera	1,000	26.002,80	4	26.002,80	4	26.262,00	2	129,60	26.002,80
	19_03		SLABS Concrete: Planta segunda	1,000	26.002,80	4	26.002,80	4	26.262,00	2	129,60	26.002,80
	19_04		SLABS Concrete: Planta tercera	1,000	26.002,80	4	26.002,80	4	26.262,00	2	129,60	26.002,80
	19_05		SLABS Concrete: Planta cuarta	1,000	26.002,80	4	26.002,80	4	26.262,00	2	129,60	26.002,80
	19_06		SLABS Concrete: Planta quinta	1,000	26.002,80	4	26.002,80	4	26.262,00	2	129,60	26.002,80
	ACT10		SLABS Concrete: Cubierta	1,000	26.002,80	4	26.002,80	4	26.262,00	2	129,60	26.002,80
	12		COLUMNS/WALLS:	1,00	19.392,60	99	19.392,60	NA	19.839,60	NA		19.392,60
	14		COL/WALLS Reinforcement	1,00	4.887,00	88	4.887,00	NA	4.897,20	NA		4.887,00
	ACT01		COL/WALLS Reinforcement: Planta baja	1,000	814,50	3	814,50	3	816,20	1	0,85	814,50
	ACT02		COL/WALLS Reinforcement: Planta primera	1,000	814,50	3	814,50	3	816,20	1	0,85	814,50
	ACT03		COL/WALLS Reinforcement: Planta segunda	1,000	814,50	3	814,50	3	816,20	1	0,85	814,50
	ACT04		COL/WALLS Reinforcement: Planta tercera	1,000	814,50	3	814,50	3	816,20	1	0,85	814,50
	ACT05		COL/WALLS Reinforcement: Planta cuarta	1,000	814,50	3	814,50	3	816,20	1	0,85	814,50
	ACT06		COL/WALLS Reinforcement: Planta quinta	1,000	814,50	3	814,50	3	816,20	1	0,85	814,50
	13		COL/WALLS Formwork	6,00	1.099,80	87	1.099,80	87	1.160,80	1	0,71	1.099,80
	15		COL/WALLS Concrete	6,00	1.317,80	88	1.317,80	88	1.329,60	2	0,14	1.317,80
	20		STAIRCASES	1,00	4.352,40	94	4.352,40	NA	4.432,20	NA		4.352,40
03			BRICK/BLOCKWORK	1	176.369,40	101	176.369,40	NA	181.190,40	NA		176.369,40

Presupuesto con las variables de coste y duración

Agenda

Los resultados se van a guardar en la misma agenda del presupuesto, introduciendo el importe obtenido en cada reducción en el día de terminación estimada de la obra durante ese paso, en el campo "UsrNum".

Para facilitar el proceso se crea en la agenda un campo de usuario que muestra el presupuesto total en cada momento.

Conceptos[Nat==0].Pres

Se ha copiado la lista de duraciones de 1 a 172 desde el día de inicio de la planificación hasta el último día de la obra, 30/06/2023 y 19/12/2023 en este ejemplo, para facilitar la asignación de los importes.

La actividad reducida se introducirá en el campo "Resumen".

Para registrar el estado inicial se copia el coste normal en el resumen del día 172.

	Tag	NatC	Info	Nota	Usr90	UsrNum	Resumen
54/4	14-Dic-23	<input type="checkbox"/>	4	167	675.585,10		
55/4	15-Dic-23	<input type="checkbox"/>	5	168	675.585,10		
56/4	16-Dic-23	<input type="checkbox"/>	6	169	675.585,10		
57/4	17-Dic-23	<input type="checkbox"/>	7	170	675.585,10		
58/4	18-Dic-23	<input type="checkbox"/>	1	171	675.585,10		
59/4	19-Dic-23	<input type="checkbox"/>	2	172	675.585,10	675.585,1	Normal
60/4	20-Dic-23	<input type="checkbox"/>	3		675.585,10		
61/4	21-Dic-23	<input type="checkbox"/>	4		675.585,10		

Estado inicial en la agenda, con coste y duración normal

En la disposición de la imagen el coste se puede copiar al campo "UsrNum" mediante [Mayúsculas + F9]-

Reducción del camino crítico

Las actividades que se van a acelerar por orden de coste se han marcado en color verde y se les han asignado códigos de "ACT01" a "ACT11".

Se comienza por la actividad "ACT01", reduciendo la duración un día y comprobando que la duración total se reduce de la misma manera.

Las variables que contienen expresiones no pueden actuar simultáneamente como precio de presupuesto, de ahí que es necesario copiar el nuevo coste de esta actividad desde la variable "Pres" al campo "Pres" del concepto.

digo	NatC	ln	Resumen	CanPres	Pres	DurTot	[c] NCost	[c] NDuration	[c] CCost	[c] CDuration	[c] CSlope	[c] Pres
							NA	NA	NA	NA	0,85	815,35
			Laptali Optimización tiempos y coste	1	675.585,95	171	675.585,10	NA	689.011,10	NA		675.585,10
01			SUBSTRUCTURE	1	38.149,90	19	38.149,90	NA	39.360,70	NA		38.149,90
02			SUPERSTRUCTURE	1	445.946,65	125	445.945,80	NA	452.072,40	NA		445.945,80
16			SLABS/BEAMS:	1,00	422.200,80	125	422.200,80	NA	427.800,60	NA		422.200,80
12			COLUMNS/WALLS:	1,00	19.393,45	98	19.392,80	NA	19.839,60	NA		19.392,60
14			COLWALLS Reinforcement	1,00	4.887,85	87	4.887,00	NA	4.897,20	NA		4.887,00
ACT01			COLWALLS Reinforcement: Planta baja	1,000	815,35	2	814,50	3	816,20	1	0,85	815,35
ACT02			COLWALLS Reinforcement: Planta primera	1,000	814,50	3	814,50	3	816,20	1	0,85	814,50
ACT03			COLWALLS Reinforcement: Planta segunda	1,000	814,50	3	814,50	3	816,20	1	0,85	814,50
ACT04			COLWALLS Reinforcement: Planta tercera	1,000	814,50	3	814,50	3	816,20	1	0,85	814,50
ACT05			COLWALLS Reinforcement: Planta cuarta	1,000	814,50	3	814,50	3	816,20	1	0,85	814,50
ACT06			COLWALLS Reinforcement: Planta quinta	1,000	814,50	3	814,50	3	816,20	1	0,85	814,50

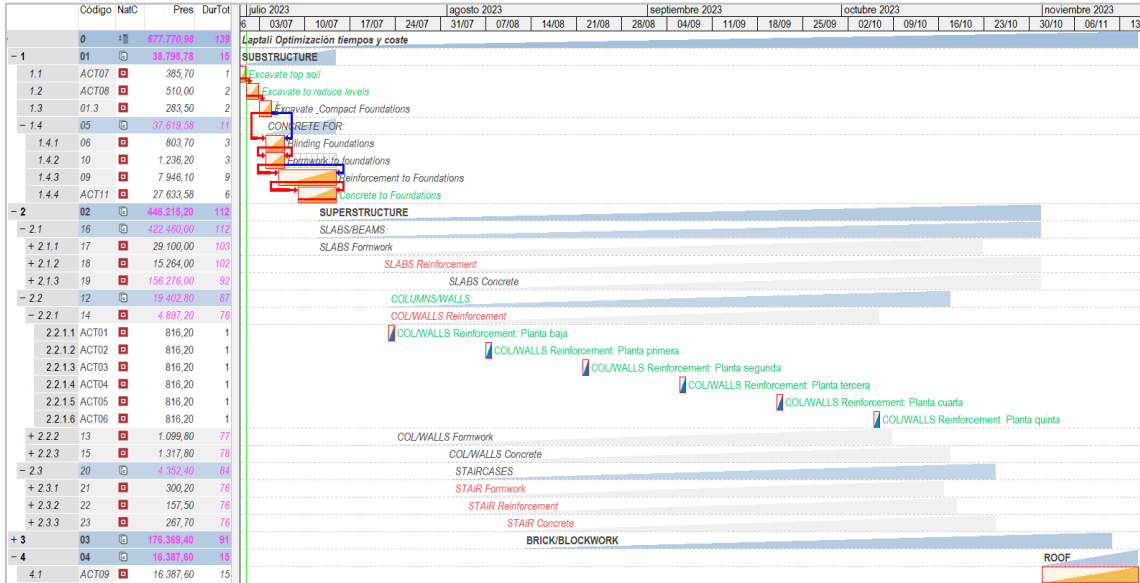
Reducción en un día de la actividad "ACT01"

Para generar el registro, se copia en la agenda el presupuesto total al campo "UsrNum" del día final de la ejecución y se introduce "ACT01" en el campo "Resumen".

		Tag	NatC	Info	Nota	Usr90	UsrNum	Resumen
56/4 ▶	16-Dic-23	<input type="checkbox"/>	6		169	675.585,95		
57/4	17-Dic-23	<input type="checkbox"/>	7		170	675.585,95		
58/4	18-Dic-23	<input type="checkbox"/>	1		171	675.585,95	675.585,95	ACT01
59/4	19-Dic-23	<input type="checkbox"/>	2		172	675.585,10	675.585,1	Normal

Agenda con el importe de la reducción de la actividad "ACT01"

El proceso se repite con las actividades "ACT02" y siguientes.



Planificación con coste y duración crash

Es necesario elegir en cada momento la actividad del camino crítico que tenga un menor coste de reducción.

ACTIVIDADES	REDUCCIÓN POR DÍA
ACT01..ACT06	Armadura de soportes * 0,85
ACT07	Limpieza del terreno 61,70
ACT08	Excavación 81,60
ACT09	Asfaltado de cubierta 84,50
ACT10	Hormigonado de forjado de cubierta 129,60
ACT11	Hormigonado de cimentación ** 134,80

* 1,7 en el documento según la Tabla 1

** 168,53 en el documento según el aumento de coste directo de la Tabla 2

Dado que ha sido necesario rehacer la planificación no es posible asegurar que el recorrido del documento de base sea el óptimo. Por ejemplo, las actividades

de encofrado de forjados, que son críticas y tienen un coste de reducción de 111,02, deberían acelerarse antes de "ACT10".

Cuando se intenta reducir por tercera vez la actividad "ACT11" se observa que la duración total de 139 días ya no se acorta, ya que depende de la duración del encofrado, y se ha detenido aquí el proceso. Es posible que otra secuenciación permitiera seguir acortando la obra.

		Tag	NatC	Info	Nota	UsrNum	Resumen
25/4	16-Nov-23	<input type="checkbox"/>	4		139	677.602,45	ACT11
26/4	17-Nov-23	<input type="checkbox"/>	5		140	677.433,93	ACT11
27/4	18-Nov-23	<input type="checkbox"/>	6		141	677.265,4	ACT10
28/4	19-Nov-23	<input type="checkbox"/>	7		142	677.135,8	ACT10
29/4	20-Nov-23	<input type="checkbox"/>	1		143	677.006,2	ACT09
30/4	21-Nov-23	<input type="checkbox"/>	2		144	676.921,69	ACT09
31/4	22-Nov-23	<input type="checkbox"/>	3		145	676.837,19	ACT09
32/4	23-Nov-23	<input type="checkbox"/>	4		146	676.752,68	ACT09
33/4	24-Nov-23	<input type="checkbox"/>	5		147	676.668,17	ACT09
34/4	25-Nov-23	<input type="checkbox"/>	6		148	676.583,67	ACT09
35/4	26-Nov-23	<input type="checkbox"/>	7		149	676.499,16	ACT09
36/4	27-Nov-23	<input type="checkbox"/>	1		150	676.414,66	ACT09
37/4	28-Nov-23	<input type="checkbox"/>	2		151	676.330,15	ACT09
38/4	29-Nov-23	<input type="checkbox"/>	3		152	676.245,64	ACT09
39/4	30-Nov-23	<input type="checkbox"/>	4		153	676.161,14	ACT09
40/3	- Dic-23	<input type="checkbox"/>					
41/4	01-Dic-23	<input type="checkbox"/>	5		154	676.076,63	ACT09
42/4	02-Dic-23	<input type="checkbox"/>	6		155	675.992,12	ACT09
43/4	03-Dic-23	<input type="checkbox"/>	7		156	675.907,62	ACT09
44/4	04-Dic-23	<input type="checkbox"/>	1		157	675.823,11	ACT09
45/4	05-Dic-23	<input type="checkbox"/>	2		158	675.738,6	ACT08
46/4	06-Dic-23	<input type="checkbox"/>	3		159	675.657	ACT07
47/4	07-Dic-23	<input type="checkbox"/>	4		160	675.595,3	ACT06
48/4	08-Dic-23	<input type="checkbox"/>	5		161	675.594,45	ACT06
49/4	09-Dic-23	<input type="checkbox"/>	6		162	675.593,6	ACT05
50/4	10-Dic-23	<input type="checkbox"/>	7		163	675.592,75	ACT05
51/4	11-Dic-23	<input type="checkbox"/>	1		164	675.591,9	ACT04
52/4	12-Dic-23	<input type="checkbox"/>	2		165	675.591,05	ACT04
53/4	13-Dic-23	<input type="checkbox"/>	3		166	675.590,2	ACT03
54/4	14-Dic-23	<input type="checkbox"/>	4		167	675.589,35	ACT03
55/4	15-Dic-23	<input type="checkbox"/>	5		168	675.588,5	ACT02
56/4	16-Dic-23	<input type="checkbox"/>	6		169	675.587,65	ACT02
57/4	17-Dic-23	<input type="checkbox"/>	7		170	675.586,8	ACT01
58/4	18-Dic-23	<input type="checkbox"/>	1		171	675.585,95	ACT01
59/4	19-Dic-23	<input type="checkbox"/>	2		172	675.585,1	Normal

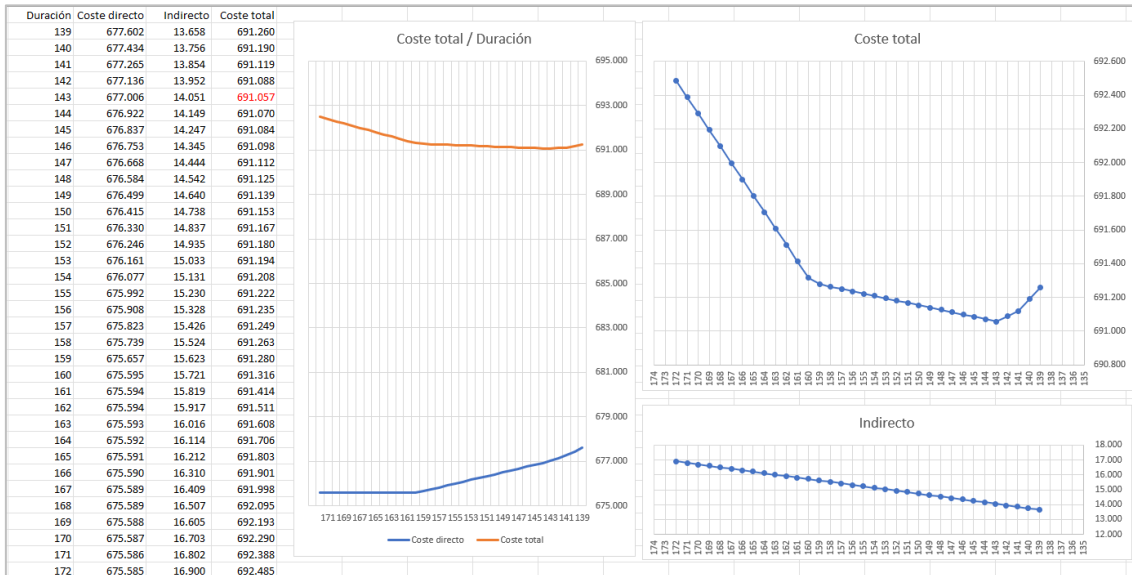
Resultado final en la agenda

El resultado final se muestra en la obra "Laptali Planificación final"

Coste total y duración óptima

Para obtener las gráficas se han copiado los resultados a Excel.

Se ha añadido el coste indirecto, que en la Tabla 2 es del 2,50% del coste directo normal, en lugar del 3% que se menciona en el texto, y desciende hasta acabar en el 2% del coste *crash*.



Gráficos de coste directo, indirecto y total

La suma del coste directo, que crece, y el coste indirecto, que decrece, tiene un mínimo, que en este caso es de £ 691.057,00 y corresponde a una duración óptima de 143 días.

Conclusiones

Algunos datos del ejemplo son poco razonables. Hay unas diferencias demasiado pequeñas entre los costes normal y *crash*, como ocurre en la armadura de los soportes. En consecuencia, con cualquier porcentaje del coste indirecto superior al utilizado tiene sentido reducir todas las duraciones posibles al valor mínimo sin necesidad de ningún cálculo.

De la misma manera, los valores de la impermeabilización de la cubierta inducen a realizarla directamente en el tiempo mínimo y sugieren que el ejemplo está muy forzado.

En la realidad, con independencia de este ejemplo concreto, el método de aceleración del camino crítico CPM es difícilmente aplicable en la construcción.

Por una parte, no es posible de forma general conocer los costes y las duraciones normal y *crash* de las distintas actividades, y aun menos aceptar que todas las duraciones intermedias se pueden usar y tienen costes lineales.

En la realidad de la planificación se toman decisiones de mucho mayor calado y también más sencillas de valorar, como el tamaño y el número de los equipos, si se opta o no por determinados elementos prefabricados, etc. Estas

decisiones pueden producir reducciones significativas de los plazos, así como aumentos de coste relativamente fáciles de estimar.

Al mismo tiempo, el aumento de los costes directos no se compensa sólo con la reducción de indirectos, que también requeriría un estudio más detallado que el de este ejemplo, sino con otros importantes de la misma o mayor magnitud, como los costes financieros, el lucro cesante, las primas y las penalizaciones.

Al igual que otros aspectos de la planificación, como el uso de la curva BetaPert y el cálculo probabilístico de las duraciones, esta teoría, desarrollada alrededor de los años 60 del siglo pasado, no ha sido revalidada con datos reales, de aquí su escasa aplicación en nuestro sector.