

VI. Estudio de Caso

Para ejemplificar la aplicación metodológica se decidió presentar como Estudio de Caso el proceso constructivo de una Bodega, en dos alternativas y con un par de variantes cada una, presentando el desarrollo de cálculo como se hace de manera “tradicional” y presentando también los resultados de hacerlo con un software comercialmente disponible.

La idea de presentar la Construcción de una Bodega, es por considerar que se trata de un proceso constructivo en el que la mayoría coincidimos y comprendemos sin dificultad, lo que permite abarcar todo lo anteriormente planteado en capítulos anteriores, de una manera implícita.

Las dos alternativas se refieren al mismo caso y al mismo procedimiento constructivo, solo que cambian al desarrollar los avances en los conceptos de obra, en la primer alternativa al tener que esperar terminar cada uno al 100% y en la segunda alternativa al poder avanzar a otro concepto teniendo cubierto solo el 50% del anterior, en la mayoría de los casos; es decir, en la primera alternativa se tiene que esperar terminar 100% la Excavación para empezar la Cimentación, mientras que en la segunda alternativa al tener un avance del 50% de la Excavación ya se puede iniciar la Cimentación de ese mismo tramo.

También se presenta, en cada alternativa, el tener disponible como días laborables de lunes a viernes, y cuando se laboran los días sábado, o sea de lunes a sábado.

Con esto se ejemplifica ampliamente las fases de Planeación y Programación; la de Control, con un enfoque de optimización de recursos, se hace aplicando la técnica de Compresión de Redes, en dos momentos, disminuyendo la duración obtenida del proyecto a un tiempo determinado y a su duración mínima, inducida por el propio procedimiento constructivo.

Con respecto al software, el que existe para la administración de proyectos tiene hoy día una amplia difusión. Casi todos los programas caen en una de dos categorías: programas de bajo costo, diseñados para un solo usuario en una computadora personal, y programas de mayor costo, diseñados para una red de un conjunto de computadoras. Parece que la tendencia actual va hacia el segundo tipo de programas; dada la importancia de una comunicación efectiva para el éxito de la administración de proyectos, es crucial tener un mecanismo que permita a todos los que participan en el proyecto compartir datos e información en tiempo real.

Hoy en día existe software comercialmente disponible para la administración de proyectos cada vez más completo que incrementan la funcionalidad de los productos para la administración de proyectos. Por ejemplo, hay programas que permiten al usuario incluir directamente la incertidumbre en la etapa de planeación del proyecto y se pueden realizar análisis de sensibilidad.

Tomar el control de los proyectos de una empresa ayuda a su alta dirección a planear mejor los objetivos y a detectar de manera oportuna problemas o retrasos para evitar gastos innecesarios.

Para que la administración de los proyectos tenga éxito, es necesario que estos se terminen a tiempo, y que se ajusten a los objetivos de la organización. La organización puede administrar sus proyectos para obtener mejores resultados comerciales si se asegura de que existen la infraestructura y las herramientas necesarias para que los equipos colaboren, aprendan de la experiencia pasada y adquieran la información necesaria para actuar con rapidez.

Una organización no se puede dar el lujo de tener baja productividad por que pone en riesgo su posición en el mercado. La mala planeación de proyectos y la ausencia de una metodología para alinear a éstos con las estrategias de negocio de una corporación pueden llegar a su fin.

La planeación de un proyecto hoy en día no tiene nada de especial, excepto porque hay empresas o áreas dentro de ellas que todavía lo hacen de manera empírica o en las que solo una persona guarda celosamente la información de los proyectos. Estas prácticas ya son obsoletas.

En la actualidad existen en el mercado una infinidad de productos destinados a este fin, sin embargo para el objetivo de este trabajo se decidió utilizar Project de Microsoft, por tratarse de una herramienta flexible, eficaz y fácil de utilizar, que permite controlar los proyectos, ayuda a mantener informados a quienes participan en ellos y es compatible con la forma que se trabaja en las obras, estando además en idioma español, lo que asegura un acceso y lectura por todos los niveles de empleados (sobrestante, secretaria, ayudante, etc.), además de ser compatible 100% con otros software muy utilizado en nuestro País y en nuestro medio, Office también de Microsoft, que permite ligar información de y con Word, Excel y Power Point.

VI.1 Construcción de Bodega (Alternativa 1)

Para hacer el análisis del proceso constructivo de una Bodega se han propuesto en esta sección, dos opciones, la primera considerando laborar de lunes a viernes, con un horario de las 08:00 a 14:00 hr y 15:00 a 17:00 hr, la segunda laborando de lunes a sábado (sábados solo de 08:00 a 13:00 hr). Además se han establecido para ambas condiciones como días no laborables: 16 de septiembre, 2 y 20 de noviembre, 1, 12 y 25 de diciembre, 1 de enero. A continuación se presentan sólo dos de la diversidad de formas que se tienen en la actualidad para llevar a cabo la Programación y Control de una Obra, por un lado se hará el análisis mediante la forma común de cálculo (arrastrando el lápiz) y por otro se empleará un software que de acuerdo a sus características y ventajas se ha determinado emplear, Project de Microsoft en español.

Para obtener la Programación y Control de un proyecto a partir de Project de Microsoft, a continuación se hace una breve descripción de los pasos a seguir para introducir los datos al software.

Creación de un nuevo proyecto

El primer paso para crear un nuevo proyecto consiste en abrir un nuevo archivo y designar la fecha de comienzo o de fin, así como el resto de la información general del mismo. Si no escribe una fecha de comienzo o fin, Project de Microsoft utilizará la fecha actual como fecha de comienzo.

1. Hacemos clic en **Nuevo** en la barra de herramientas **Estándar**.
2. Escribimos una fecha de comienzo o de fin.
 - Para escribir una fecha de comienzo, escribimos o seleccionamos la fecha en la que desee iniciar el proyecto en el cuadro **Fecha de comienzo**, para el caso de este proyecto, la fecha de inicio se estableció a partir del día 4 de septiembre de 2006. Si no se está seguro de la fecha, se puede elegir un día del calendario desplegable en cualquier cuadro.
 - Para escribir una fecha de fin, se hace clic en **Fecha de fin del proyecto** en el cuadro **Programar a partir de** y, a continuación, se escribe o selecciona una fecha de fin para programar el proyecto en el cuadro de **Fecha de fin**, que para este caso, la fecha de terminación será el día 3 de enero de 2007.

- Si los planes del proyecto cambian, se puede modificar la información en cualquier momento haciendo clic en **Información del proyecto** en el menú **Proyecto**.

Cada proyecto se compone de un conjunto único de elementos: las tareas que conlleva, las personas que las realizan y el objetivo del proyecto que se espera alcanzar. Como ayuda para recordar y comunicar detalles importantes, se puede escribir información acerca del proyecto y consultarla o imprimirla cuando se necesite.

1. En el menú **Archivo**, haga clic en **Propiedades**.
2. En la ficha **Resumen**, escriba información acerca del proyecto, por ejemplo, las personas que administrarán el proyecto, el objetivo del proyecto, las limitaciones que pueden dificultar el logro de ese objetivo y otras notas de tipo general relativas al proyecto, en este caso no se especifica ninguna tarea.

Calendario

Permite cambiar los días y horas laborables del calendario del proyecto para reflejar la programación de trabajo de todas las personas que trabajan en el proyecto. Se pueden especificar los días y horas no laborables normales, con fines de semana y noches, así como los días festivos excepcionales, como las vacaciones.

1. En el menú **Herramienta**, hacemos clic en **Cambiar calendario laboral**.
2. Para cambiar todo el calendario, se selecciona cada día de la semana en la parte superior. Para cambiar un solo día, se selecciona la fecha en el calendario.
3. Se hace clic en **Período no laborable** para indicar los días libres, o en **Período laborable** para cambiar las horas de trabajo. Para esta alternativa se marcaron los días sábados y domingos como no laborables, así como los días que por ley o por costumbre no se laboran y estos son 2 y 20 de noviembre, 1, 12 y 25 de diciembre y 1 de enero.
4. Si se hace clic en **Período laborable** en el paso 3, se escriben las horas de comienzo y fin de trabajo en los cuadros **Desde** y **Hasta**. Los horarios establecidos para este proyecto serán de 08:00 a 14:00 hr y de 15:00 a 17:00 hr

Especificar las tareas y sus duraciones

Un proyecto normal se compone de una serie de tareas relacionadas, que son los bloques que constituyen la programación. Una tarea debe representar una cantidad de trabajo significativa con una fecha de entrega definida pero, a la vez, debe ser lo suficientemente corta para permitir el seguimiento regular de su progreso y la identificación temprana de los problemas. En general, una tarea debe tener entre 1 y 2 semanas de duración. Sin embargo, las tareas también pueden especificarse en minutos, horas, días o semanas, en función de la medida que resulta más exacta en cada caso. Escribir las tareas en el orden general en el que se vayan a realizar (apoyándose en la Matriz de Precedencias y Secuencias). Posteriormente, es posible reorganizar o eliminar estas tareas, o agregar otras nuevas si es necesario.

1. En la **Barra de vistas**, hacemos clic en **Diagrama de Gantt**.
2. En el campo **Nombre de tarea**, escribimos el nombre de la tarea.
3. Presionamos la tecla **Entrar**.
4. En el campo **Duración**, escribir la cantidad de tiempo en minutos, horas, días o semanas. Escribir los incrementos menores, como medio día, con el formato 0.5 días. Project de Microsoft utiliza las duraciones para calcular la cantidad de trabajo que ha de realizarse en la tarea.

Nota: No hay que escribir fechas en los campos comienzo y fin. Project de Microsoft calculará las fechas de comienzo y fin en función de las dependencias entre tareas que se especifique.

Precedencias

Una vez decidido cuál será el orden de las tareas, se ordenan secuencialmente vinculándolas, es importante destacar que es de suma importancia haber realizado previamente la Matriz de Precedencias y Secuencias, ya que esto nos permitirá hacer la vinculación de manera rápida y ágil en Project de Microsoft.

1. En la **Barra de vistas**, hacemos clic en **Diagrama de Gantt**.
2. En el campo **Precedencias**, escribir la precedencia relacionada con la tarea.
3. Una vez terminada la relación de precedencias presionando la tecla Entrar.

Identificar la Ruta Crítica

La ruta crítica es una serie de tareas que se deben de completar a tiempo para que un proyecto finalice conforme a la planeación. La mayoría de las tareas de un proyecto normal presentan alguna demora y, por tanto, se pueden retrasar ligeramente sin afectar a la fecha de fin del proyecto. Las tareas que no se pueden retrasar sin que se modifique la fecha de fin del proyecto se denominan tareas críticas. Es posible observar la red completa del proyecto así como la ruta crítica, la cuál queda representada por una línea más gruesa y con otro color.

1. En la **Barra de vistas**, hacemos clic en **Diagrama de Pert**.
2. Por último si deseamos imprimir toda la información obtenida hacemos clic en **Archivo** e imprimimos.

VI.1.1 Considerando Semana Laborable de lunes a viernes (Alternativa 1A)

Primeramente será necesario hacer el listado de las actividades involucradas en la realización del proyecto e inmediatamente después, obtener la matriz de precedencias y secuencias, figura 41, y a partir de la matriz, obtener la red del proyecto como se observa en la figura 42, que para este caso es por el método de Teoría de Nodos. Del cálculo de tiempos en el diagrama de red se tiene la siguiente información:

Duración total del proyecto: **82 días**.

Actividades Críticas: **A, D, E, F, H, J, V, R, W e Y**.

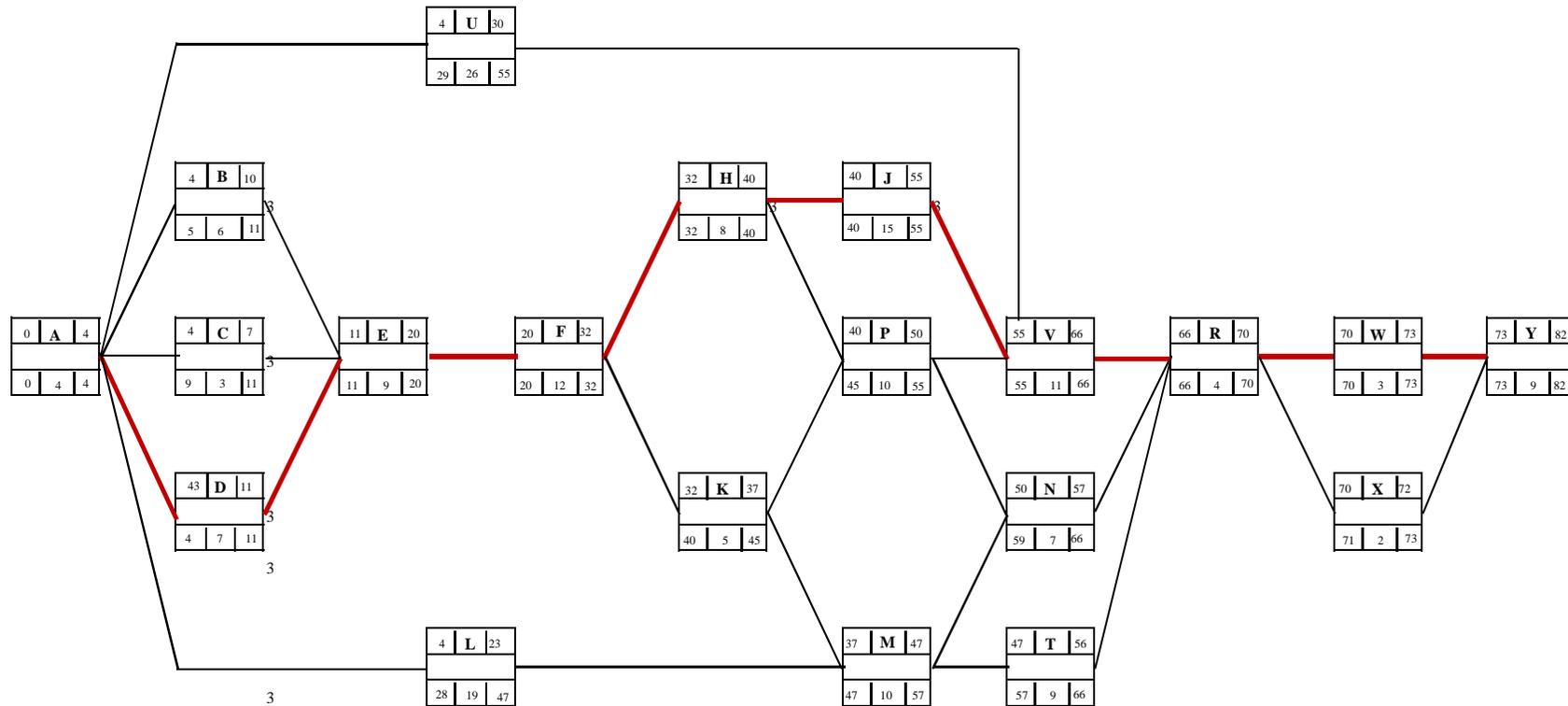
Ruta Crítica: **A-D-E-F-H-J-V-R-W-Y**.

VI.1.2 Considerando Semana Laborable de lunes a sábado (Alternativa 1B)

Aplicando el mismo procedimiento descrito anteriormente y tomando en cuenta las condiciones establecidas para este caso, se presentan a continuación los resultados obtenidos por el software para ambas alternativas.

	A.- Proyecto	B.- Trámite	C.- Bodega	D.- Acondicionamiento de terreno	E.- Excavación	F.- Cimentación	H.- Relleno	J.- Pisos	K.- Columnas	L.- Fabricación y entrega de estruc. de acero	M.- Montaje de estructura de acero	N.- Instalación eléctrica	P.- Muros	R.- Aplanados	T.- Techo de lámina	U.- Fabricación y entrega de herrería	V.- Colocación de herrería	W.- Vidrios	X.- Pintura	Y.- Detalles	Duración	
A.- Proyecto	X	X	X							X						X						4
B.- Trámite					X																	6
C.- Bodega					X																	3
D.- Acondicionamiento de terreno					X																	7
E.- Excavación						X																9
F.- Cimentación							X		X													12
H.- Relleno								X					X									8
J.- Pisos																	X					15
K.- Columnas										X			X									5
L.- Fabricación y entrega de estruc. de acero											X											19
M.- Montaje de estructura de acero												X			X							10
N.- Instalación eléctrica													X									7
P.- Muros													X				X					10
R.- Aplanados														X				X	X			4
T.- Techo de lámina																						9
U.- Fabricación y entrega de herrería																	X					26
V.- Colocación de herrería																		X				11
W.- Vidrios																				X		3
X.- Pintura																				X		2
Y.- Detalles																					X	9

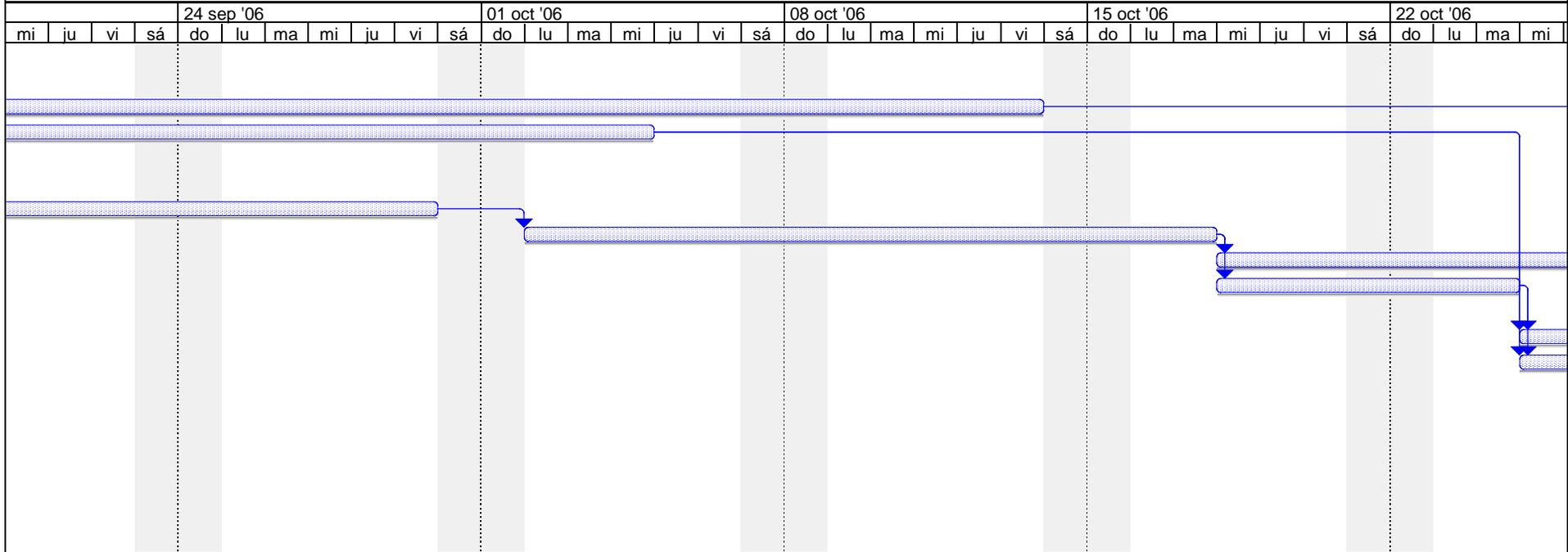
Figura 41 Matriz de Precedencias y Secuencias (Construcción de Bodega Alternativa 1)



Duración total del proyecto: **82 días**
 Actividades Críticas: **A, D, E, F, H, J, V, R, W e Y**
 Ruta Crítica: **A-D-E-F-H-J-V-R-W-Y**
 Fecha de inicio: **4 de septiembre de 2006**
 Fecha de terminación: **2 de enero de 2007**

Figura 42 Red de Actividades de Construcción de Bodega Alternativa 1

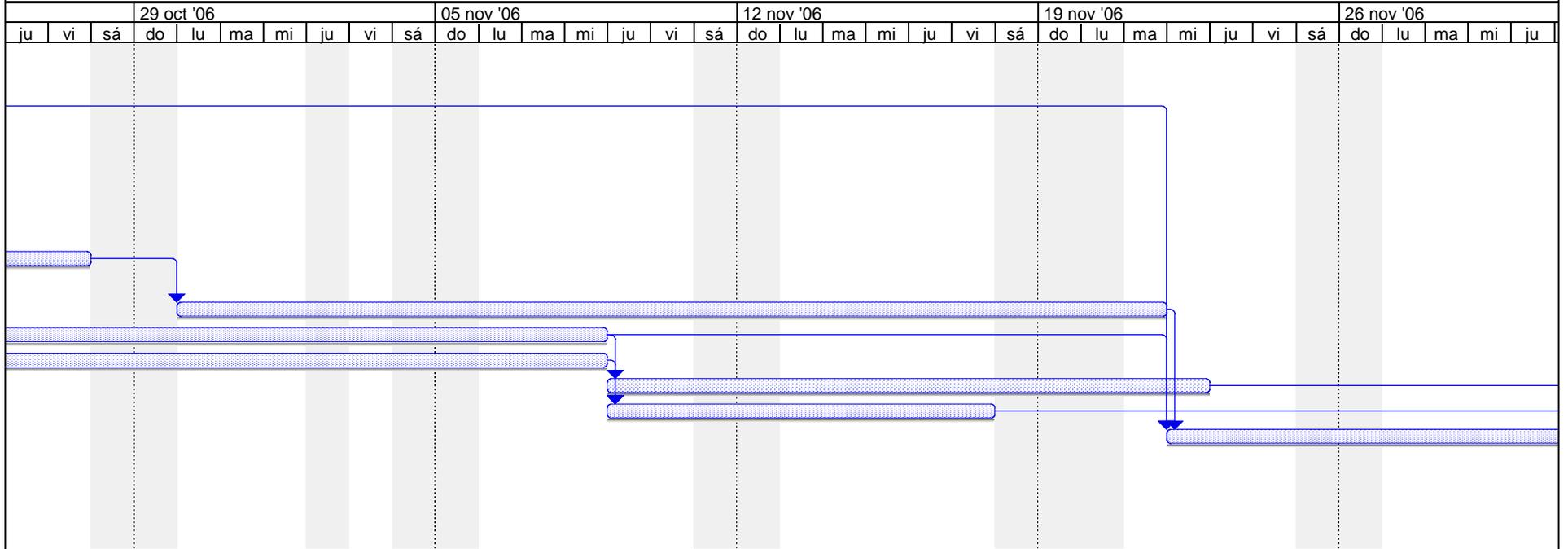
Construcción de Bodega Alternativa 1A



Proyecto: Construcción de Bodega Alternativa 1A
 Fecha de inicio considerando semana laborable de lunes a viernes:
 4 de septiennre de 2006

Tarea		Hito resumido	
División		Progreso resumido	
Progreso		Tareas externas	
Hito		Resumen del proyecto	
Resumen		Hito externo	
Tarea resumida		Fecha límite	
División resumida			

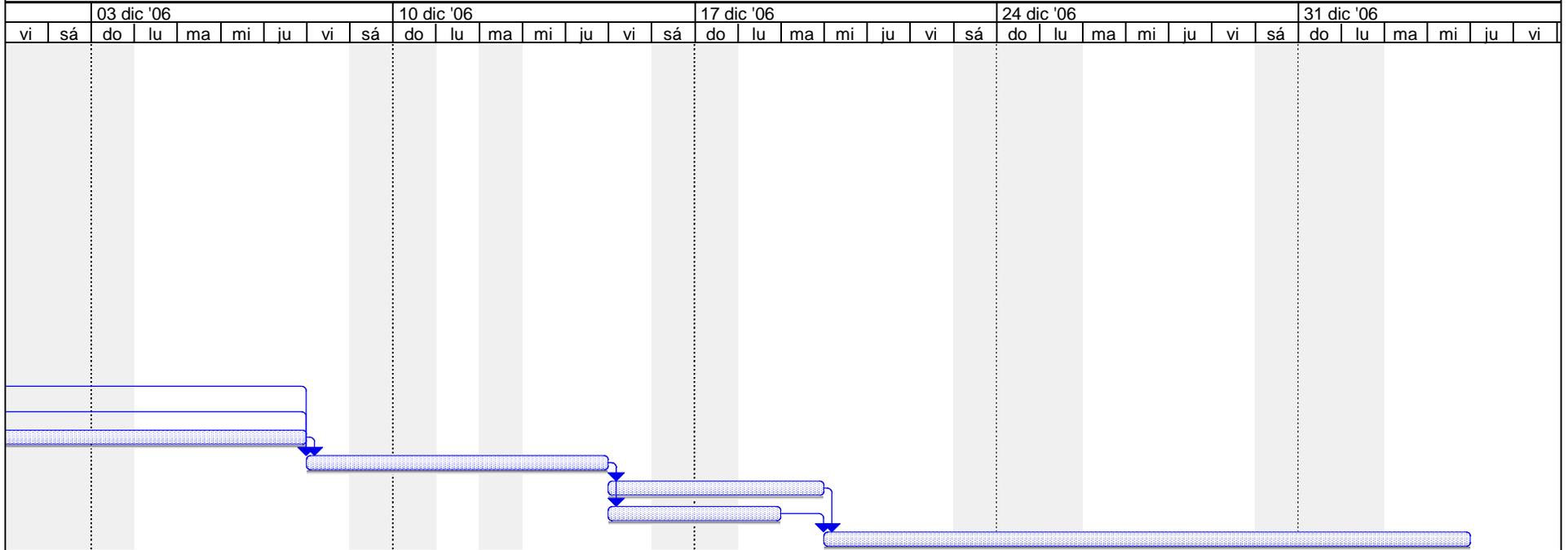
Construcción de Bodega Alternativa 1A



Proyecto: Construcción de Bodega Alternativa 1A
 Fecha de inicio considerando semana laborable de lunes a viernes:
 4 de septiennre de 2006

Tarea		Hito resumido	
División		Progreso resumido	
Progreso		Tareas externas	
Hito		Resumen del proyecto	
Resumen		Hito externo	
Tarea resumida		Fecha límite	
División resumida			

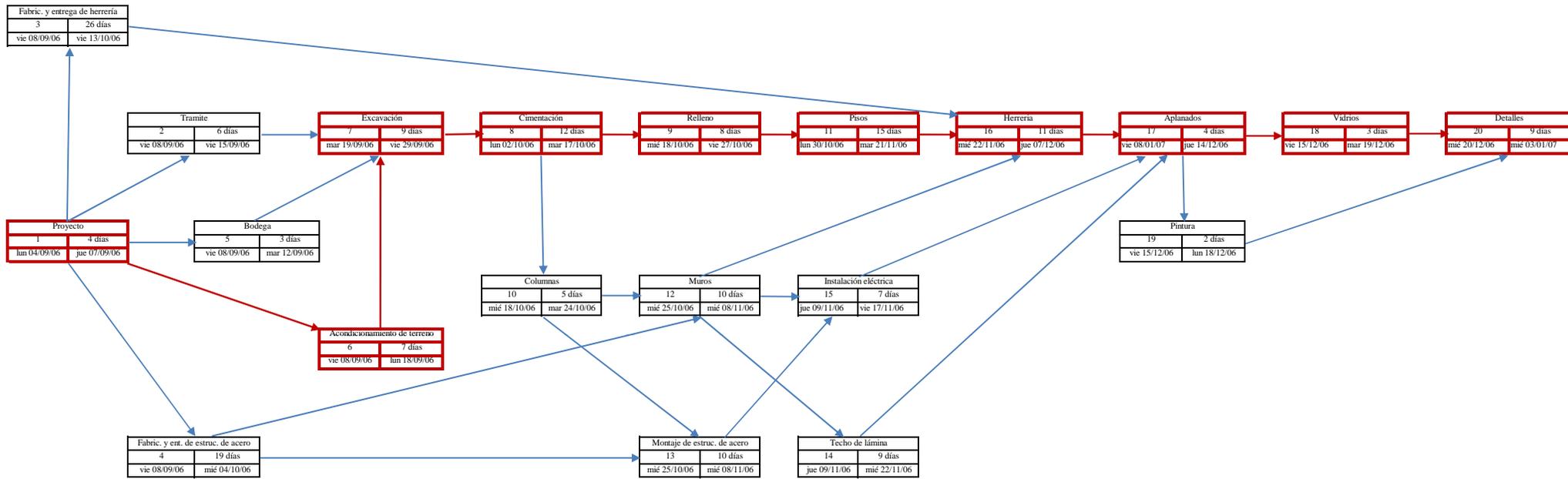
Construcción de Bodega Alternativa 1A



Proyecto: Construcción de Bodega Alternativa 1A
 Fecha de inicio considerando semana laborable de lunes a viernes:
 4 de septiennre de 2006

Tarea		Hito resumido	
División		Progreso resumido	
Progreso		Tareas externas	
Hito		Resumen del proyecto	
Resumen		Hito externo	
Tarea resumida		Fecha límite	
División resumida			

Red de Actividades Calendarizada de Construcción de Bodega Alternativa 1A



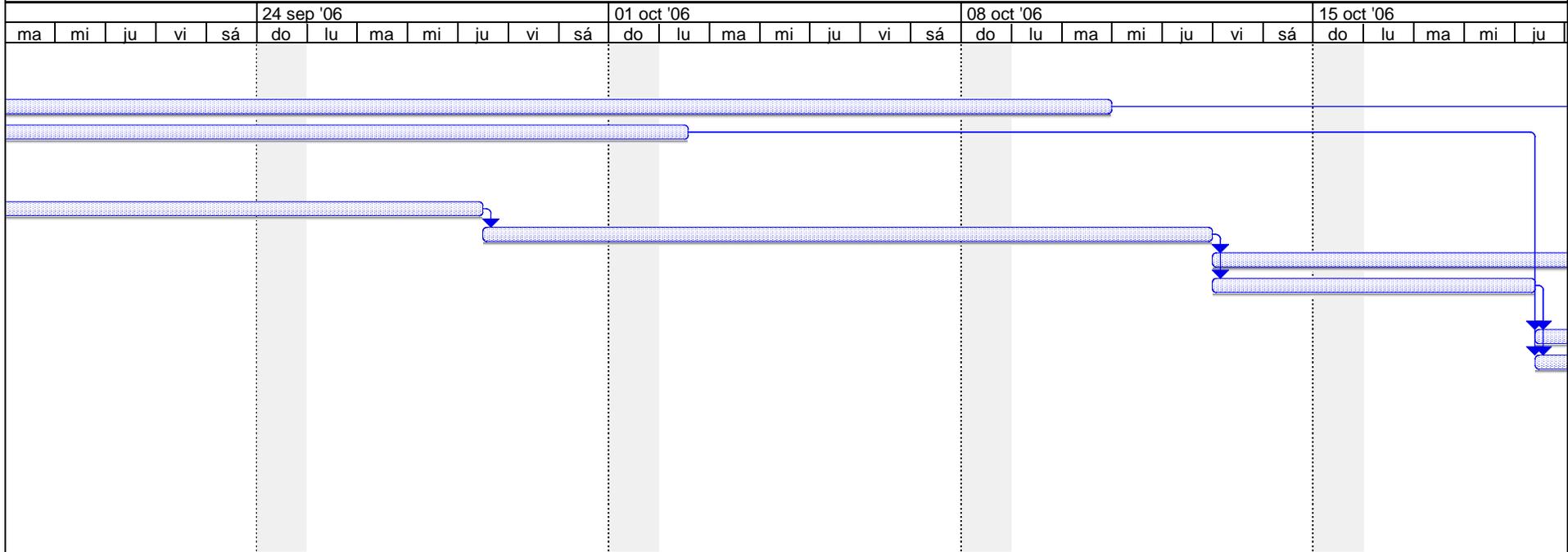
Construcción de Bodega Alternativa 1B

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	03 sep '06							10 sep '06							17 sep '06				
					do	lu	ma	mi	ju	vi	sá	do	lu	ma	mi	ju	vi	sá	do	lu	ma		
1	Proyecto	4 días	lun 04/09/06	jue 07/09/06																			
2	Trámite	6 días	vie 08/09/06	vie 15/09/06																			
3	Fabricación y entrega de herrería	26 días	vie 08/09/06	mar 10/10/06																			
4	Fabricación y entrega de estruc. de acero	19 días	vie 08/09/06	lun 02/10/06																			
5	Bodega	3 días	vie 08/09/06	mar 12/09/06																			
6	Acondicionamiento de terreno	7 días	vie 08/09/06	lun 18/09/06																			
7	Excavación	9 días	lun 18/09/06	jue 28/09/06																			
8	Cimentación	12 días	jue 28/09/06	jue 12/10/06																			
9	Relleno	8 días	vie 13/10/06	lun 23/10/06																			
10	Columnas	5 días	vie 13/10/06	jue 19/10/06																			
11	Pisos	15 días	lun 23/10/06	vie 10/11/06																			
12	Muros	10 días	jue 19/10/06	mar 31/10/06																			
13	Montaje de estructura de acero	10 días	jue 19/10/06	mar 31/10/06																			
14	Techo de Lámina	9 días	mar 31/10/06	lun 13/11/06																			
15	Instalación eléctrica	7 días	mar 31/10/06	jue 09/11/06																			
16	Colocación de herrería	11 días	sáb 11/11/06	sáb 25/11/06																			
17	Aplanados	4 días	sáb 25/11/06	jue 30/11/06																			
18	Vidrios	3 días	jue 30/11/06	mar 05/12/06																			
19	Pintura	2 días	jue 30/11/06	lun 04/12/06																			
20	Detalles	9 días	mié 06/12/06	lun 18/12/06																			

Proyecto: Construcción de Bodega Alternativa 1B
 Fecha de inicio considerando semana laborable de lunes a sábado
 Fecha: 4 de septiembre de 2006

Tarea		Hito resumido	
División		Progreso resumido	
Progreso		Tareas externas	
Hito		Resumen del proyecto	
Resumen		Hito externo	
Tarea resumida		Fecha límite	
División resumida			

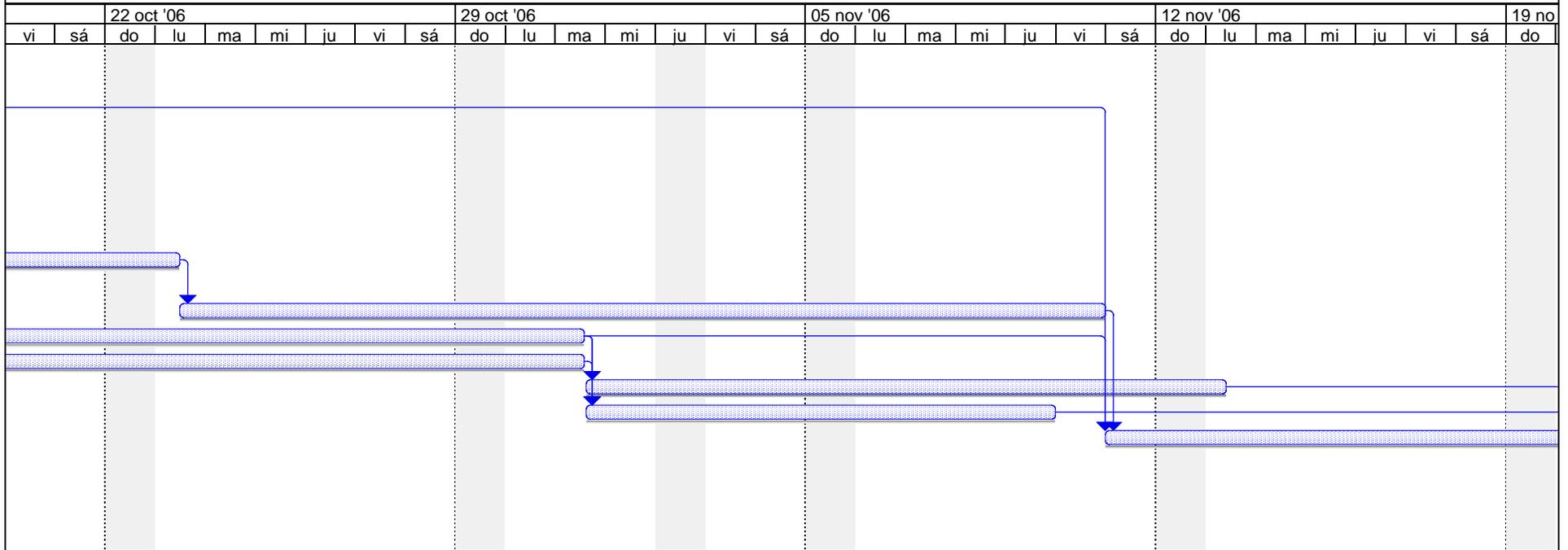
Construcción de Bodega Alternativa 1B



Proyecto: Construcción de Bodega Alternativa 1B
 Fecha de inicio considerando semana laborable de lunes a sábado
 Fecha: 4 de septiembre de 2006

Tarea		Hito resumido	
División		Progreso resumido	
Progreso		Tareas externas	
Hito		Resumen del proyecto	
Resumen		Hito externo	
Tarea resumida		Fecha límite	
División resumida			

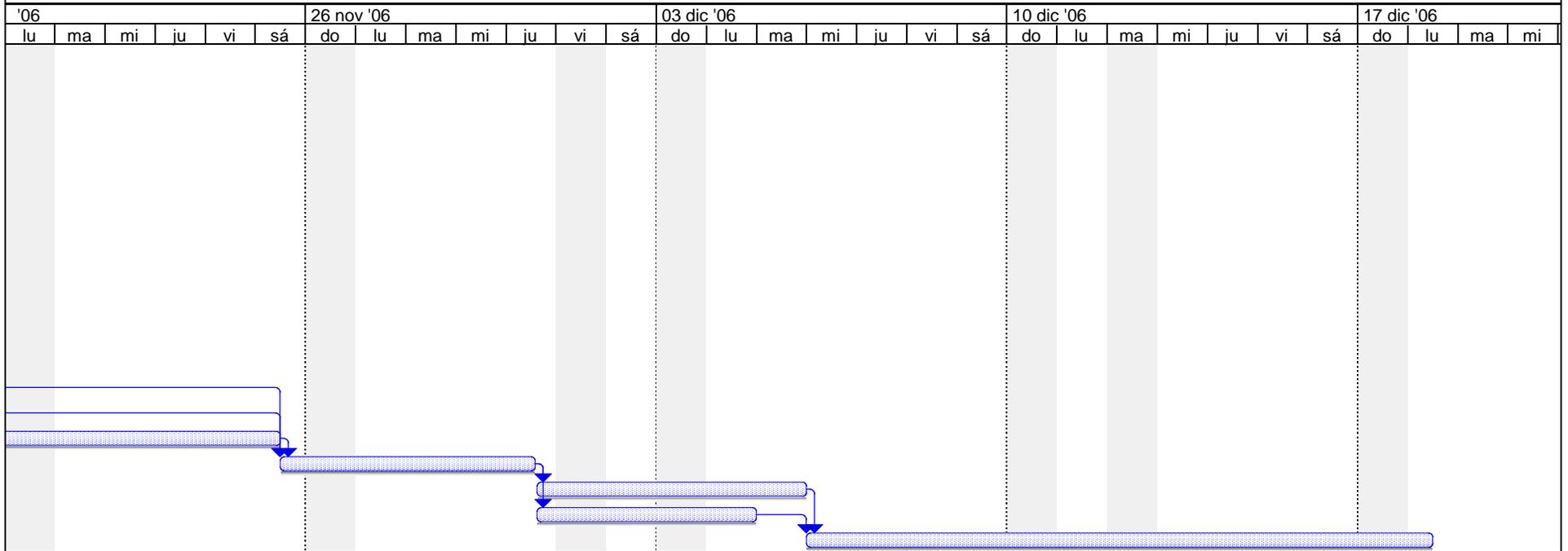
Construcción de Bodega Alternativa 1B



Proyecto: Construcción de Bodega Alternativa 1B
 Fecha de inicio considerando semana laborable de lunes a sábado
 Fecha: 4 de septiembre de 2006

- | | | | |
|-------------------|--|----------------------|--|
| Tarea | | Hito resumido | |
| División | | Progreso resumido | |
| Progreso | | Tareas externas | |
| Hito | | Resumen del proyecto | |
| Resumen | | Hito externo | |
| Tarea resumida | | Fecha límite | |
| División resumida | | | |

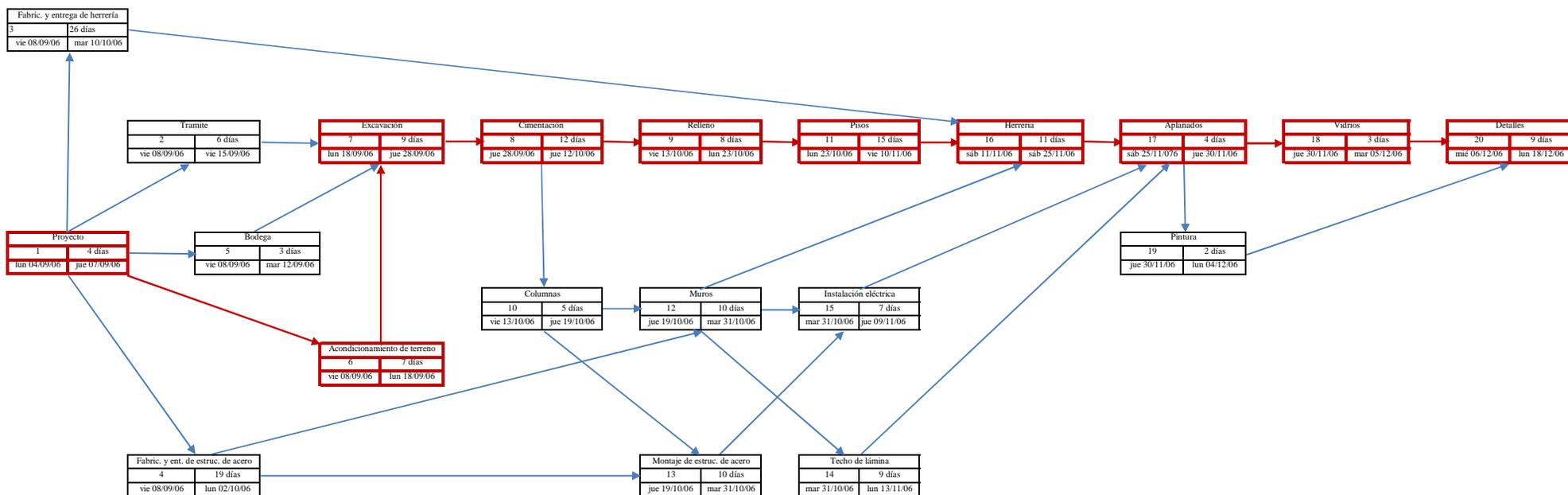
Construcción de Bodega Alternativa 1B



Proyecto: Construcción de Bodega Alternativa 1B
 Fecha de inicio considerando semana laborable de lunes a sábado
 Fecha: 4 de septiembre de 2006

Tarea		Hito resumido	
División		Progreso resumido	
Progreso		Tareas externas	
Hito		Resumen del proyecto	
Resumen		Hito externo	
Tarea resumida		Fecha límite	
División resumida			

Red de Actividades Calendarizada de Construcción de Bodega Alternativa 1B



VI.1.3 Aplicando Compresión de Redes (Reprogramación)

Es un hecho que al desarrollar un proyecto, esperamos que este cumpla con los objetivos planteados inicialmente, sin embargo no siempre es posible esta situación, es por ello que, para dar solución a este problema será necesario recurrir a la Compresión de Redes.

Con la finalidad de ejemplificar la aplicación, solamente procederé a disminuir, por necesidades del proyecto, en 7 días la Construcción de Bodega Alternativa 1A, respetando el proceso constructivo originalmente propuesto y toda la teoría descrita en el capítulo V.1, por lo que partiré del uso de la red obtenida en la figura 42 y la tabla de duraciones y costos de la figura 43.

Primeramente tenemos que el costo para terminar la obra en condiciones normales en 82 días, de acuerdo a la tabla de Duraciones y Costos (figura 43) es de: $C_n = \$ 3'852,000.00$

La suma de los costos de premura de todas las actividades constituyen el costo de ruptura, nuevamente de la tabla de Duraciones y Costos (figura 43) tenemos que es de: $C_p = \$ 3'961,175.00$

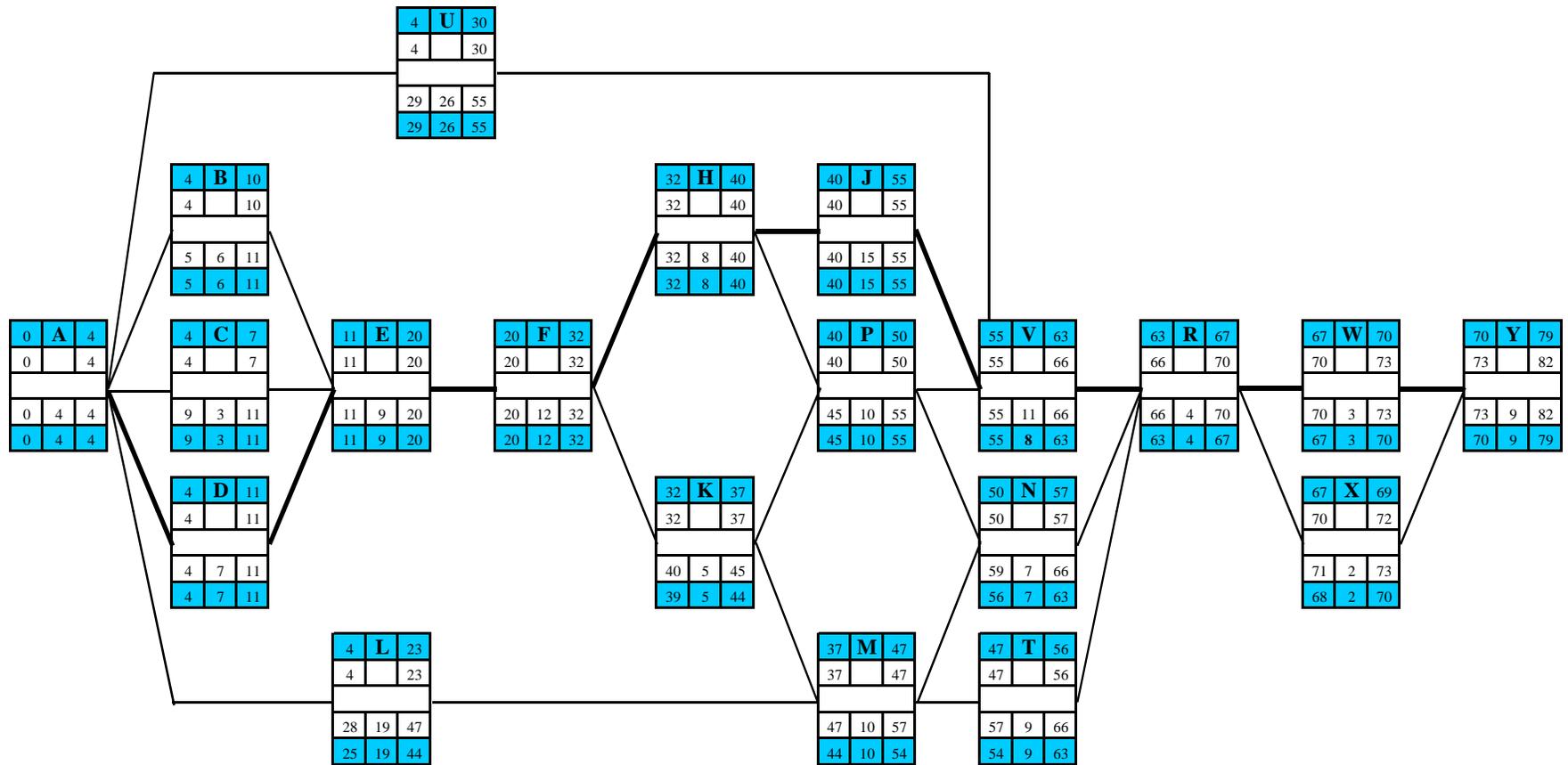
1a. Compresión. Como lo indica la metodología, de las actividades críticas se elige aquella que tenga el menor costo por acortar un día, así que podemos observar de la figura 42 que las actividades críticas son: A, D, E, F, H, J, V, R, W e Y. y la que nos representa un menor costo por acortar en un día, de acuerdo a la información en la figura 43 es V, con un costo de \$350. Por lo tanto es la actividad que elegiremos para realizar la primera compresión. Acortando a su duración límite de 8 días, o sea acortando en 3 días, tenemos:

$$C = 3'852,000 + (350 * 3) = \$3'853,050 \text{ (nuevo costo por acortar 3 días)}$$

Esta actividad ya no la podemos acortar más debido a que llegó a su duración de premura, y la compresión queda representada en la red de la figura 44. Habiendo corroborado que la ruta crítica original no se altero y que si se repercutió en la duración final obtenida la propuesta de acortamiento, se da por terminada.

Actividad	Dn (días)	Cn (pesos)	Dp (días)	Cp (pesos)	Pesos/día
A.- Proyecto	4	180,000	4	180,000	0
B.- Trámite	6	15,000	6	15,000	0
C.- Bodega	3	18,000	2	20,000	2,000
D.- Acondicionamiento de terreno	7	14,000	5	21,000	3,500
E.- Excavación	9	27,000	6	30,000	1,000
F.- Cimentación	12	156,000	10	162,000	3,000
H.- Relleno	8	24,000	5	30,000	2,000
J.- Pisos	15	165,000	12	177,000	4,000
K.- Columnas	5	100,000	5	100,000	0
L.- Fabricación y entrega de estruc. de acc	19	1'900,000	19	1'900,000	0
M.- Montaje de estructura de acero	10	300,000	8	315,000	7,500
N.- Instalación eléctrica	7	140,000	4	158,000	6,000
P.- Muros	10	42,000	8	50,000	4,000
R.- Aplanados	4	30,000	4	30,000	0
T.- Techo de lámina	9	360,000	7	371,600	5,500
U.- Fabricación y entrega de herrería	26	260,000	18	277,600	2,200
V.- Colocación de herrería	11	8,800	8	9,850	350
W.- Vidrios	3	60,000	3	60,000	0
X.- Pintura	2	45,000	2	45,000	0
Y.- Detalles	9	7,200	8	9,125	1,925
Sumas		3'852,000		3'961,175	

Figura 43 Tabla de Duraciones y Costos (Construcción de Alternativa 1)



Simbología

Primera compresión

Figura 44 Primera Compresión Construcción de Bodega Alternativa 1 A

2a. Compresión. Siguiendo el mismo procedimiento que en la primera compresión y apoyándonos en la figura 43, observamos que la actividad siguiente que nos representa menor costo es la actividad E = \$1,000, cuya duración límite es de 6 días, lo que significa poder acortar hasta en 3 días. Tomando esta duración y recordando que no se puede acortar más debido a que llega a la duración de premura, aplicamos la fórmula para obtener el nuevo costo por acortar 3 días más el proyecto. Nuevamente podemos verificar que la nueva red obtenida en la figura 46, no se modificó, por lo tanto concluimos esta compresión.

$$C = 3'853,050 + (1,000*3) = \$3'856,050 \text{ (nuevo costo por acortar en total 6 días)}$$

3a. Compresión. Hemos conseguido reducir hasta el momento solo 6 de los 7 días que inicialmente se habían establecido para acortar el proyecto, es por ello que la actividad siguiente con menor costo de acuerdo a la figura 43 es (Y = \$1,925), reduciendo esta en un día lograremos alcanzar el objetivo de reducir en 7 días el proyecto. Llevando a cabo el mismo procedimiento para comprimir redes, obtenemos el costo para esta nueva compresión y finalmente recalculamos la red (figura 47) en la que observamos que no hay alteración alguna con respecto a la red original, por tal motivo se da por finalizada la tercera compresión.

$$C = 3'856,050 + (1,925*1) = \$3'857,975 \text{ (nuevo costo por acortar en total 7 días)}$$

Como resumen de las compresiones realizadas, se presenta la tabla de compresiones en la figura 45 y la red final se observa en la figura 48, reflejando en la figura 54 el comportamiento de las acciones propuestas en relación a variables costo-tiempo que se ilustran “teóricamente” en la figura 15 del capítulo II.

Actividades	Compresiones	Operaciones	Costo Total	Duración Acortada
V	1a. 3 días	$3'852,000+(350*3)$	3'853,050	$82-3 = 79$
E	2a. 3 días	$3'853,050+(1,000*3)$	3'856,050	$79-3 = 76$
Y	3a. 1 día	$3'856,050+(1,925*1)$	3'857,975	$76-1 = 75$

Figura 45. Tabla Resumen de Compresiones de Construcción de Bodega Alternativa 1A

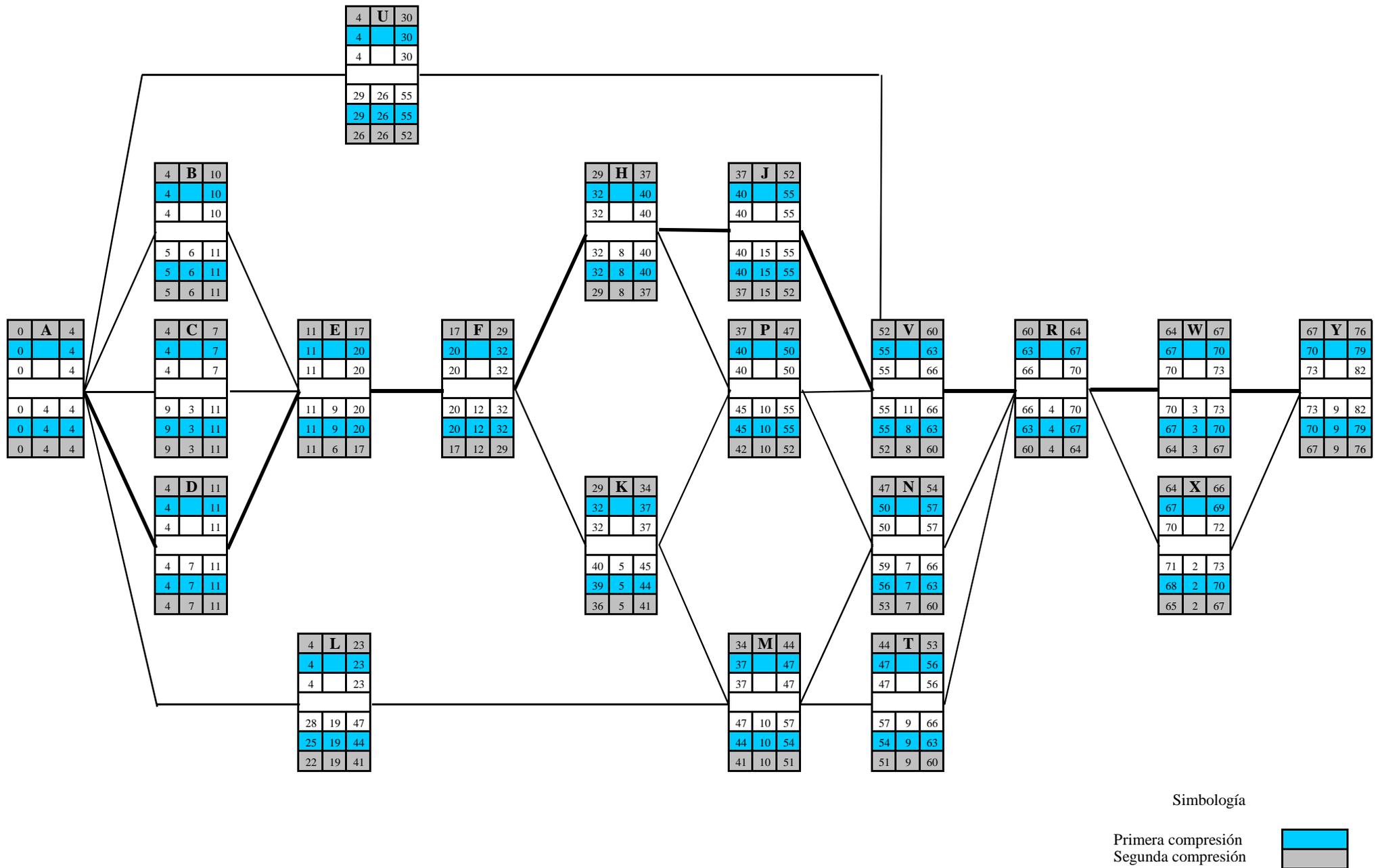


Figura 46 Segunda Compresión Construcción de Bodega Alternativa 1A

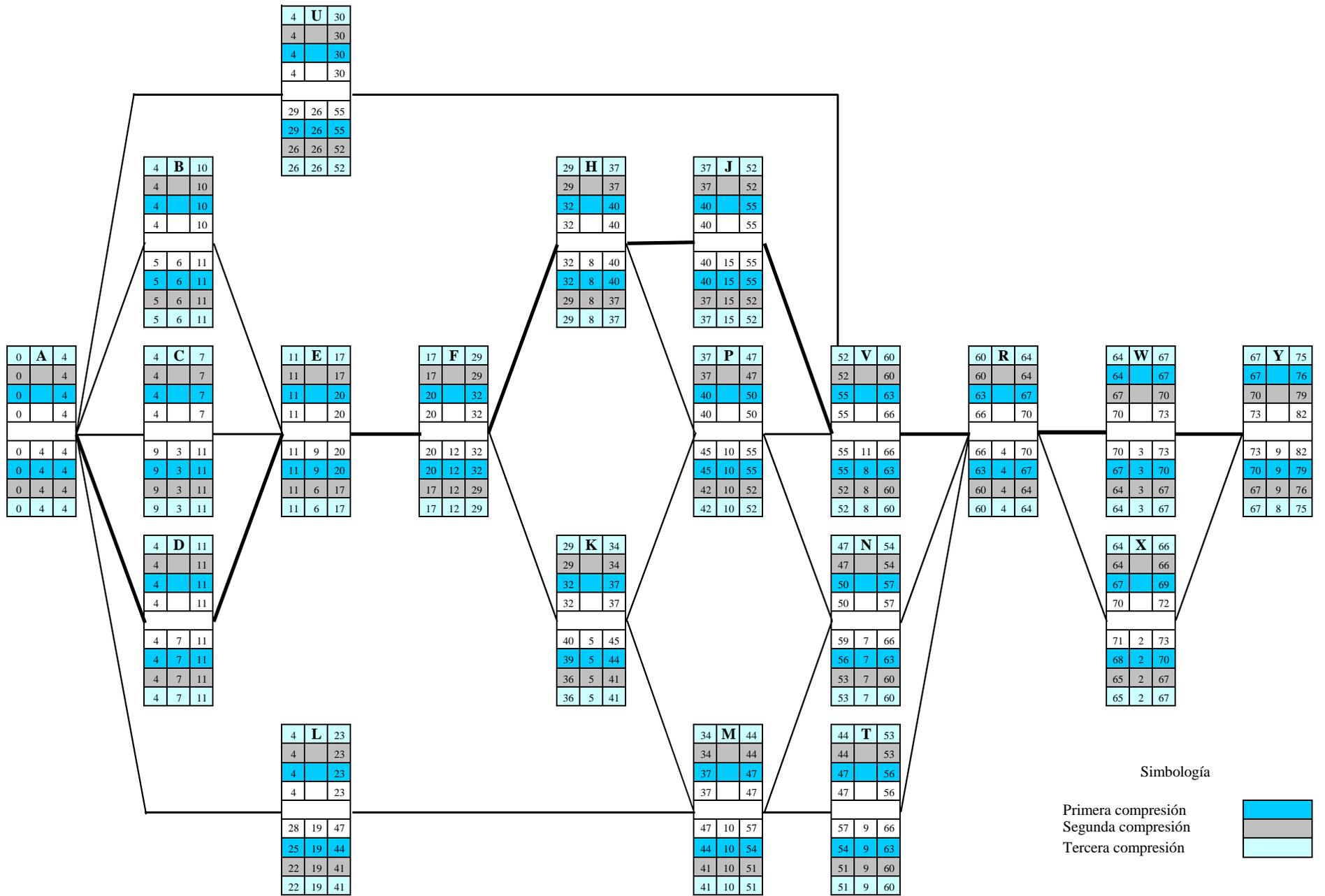


Figura 47 Tercera Compresión Construcción de Bodega Alternativa 1A

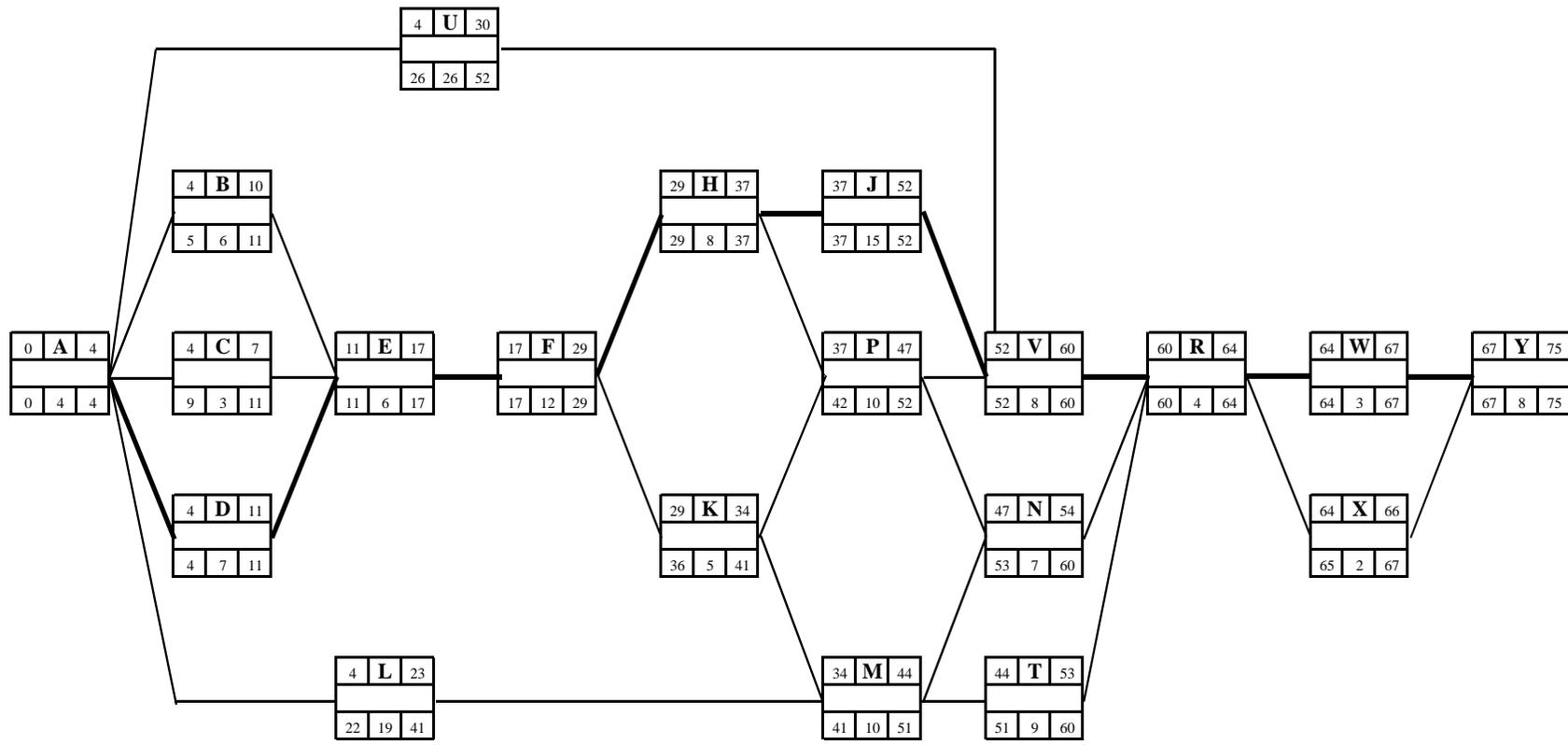


Figura 48 Red disminuida en 7 días, con respecto a la figura 42 de Construcción de Bodega Alternativa 1A

Como conclusión vemos que se logró reducir el proyecto de 82 a 75 días como se había estipulado, sin embargo, el hecho de haber reducido el tiempo de ejecución de la obra implica como consecuencia un incremento en el costo total de la obra. Este costo determinara si es o no conveniente hacer la reducción de tiempo en el proyecto y será el propietario de la obra quién tomará la decisión.

VI.1.4 Reprogramación a su Duración Mínima

Hasta el momento se obtuvo la reducción en tiempo que fue inicialmente solicitada por el cliente, sin embargo no se ha determinado la duración mínima. Para lograr este objetivo se deben seguir haciendo compresiones hasta lograr que la duración total del proyecto ya no se disminuya.

4a. Compresión. Nuevamente, de la tabla de costos y duraciones (figura 43), determinamos que la siguiente actividad que podemos comprimir es H por \$2,000. Por lo que una vez obtenida la nueva compresión, figura 49, procedemos a calcular el costo por acortar en 3 días el proyecto.

$$C = 3'857,975 + (2,000*3) = \$3'863,975 \text{ (nuevo costo por acortar 3 días)}$$

Dado que no hubo cambio alguno en la red original y que se tienen actividades de la ruta crítica en las que aún se puede acortar su duración, a continuación, procederemos a realizar una nueva compresión.

5a. Compresión. La siguiente actividad para comprimir es F por \$3,000 y con dos días para acortar el proyecto se tiene la red de la figura 50, haciendo el cálculo de costo tenemos:

$$C = 3'863,975 + (3,000*2) = \$3'869,975 \text{ (nuevo costo por acortar 2 días)}$$

Como podemos observar la red no sufrió alteración alguna, con respecto a la ruta crítica original, por lo que procederé a realizar una siguiente compresión.

6a. Compresión. De acuerdo a la tabla de Costos y Duraciones (figura 43), será la actividad D con un costo de \$3,500 y una duración de 2 días la siguiente actividad a comprimir, sin embargo al decidir comprimir en 2 días la red de la ruta crítica original se altera, por tal motivo, solo se reducirá en un día

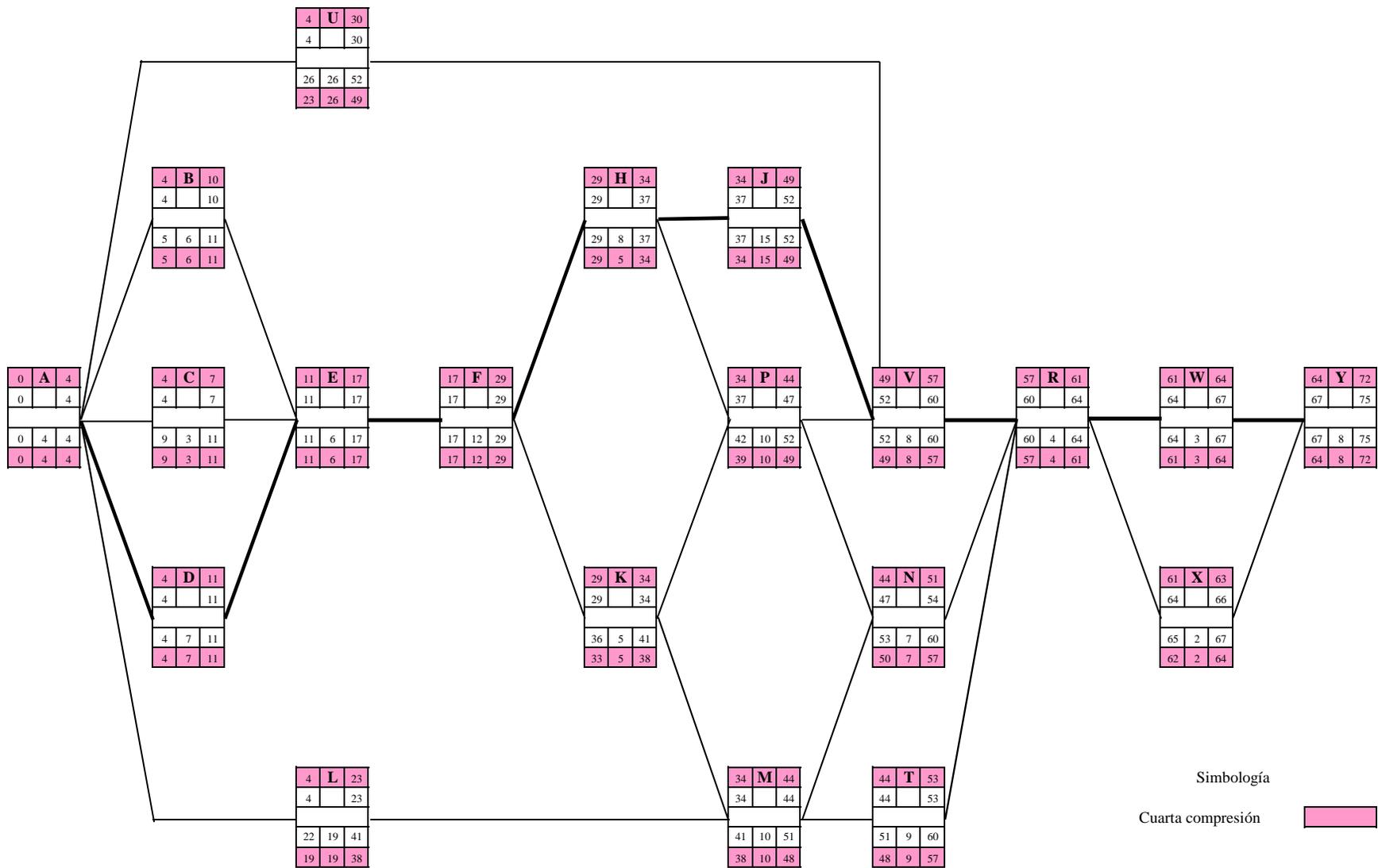


Figura 49 Cuarta Compresión Construcción de Bodega Alternativa 1A

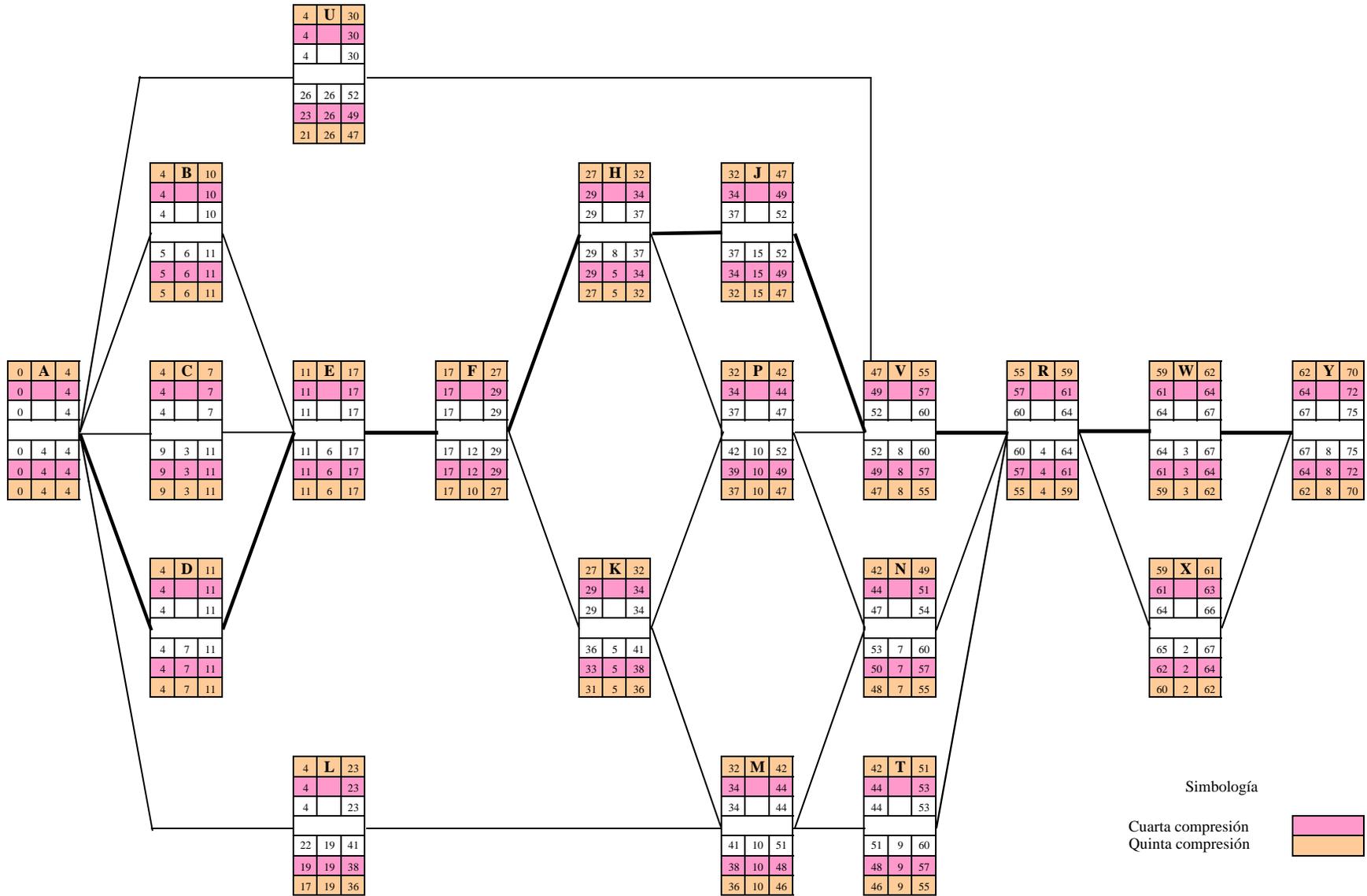


Figura 50 Quinta Compresión Construcción de Bodega Alternativa 1A

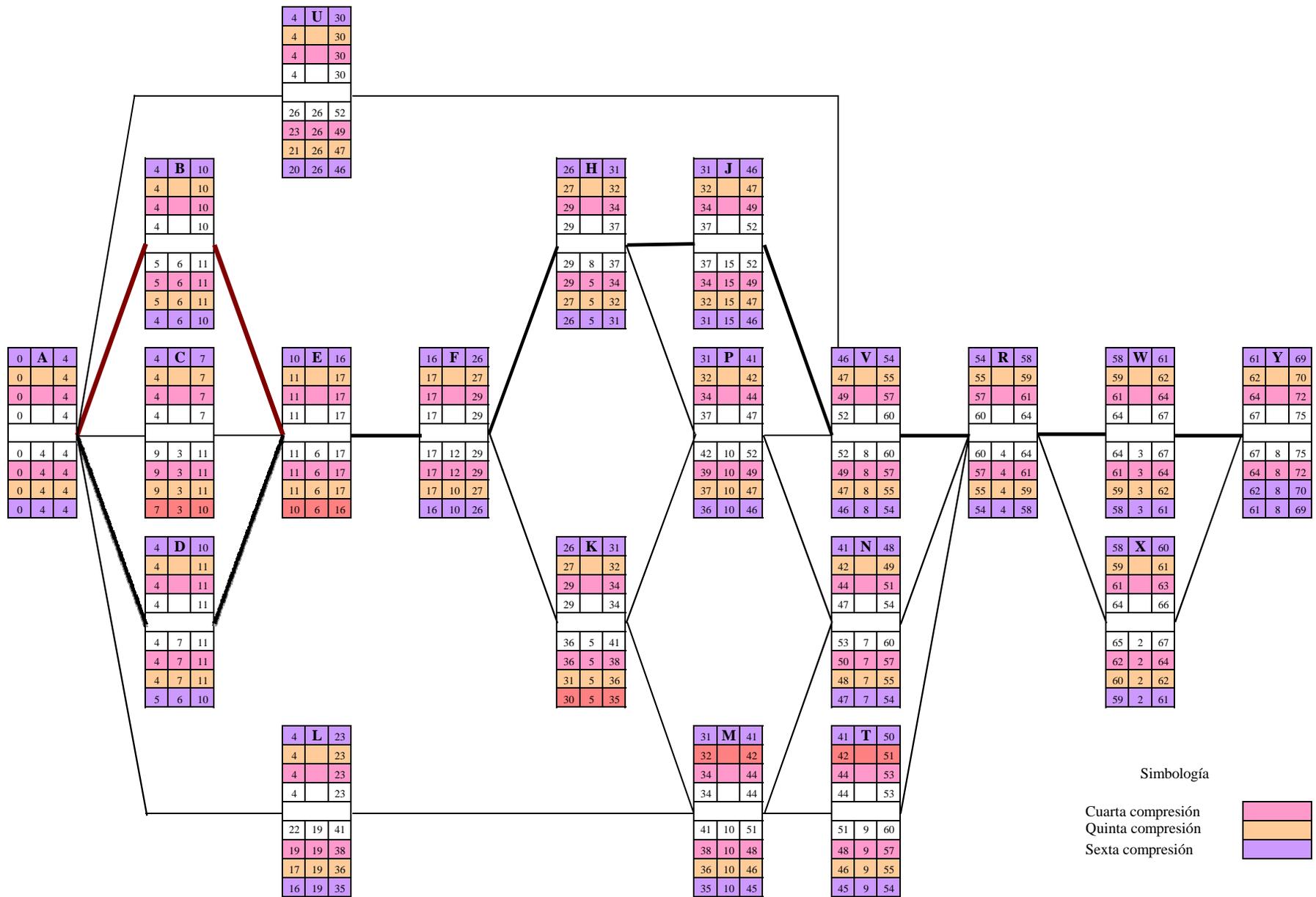


Figura 51 Sexta Compresión Construcción de Bodega Alternativa 1A

esta actividad, no obstante en la red se presenta una segunda ruta crítica representada por las actividades A-B-E-F-H-J-V-R-W-Y como se aprecia en la figura 51, con un costo igual a:

$$C = 3'869,975 + (3,500*1) = 3'873,475 \text{ (nuevo costo por acortar 1 día)}$$

7a. Compresión. Es importante destacar que al presentarse dos rutas críticas, de aquí en adelante será necesario para realizar alguna compresión, elegir una actividad que tenga afectación en ambas rutas. Para este caso observemos que J además de ser la última actividad a comprimir, también es común a las dos rutas formadas, por lo que se procede a comprimir J por \$4,000 y con 3 días por acortar, dándonos como resultado la ruta final de la figura 52 y con un costo de:

$$C = 3'873,475 + (4,000*3) = 3'885,475 \text{ (costo por acortar 3 días el proyecto)}$$

Finalmente, presento la tabla resumen de compresión de redes para la reprogramación en la figura 53

Actividades	Compresiones	Operaciones	Costo Total	Duración Acortada
H	4a. 3 días	3'857,975+(2,000*3)	3'863,975	75-3 = 72
F	5a. 2 días	3'863,975+(3,000*2)	3'869,975	72-2 = 70
D	6a. 1 días	3'869,975+(3,500*1)	3'873,475	70-1 = 69
J	7a. 3 día	3'873,475+(4,000*3)	3'885,475	69-3 = 66

Figura 53. Tabla Resumen de Compresiones en Reprogramación de Alternativa 1A

En la figura 54 presento la curva práctica de la relación Costo-Tiempo, en donde el primer punto de la gráfica son los datos para terminar la obra con un costo y un tiempo normal de 82 días, posteriormente represente los puntos obtenidos en la compresión de redes, es decir, los puntos con el (costo total, duración acortada): V (3'853,050, 79), E (3'856,050, 76), Y (3'857,975, 75). Continuo con los puntos obtenidos en la reprogramación H (3'863,975, 72), F (3'869,975, 70), D (3'873,475, 69) y por último J (3'885,475, 66) que representan los costos de varios tiempos viables en los cuales pueden acelerarse los trabajos y al final se refleja el costo de ruptura.

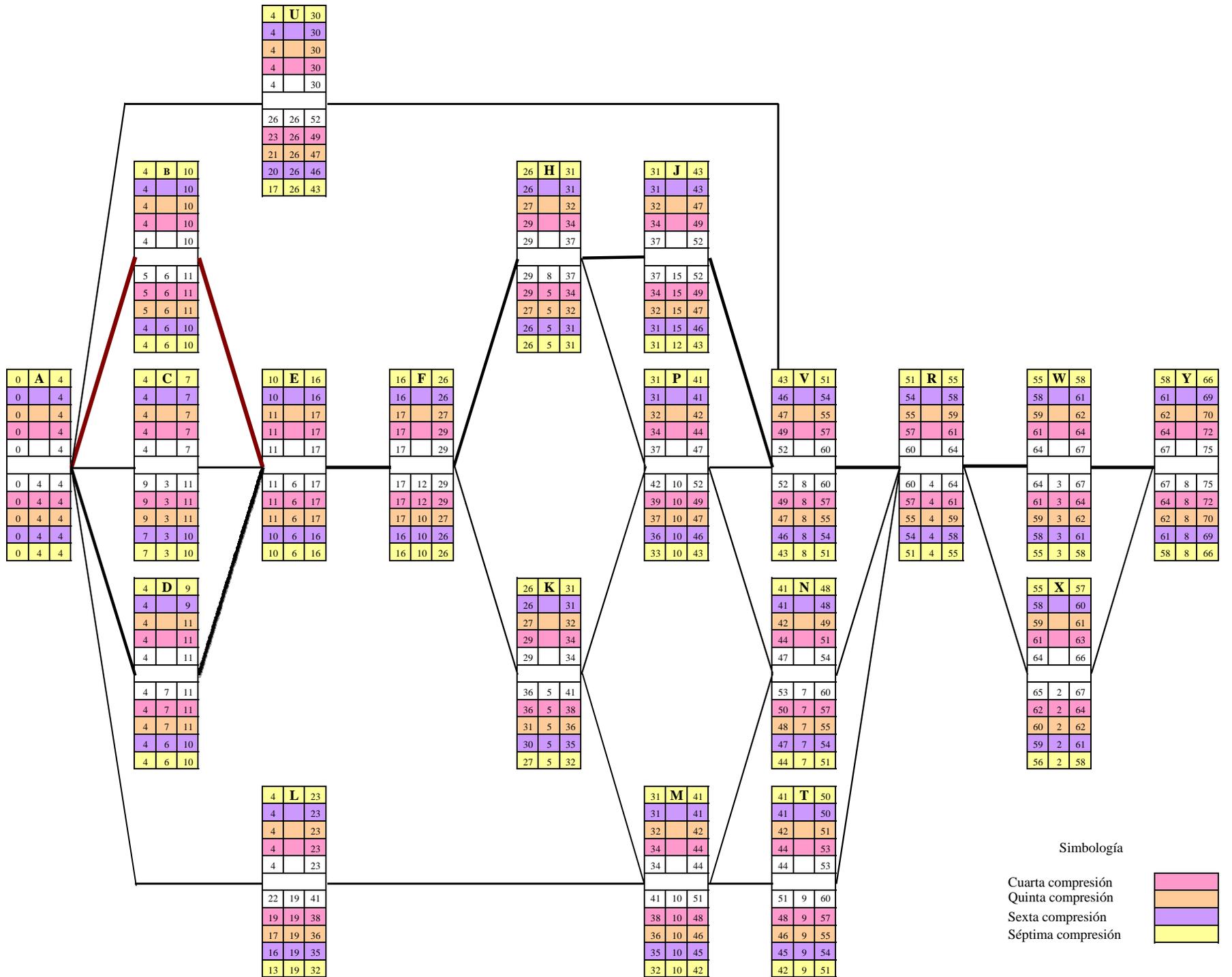


Figura 52 Séptima Compresión Construcción de Bodega Alternativa 1A

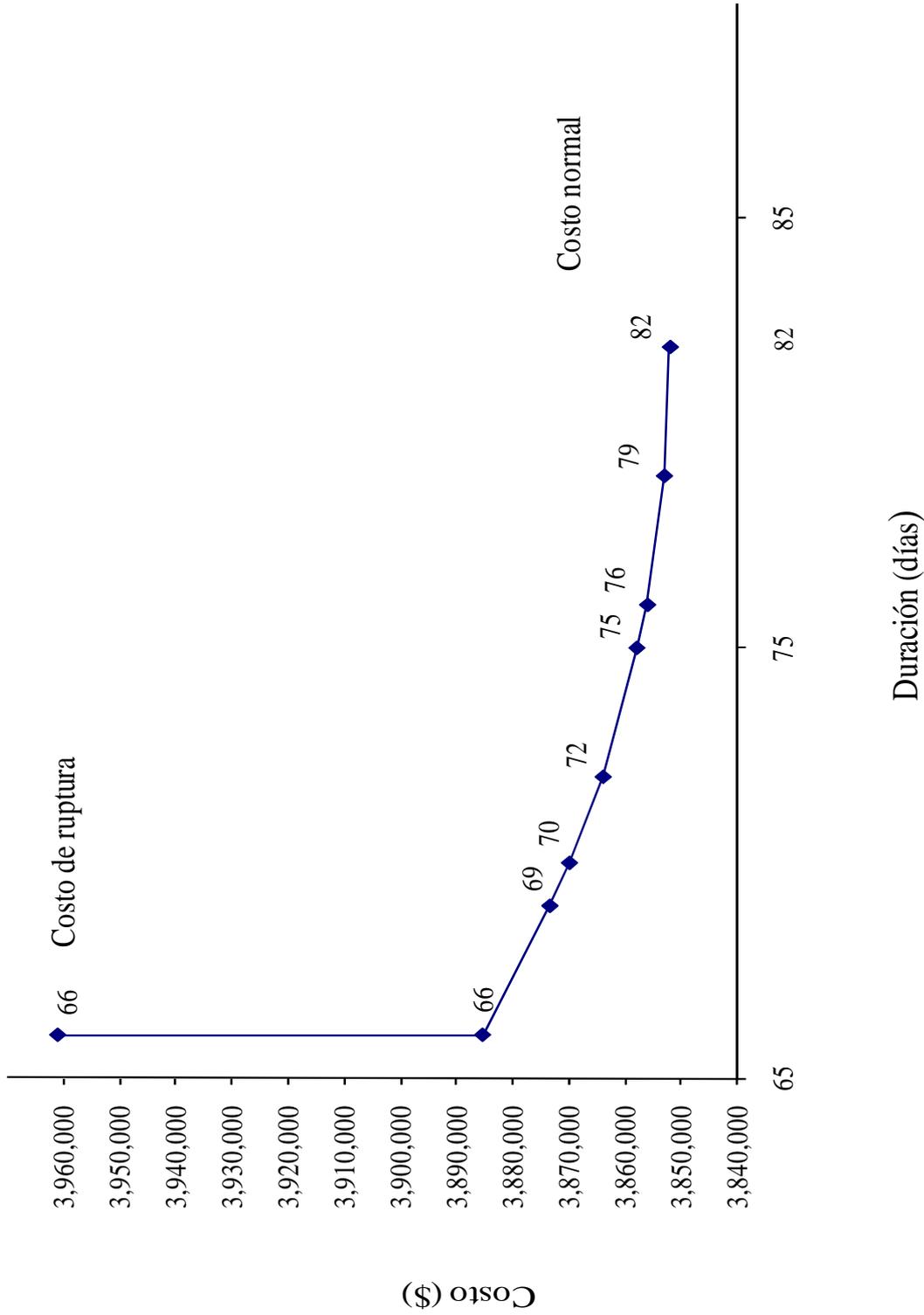


Figura 54. Gráfica de Curva Práctica de Construcción de Bodega Alternativa 1A

VI.1.5 Análisis de Sensibilidad

Como se sabe, un Análisis de Sensibilidad nos apoya en la toma de decisiones, es por esto que la información concentrada en la figura 54 permite “visualizar” al responsable de este proyecto, la conveniencia y pertinencia del sobrecosto en que se incurriría si tuviera que disminuirse la duración original del proyecto, además de conocer el intervalo previo al costo de ruptura, donde ya no se tendría ningún beneficio en disminución de la duración pero si en un sobrecosto sin razón de ser. Con este tipo de análisis, de entrada, se conoce el costo máximo (costo de ruptura) en que se podría incurrir.

Para este caso en particular es importante darle una interpretación a los resultados obtenidos en la gráfica de la figura 54. Primeramente observamos que el primer punto obtenido representa tanto el costo como el tiempo normal, en el que todas las actividades estarán terminadas al 100%, sin embargo, por decisión del propietario se solicito reducir el proyecto en 7 días, respetando el proceso constructivo planteado, lo que implica obviamente un incremento en el costo y desde luego una disminución en el tiempo, como consecuencia de la reprogramación a su duración mínima se logro disminuir el tiempo en 19.51% con respecto al tiempo normal y el costo se incremento con respecto al costo normal en un 0.87%, pero además observamos que a partir del último costo (actividad J) hasta el costo de ruptura, podemos seguir gastando y gastando sin que haya ninguna disminución en tiempo, lo que resulta inconveniente, ya que caeríamos en un sobrecosto innecesario en el proyecto.

Como sabemos, no se puede generalizar ni hablar de proporcionalidades, pero en este caso en particular, con los datos de proyecto, se puede “ver” que el costo por acortar la duración del proyecto de manera significativa (hasta 19.51%), nos hace repercutir en un sobrecosto bajo (0.87%) respecto del costo total, situación que sería diferente si no se hicieran compresiones “planeadas” y se hubiera tendido al costo de ruptura con un sobrecosto mucho mayor.

VI.2 Construcción de Bodega (Alternativa 2)

Aprovechando toda la ingeniería y el Proceso Constructivo original, se genera la Alternativa 2 en donde lo único que cambia es que la mayoría de sus actividades se detallan en porcentaje de avance al 50%, por lo que revisaré si esto repercute en tiempo de ejecución de la obra, que de acuerdo a la Alternativa 1 es de 82 días, sin afectar el costo total de la misma, ya que no se está proponiendo ningún cambio en la forma de realizar las actividades del Proceso Constructivo.

Al igual que el análisis que se presentó en la Alternativa 1, esta nueva propuesta también se desarrolla bajo dos condiciones, la Alternativa 2A, que considera laborar de lunes a viernes con un horario de trabajo de 08:00 a 14:00 hr y de 15:00 a 17:00 hr y la Alternativa 2B que considera la jornada laboral de lunes a sábado (sábados con horario de 08:00 a 13:00 hr).

Procediendo como se acostumbra hice un listado de las actividades que se requerirán para ejecutar el proyecto obteniendo la Matriz de Precedencias y Secuencias (figura 55) y con ello se elabora la red que presento en la figura 56, a partir de la cual se obtiene la siguiente información:

Duración del proyecto: **57 días**

Actividades Críticas: **A, D, E1, F1, H1, J1, J2, V2, W2, X2 e Y**

R.C.: **A-D-E1-F1-H1-J1-J2-V2-W2-X2-Y**

Podemos comprobar que sí hubo una disminución en el tiempo de ejecución de la obra de 82 a 57 días con el simple hecho de controlar los avances de actividades al 50%.

VI.2.1 Considerando Semana Laborable de lunes a viernes (Alternativa 2A)

De la misma forma que para la Alternativa 1A y usando Project de Microsoft, se presentan los resultados obtenidos por el software para este caso, que de hecho son los mismos que para la Alternativa 2 solo que calendarizado.

VI.2.2 Considerando Semana Laborable de lunes a sábado (Alternativa 2B)

De igual manera que en la Alternativa 1B se introducen los datos al software, tomando en cuenta que los días sábados se consideran como laborables y con un horario de trabajo de 08:00 a 13:00 hr. Por consiguiente se presentan al igual que el caso anterior los resultados generados por el software para esta Alternativa.

<div style="text-align: center;"> <p>Actividades inmediatas siguientes</p> <p>Actividades inmediatas precedentes</p> </div>		A.- Proyecto	B.- Trámite	C.- Bodega	D.- Acondicionamiento de terreno	E1.- Excavación al 50%	E2.- Excavación al 100%	F1.- Cimentación al 50 %	F2.- Cimentación al 100%	H1.- Relleno al 50%	H2.- Relleno al 100%	J1.- Pisos al 50%	J2.- Pisos al 100%	K1.- Columnas al 50%	K2.- Columnas al 100%	L1.- Fabricación y entrega de estruc. de acero 50%	L2.- Fabricación y entrega de estruc. de acero 100%	M1.- Montaje de estructura de acero al 50%	M2.- Montaje de estructura de acero al 100%	N1.- Instalación eléctrica al 50%	N2.- Instalación eléctrica al 100%	P1.- Muros al 50%	P2.- Muros al 100%	R1.- Aplanados al 50%	R2.- Aplanados al 100%	T1.- Techo de lámina al 50%	T2.- Techo de lámina al 100%	U1.- Fabricación y entrega de herrería al 50%	U2.- Fabricación y entrega de herrería al 100%	V1.- Colocación de Herrería al 50%	V2.- Colocación de Herrería al 100%	W1.- Vidrios al 50%	W2.- Vidrios al 100%	X1.- Pintura al 50%	X2.- Pintura al 100%	Y.- Detalles	Duración			
A.- Proyecto		X	X	X																																				4
B.- Trámite						X																																		6
C.- Bodega					X																																		3	
D.- Acondicionamiento de terreno					X																																		7	
E1.- Excavación al 50%						X	X																																5	
E2.- Excavación al 100%								X																															4	
F1.- Cimentación al 50 %								X	X					X																									6	
F2.- Cimentación al 100%										X				X																									6	
H1.- Relleno al 50%										X	X												X																4	
H2.- Relleno al 100%												X											X																4	
J1.- Pisos al 50%												X																											8	
J2.- Pisos al 100%													X																X										7	
K1.- Columnas al 50%														X			X													X									3	
K2.- Columnas al 100%															X																								2	
L1.- Fabricación y entrega. de estruc. de acero 50%																X	X																						10	
L2.- Fabricación y entrega de estruc. de acero 100%																	X																						9	
M1.- Montaje de estructura de acero al 50%																		X										X											5	
M2.- Montaje de estructura de acero al 100%																		X											X										5	
N1.- Instalación eléctrica al 50%																				X				X															4	
N2.- Instalación eléctrica al 100%																					X			X															3	
P1.- Muros al 50%																				X				X															5	
P2.- Muros al 100%																					X																		5	
R1.- Aplanados al 50%																										X										X			2	
R2.- Aplanados al 100%																										X													2	
T1.- Techo de lámina al 50%																				X									X										5	
T2.- Techo de lámina al 100%																					X																		4	
U1.- Fabricación y entrega de herrería al 50%																													X	X									13	
U2.- Fabricación y entrega de herrería al 100%																																			X				13	
V1.- Colocación de herrería al 50%																																			X	X			6	
V2.- Colocación de herrería al 100%																																				X			5	
W1.- Vidrios al 50%																																			X	X			2	
W2.- Vidrios al 100%																																				X			1	
X1.- Pintura al 50%																																				X			1	
X2.- Pintura al 100%																																				X			1	
Y.- Detalles																																					X			9

Figura 55 Matriz de Precedencias y Secuencias (Construcción de Bodega Alternativa 2)

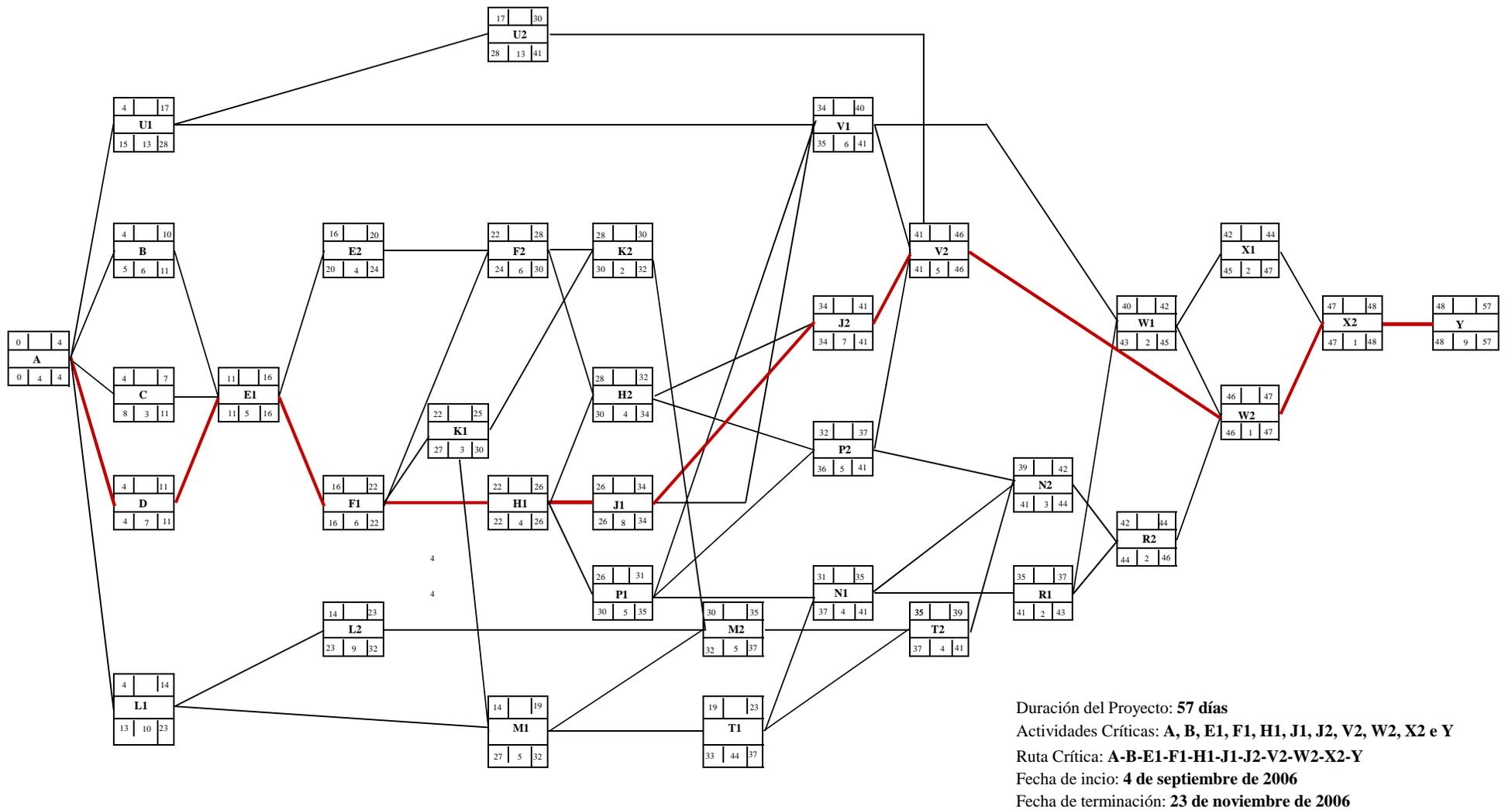
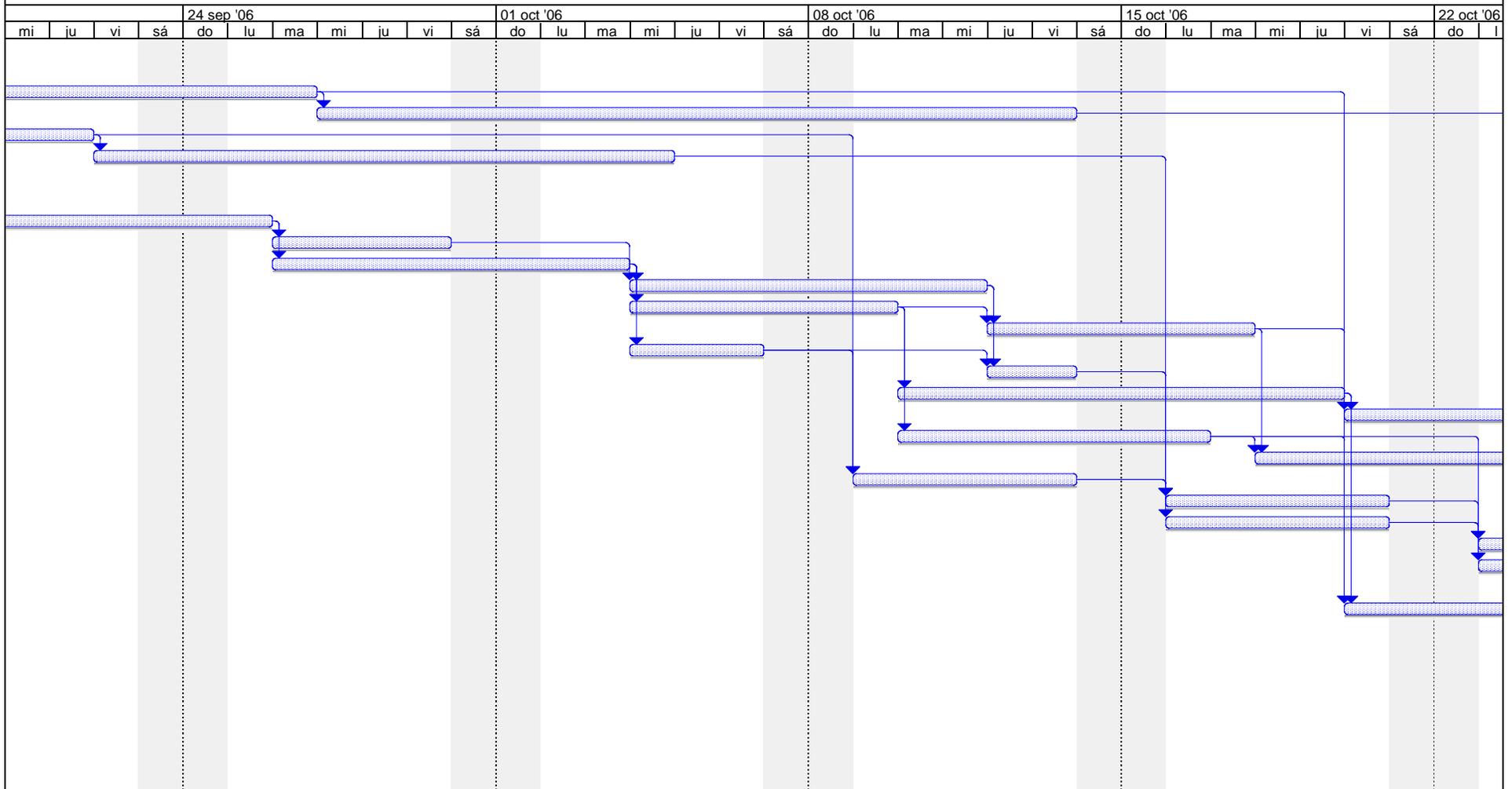


Figura 56 Red de Actividades de Construcción de Bodega Alternativa 2

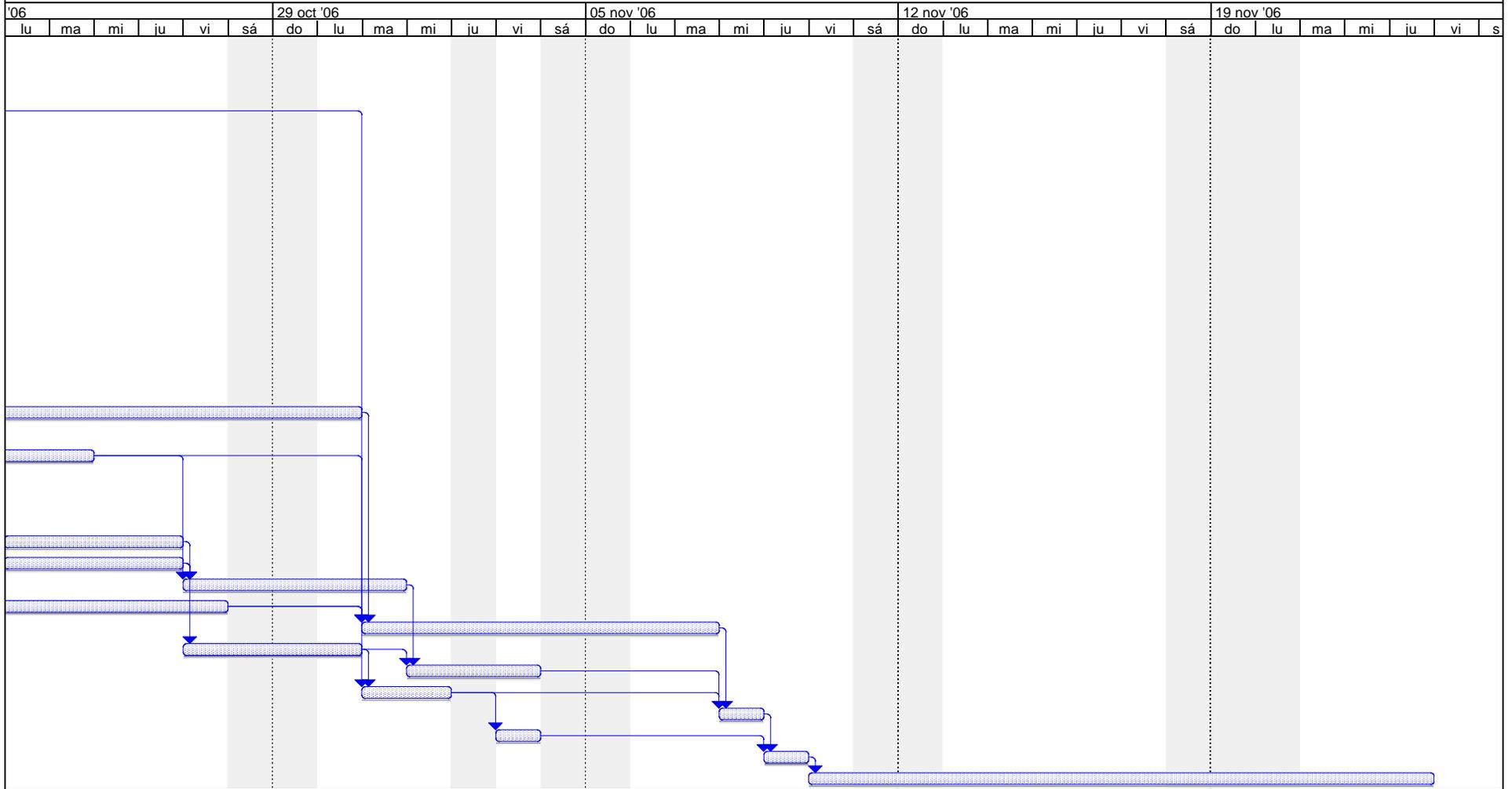
Construcción de Bodega Alternativa 2A



Proyecto: Construcción de Bodega Alternativa 2A
 Fecha de inicio considerando semana laborable de lunes a viernes:
 4 de septiembre de 2006

Tarea		Tarea resumida		Resumen del proyecto	
División		División resumida		Hito externo	
Progreso		Hito resumido		Fecha límite	
Hito		Progreso resumido			
Resumen		Tareas externas			

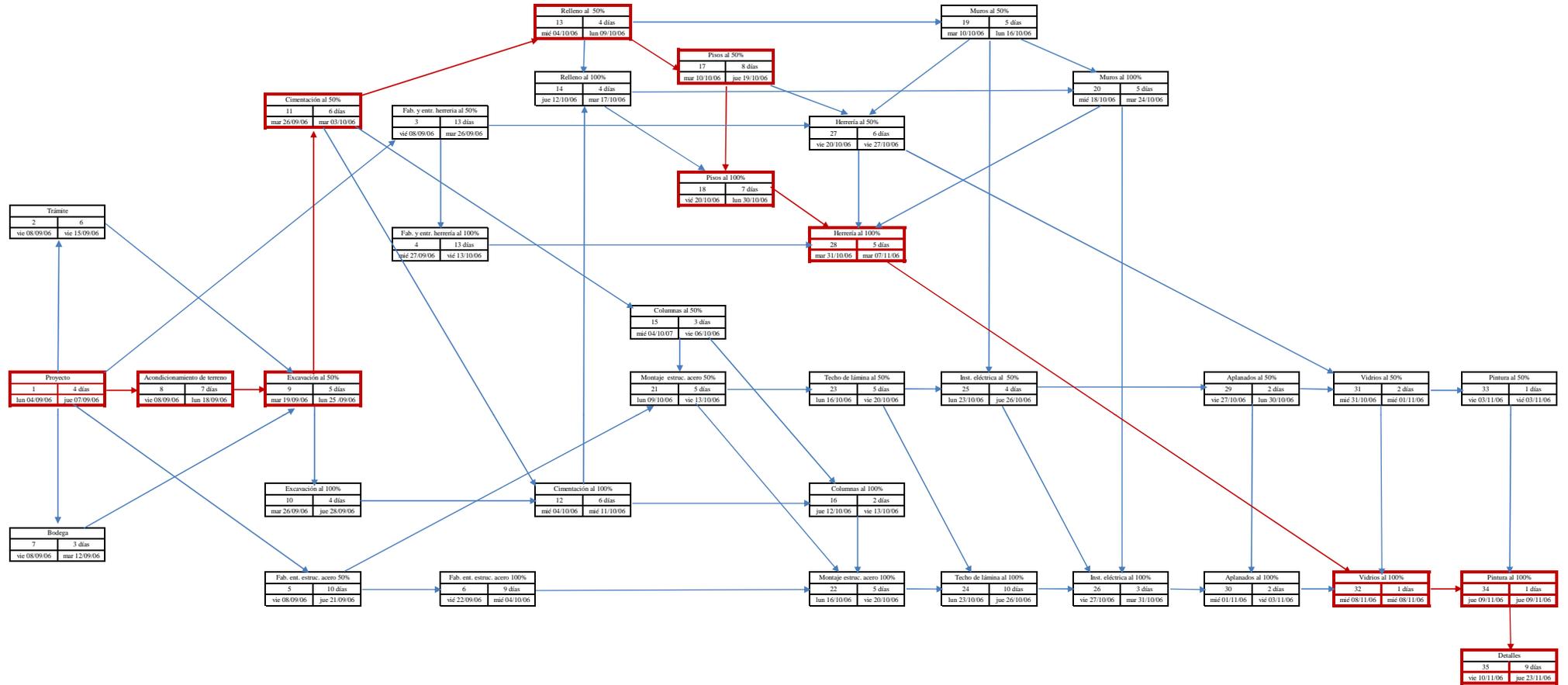
Construcción de Bodega Alternativa 2A



Proyecto: Construcción de Bodega Alternativa 2A
 Fecha de inicio considerando semana laborable de lunes a viernes:
 4 de septiembre de 2006

Tarea		Tarea resumida		Resumen del proyecto	
División		División resumida		Hito externo	
Progreso		Hito resumido		Fecha límite	
Hito		Progreso resumido			
Resumen		Tareas externas			

Red de Actividades Calendarizada de Construcción de Bodega Alternativa 2A

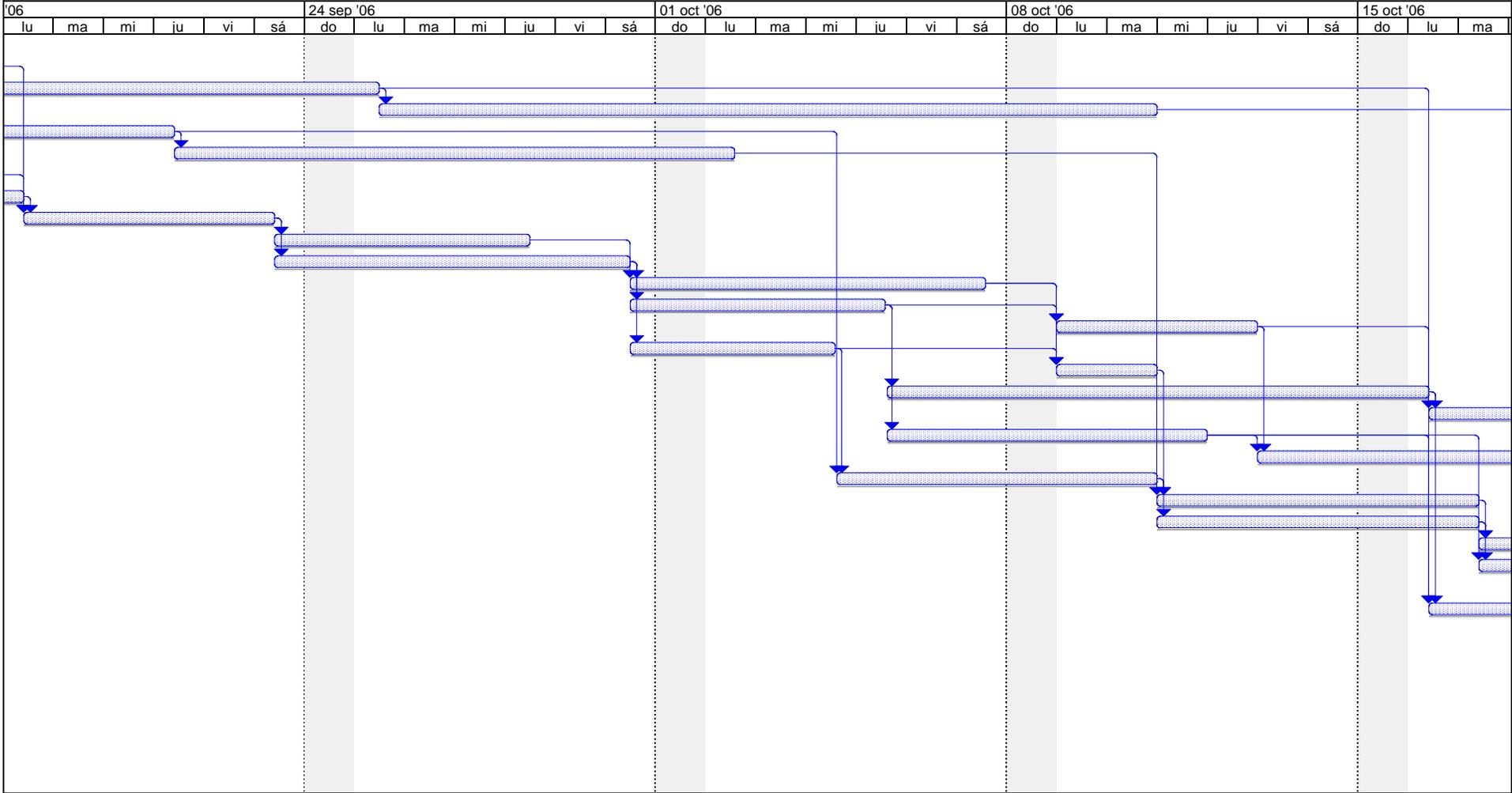


Construcción de Bodega Alternativa 2B

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	03 sep '06							10 sep '06							17 sep '06	
						do	lu	ma	mi	ju	vi	sá	do	lu	ma	mi	ju	vi	sá	do	
1	Proyecto	4 días	lun 04/09/06	jue 07/09/06																	
2	Trámite	6 días	vie 08/09/06	vie 15/09/06	1																
3	Fabric. y entrega de herrería al 50%	13 días	vie 08/09/06	lun 25/09/06	1																
4	Fabric. y entrega de herrería al 100%	13 días	lun 25/09/06	mar 10/10/06	3																
5	Fabric. y entrega de estruc. de acero al 50%	10 días	vie 08/09/06	jue 21/09/06	1																
6	Fabric. y entrega de estruc. de acero al 100%	9 días	jue 21/09/06	lun 02/10/06	5																
7	Bodega	3 días	vie 08/09/06	mar 12/09/06	1																
8	Acondicionamiento de terreno	7 días	vie 08/09/06	lun 18/09/06	1																
9	Excavación al 50%	5 días	lun 18/09/06	sáb 23/09/06	8,2,7																
10	Excavación al 100%	4 días	sáb 23/09/06	jue 28/09/06	9																
11	Cimentación al 50%	6 días	sáb 23/09/06	sáb 30/09/06	9																
12	Cimentación al 100%	6 días	sáb 30/09/06	sáb 07/10/06	10,11																
13	Relleno al 50%	4 días	sáb 30/09/06	jue 05/10/06	11																
14	Relleno al 100%	4 días	lun 09/10/06	jue 12/10/06	13,12																
15	Columnas al 50%	3 días	sáb 30/09/06	mié 04/10/06	11																
16	Columnas al 100%	2 días	lun 09/10/06	mar 10/10/06	12,15																
17	Pisos al 50%	8 días	jue 05/10/06	lun 16/10/06	13																
18	Pisos al 100%	7 días	lun 16/10/06	mar 24/10/06	14,17																
19	Muros al 50%	5 días	jue 05/10/06	mié 11/10/06	13																
20	Muros al 100%	5 días	vie 13/10/06	jue 19/10/06	14,19																
21	Montaje de estruc. de acero al 50%	5 días	mié 04/10/06	mar 10/10/06	15,5																
22	Montaje de estruc. de acero al 100%	5 días	mié 11/10/06	mar 17/10/06	16,6,21																
23	Techo de Lámina al 50%	5 días	mié 11/10/06	mar 17/10/06	21																
24	Techo de Lámina al 100%	4 días	mar 17/10/06	sáb 21/10/06	23,22																
25	Instalación eléctrica al 50%	4 días	mar 17/10/06	sáb 21/10/06	19,23																
26	Instalación eléctrica al 100%	3 días	sáb 21/10/06	mié 25/10/06	20,25,24																
27	Herrería al 50%	6 días	lun 16/10/06	lun 23/10/06	17,19,3																
28	Herrería al 100%	5 días	mar 24/10/06	lun 30/10/06	18,20,4,27																
29	Aplanados al 50%	2 días	sáb 21/10/06	mar 24/10/06	25																
30	Aplanados al 100%	2 días	mié 25/10/06	vie 27/10/06	26,29																
31	Vidrios al 50%	2 días	mar 24/10/06	jue 26/10/06	29,27																
32	Vidrios al 100%	2 días	lun 30/10/06	mié 01/11/06	31,30,28																
33	Pintura al 50%	1 día	jue 26/10/06	vie 27/10/06	31																
34	Pintura al 100%	1 día	mié 01/11/06	vie 03/11/06	32,33																
35	Detalles	9 días	vie 03/11/06	mié 15/11/06	34																

Proyecto: Construcción de Bodega Alternativa 2B Fecha de inicio considerando semana laborable de lunes a sábado: 4 de septiembre de 2006	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"> Tarea División Progreso Hito Resumen </td> <td style="width: 50%;"> Tarea resumida División resumida Hito resumido Progreso resumido Tareas externas </td> <td style="width: 50%;"> Resumen del proyecto Hito externo Fecha límite </td> </tr> </table>	Tarea División Progreso Hito Resumen	Tarea resumida División resumida Hito resumido Progreso resumido Tareas externas	Resumen del proyecto Hito externo Fecha límite
Tarea División Progreso Hito Resumen	Tarea resumida División resumida Hito resumido Progreso resumido Tareas externas	Resumen del proyecto Hito externo Fecha límite		

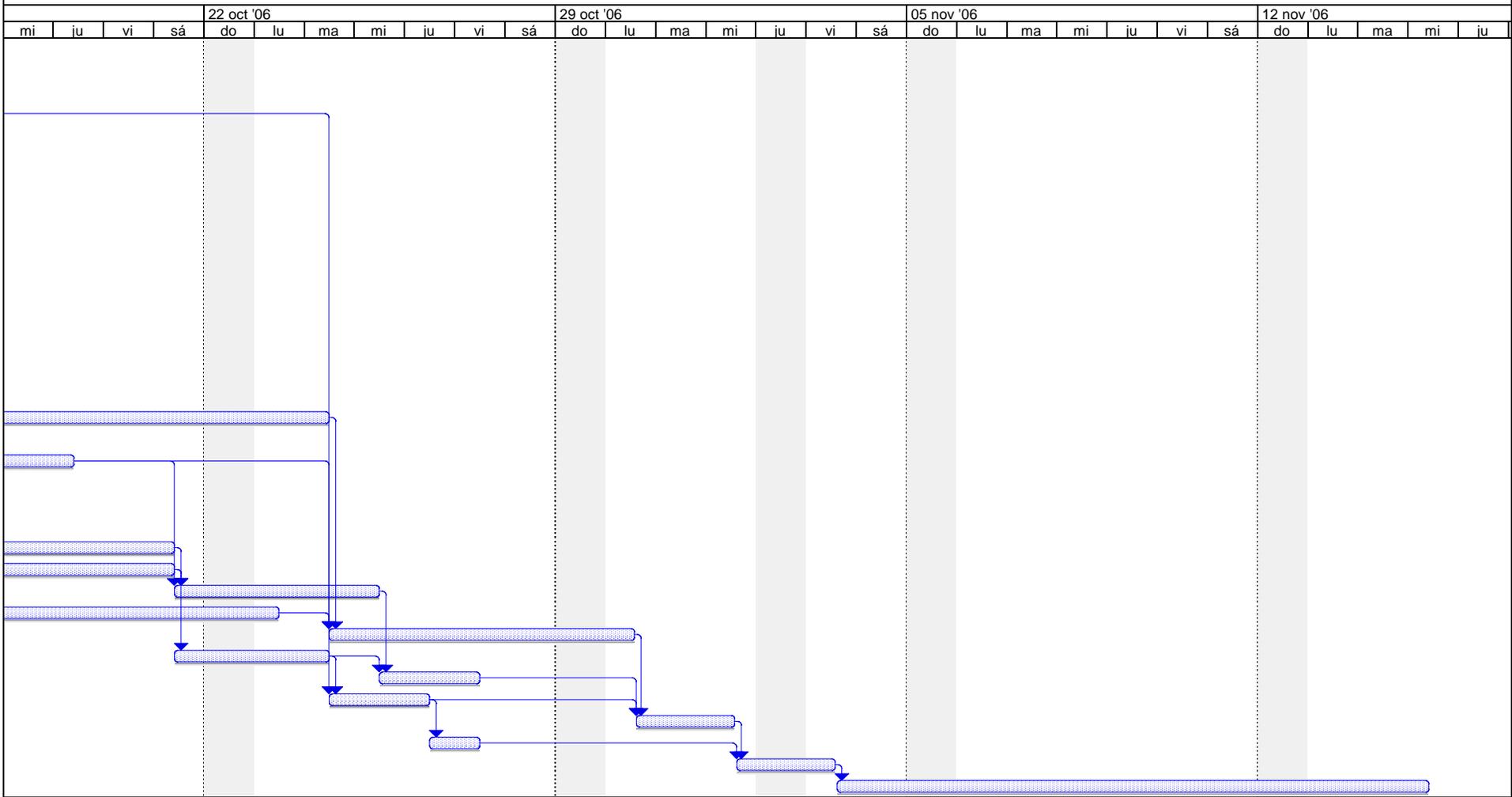
Construcción de Bodega Alternativa 2B



Proyecto: Construcción de Bodega Alternativa 2B
 Fecha de inicio considerando semana laborable de lunes a sábado:
 4 de septiembre de 2006

Tarea		Tarea resumida		Resumen del proyecto	
División		División resumida		Hito externo	
Progreso		Hito resumido		Fecha límite	
Hito		Progreso resumido			
Resumen		Tareas externas			

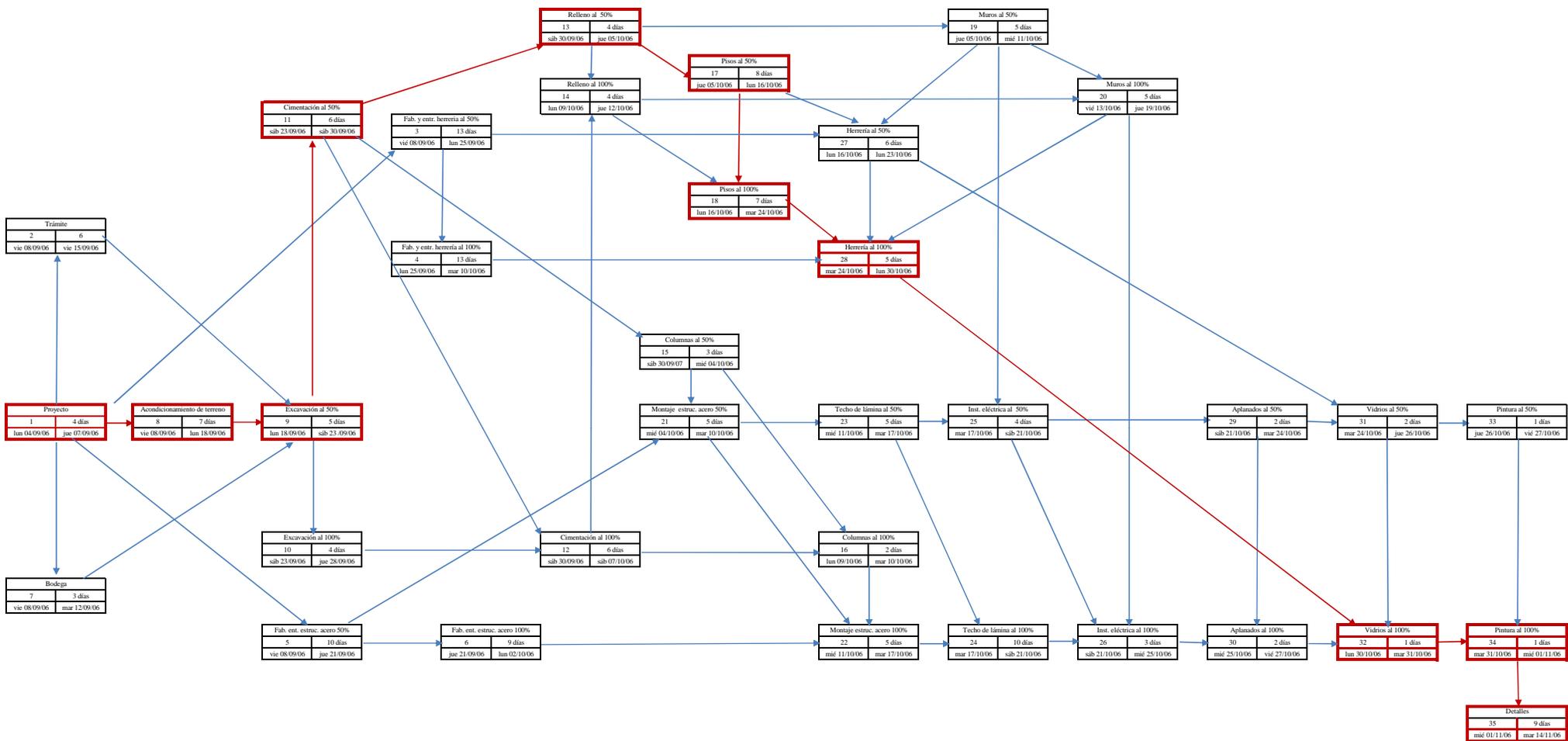
Construcción de Bodega Alternativa 2B



Proyecto: Construcción de Bodega Alternativa 2B
 Fecha de inicio considerando semana laborable de lunes a sábado:
 4 de septiembre de 2006

Tarea		Tarea resumida		Resumen del proyecto	
División		División resumida		Hito externo	
Progreso		Hito resumido		Fecha límite	
Hito		Progreso resumido			
Resumen		Tareas externas			

Red de Actividades Calendarizada de Construcción de Bodega Alternativa 2B



VI.2.3 Aplicando compresión de redes (Reprogramación)

La metodología seguida para realizar la compresión de redes para esta nueva Alternativa se basa en las elaboradas en las Alternativas 1A y 1B. Para este caso y de acuerdo a los requerimientos del propietario, se solicitó además de detallar al 50% las actividades, reducir en 5 días el tiempo de ejecución de la obra sin modificar el procedimiento de ejecución de la misma. Tomando en cuenta estas nuevas condiciones, se sigue como primer paso a partir de las actividades que nos representan la ruta crítica a seleccionar aquellas que nos representen un menor costo por acortar en un día el proyecto. De acuerdo a la tabla de Costo-Duración de la figura 57 las actividades que nos representan menor costo son, en primer lugar V2 con un costo de \$350, en segundo lugar E1 con un costo de \$1,000, en tercer lugar F1 con un valor de \$1,500 y por último Y con un costo de \$1,975. Al comprimir estas actividades garantizamos que reduciremos los 5 días solicitados por el propietario.

Dado que el procedimiento de compresión y el análisis es el mismo empleado en la Alternativa 1, daremos como concluida la compresión sólo si la red original no se ha modificado, de lo contrario se dará el procedimiento a seguir para ese caso en particular.

1a. Compresión. Como se dijo anteriormente la primer actividad seleccionada para realizar esta primera compresión será la actividad V2 cuyo costo de ejecución es de \$350 y con una duración límite de 1 día. Hemos de recordar que todas las duraciones límite que se utilizarán para comprimir las actividades no las podemos reducir más, ya que todas han llegado a su duración de premura. Haciendo el cálculo para determinar el costo por acortar un día tenemos.

$$C = 3'852,000 + (350*1) = 3'852,350 \text{ (nuevo costo por acortar un día)}$$

Haciendo la compresión de esta primera actividad (figura 58) observamos que no se modificó la red original por lo tanto damos por concluida esta compresión.

2a. Compresión. Comprimitos la actividad que se ha propuesto, que para este caso será E1 con un costo de \$1,000 y una duración límite de 2 días. Realizando la compresión se tiene la figura 59, la cuál no presenta cambio alguno por lo que procedemos a calcular el costo por comprimir en dos días y de igual manera queda concluida la compresión.

Actividad	Dn (días)	Cn (pesos)	Dp (días)	Cp (pesos)	Pesos/día
A.- Proyecto	4	180,000	4	180,000	-
B.- Trámite	6	15,000	6	15,000	-
C.- Bodega	3	18,000	2	20,000	2,000
D.- Acondicionamiento de terreno	7	14,000	5	21,000	3,500
E1.- Excavación al 50%	5	15,000	3	17,000	1,000
E2.- Excavación al 100%	4	12,000	3	13,000	1,000
F1.- Cimentación al 50 %	6	78,000	5	81,000	1,500
F2.- Cimentación al 100%	6	78,000	5	81,000	1,500
H1.- Relleno al 50%	4	12,000	3	14,000	2,000
H2.- Relleno al 100%	4	12,000	2	16,000	2,000
J1.- Pisos al 50%	8	88,000	6	96,000	4,000
J2.- Pisos al 100%	7	77,000	6	81,000	4,000
K1.- Columnas al 50%	3	60,000	3	60,000	-
K2.- Columnas al 100%	2	40,000	2	40,000	-
L1.- Fabricación y entrega. de estruc. de acero 50%	10	1'000,000	10	1'000,000	-
L2.- Fabricación y entrega de estruc. de acero 100%	9	900,000	9	900,000	-
M1.- Montaje de estructura de acero al 50%	5	150,000	4	157,500	7,500
M2.- Montaje de estructura de acero al 100%	5	150,000	4	157,500	7,500
N1.- Instalación eléctrica al 50%	4	80,000	2	92,000	6,000
N2.- Instalación eléctrica al 100%	3	60,000	2	66,000	6,000
P1.- Muros al 50%	5	21,000	4	25,000	4,000
P2.- Muros al 100%	5	21,000	4	25,000	4,000
R1.- Aplanados al 50%	2	15,000	2	15,000	-
R2.- Aplanados al 100%	2	15,000	2	15,000	-
T1.- Techo de lámina al 50%	5	200,000	4	205,800	5,800
T2.- Techo de lámina al 100%	4	160,000	3	165,800	5,800
U1.- Fabricación y entrega de herrería al 50%	13	130,000	9	138,800	2,200
U2.- Fabricación y entrega de herrería al 100%	13	130,000	9	138,800	2,200
V1.- Colocación de herrería al 50%	6	5,300	4	6,000	350
V2.- Colocación de herrería al 100%	5	3,500	4	3,850	350
W1.- Vidrios al 50%	2	40,000	2	40,000	-
W2.- Vidrios al 100%	1	20,000	1	20,000	-
X1.- Pintura al 50%	1	22,500	1	22,500	-
X2.- Pintura al 100%	1	22,500	1	22,500	-
Y.- Detalles	9	7,200	8	9,125	1,925
Sumas		3'852,000		3'961,175	

Figura 57 Tabla de Duraciones y Costos (Construcción de Bodega Alternativa 2)

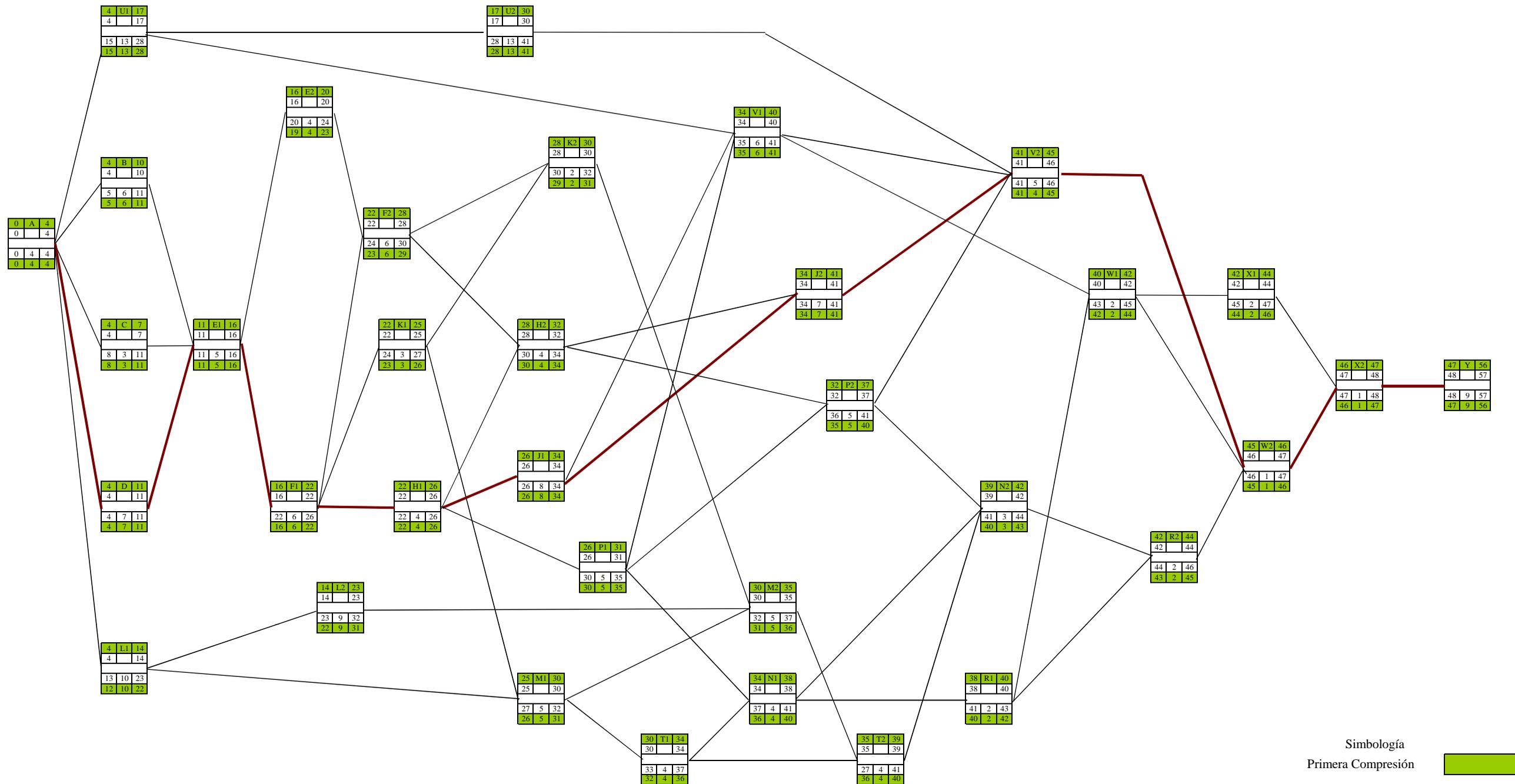


Figura 58 Primera Compresión Construcción de Bodega Alternativa 2A

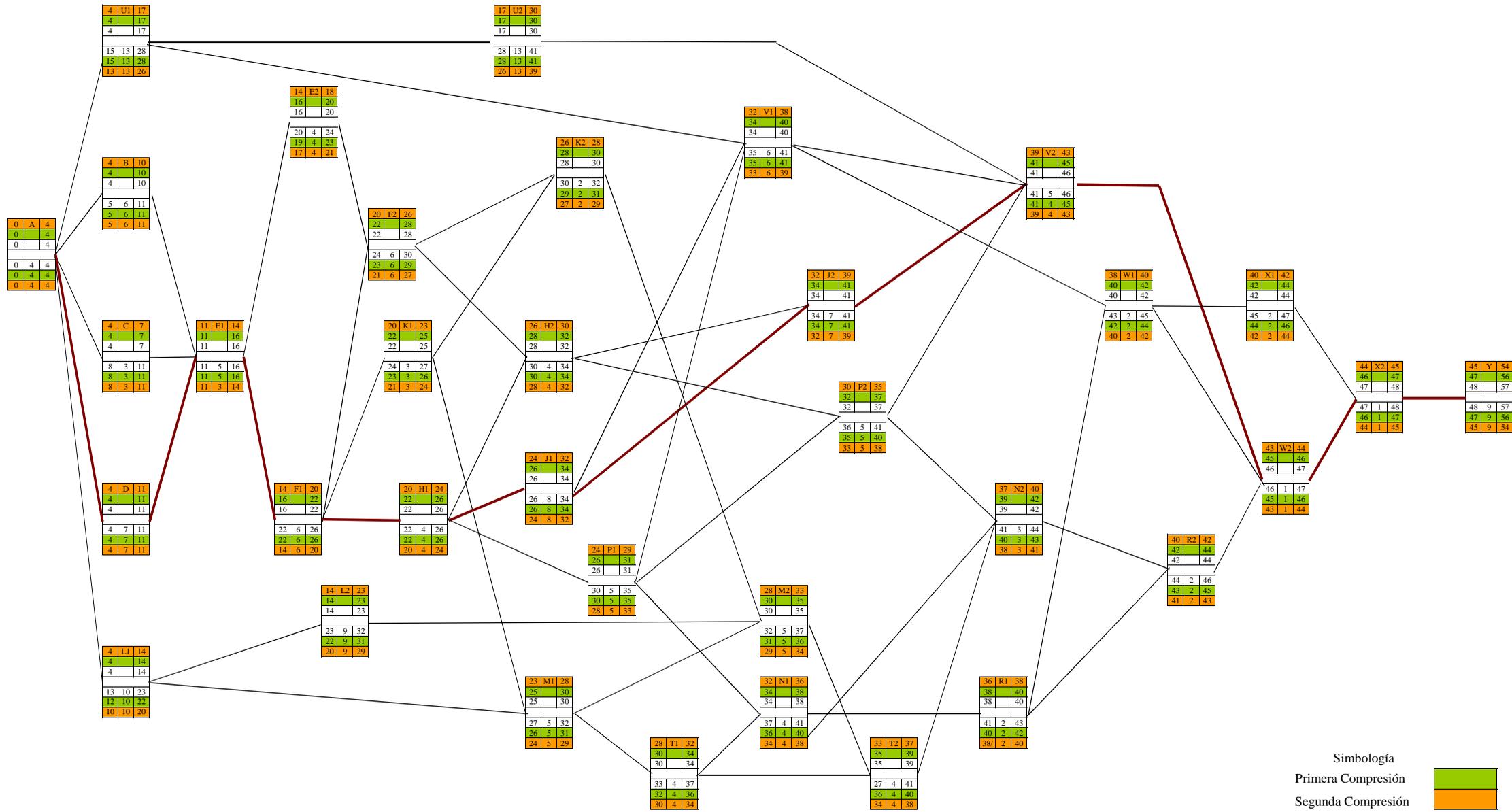


Figura 59 Segunda Compresión Construcción de Bodega Alternativa 2A

$$C = 3'852,350 + (1,000*2) = \$3'854,350 \text{ (costo por acortar dos días).}$$

3a. Compresión. La compresión será a través de la actividad F1 = \$1,500 con una duración límite de 1 y de la cuál obtenemos la red de la figura 60. No observando cambio en la red original determinamos el costo por comprimir en un día.

$$C = 3'854,350 + (1,500*1) = \$3'855,850 \text{ (costo por acortar un día)}$$

4a. Compresión. Actividad a comprimir Y = \$1,925 y con una duración límite de un día y cuya red está representada en la figura 61. Damos por concluida la compresión al no modificarse la red original y por tanto hacemos el cálculo del costo.

$$C = 3'855,850 + (1,925*1) = \$3'857,775 \text{ (costo por acortar un día)}$$

Tal y como fue solicitado por el propietario, el proyecto fue reducido en 5 días, esto es, se redujo de 57 a 52 días, lo que representa en costo un incremento que solo será aprobado por el dueño del proyecto. A continuación se presenta en la tabla de la figura 62 el resumen de las compresiones realizadas para esta Alternativa, así mismo en la figura 63 se presenta la red final.

Actividades	Compresiones	Operaciones	Costo Total	Duración Acortada
V2	1a. 1 día	3'852,000+(350*1)	3'852,350	57-1 = 56
E1	2a. 2 días	3'852,350+(1,000*2)	3'854,350	56-2= 54
F1	3a. 1 día	3'854,350+(1,500*1)	3'855,850	54-1 = 53
Y	4a. 1 día	3'855,850+(1,925*1)	3'857,775	53-1 = 52

Figura 62 Tabla de Resumen de Compresión de Alternativa 2

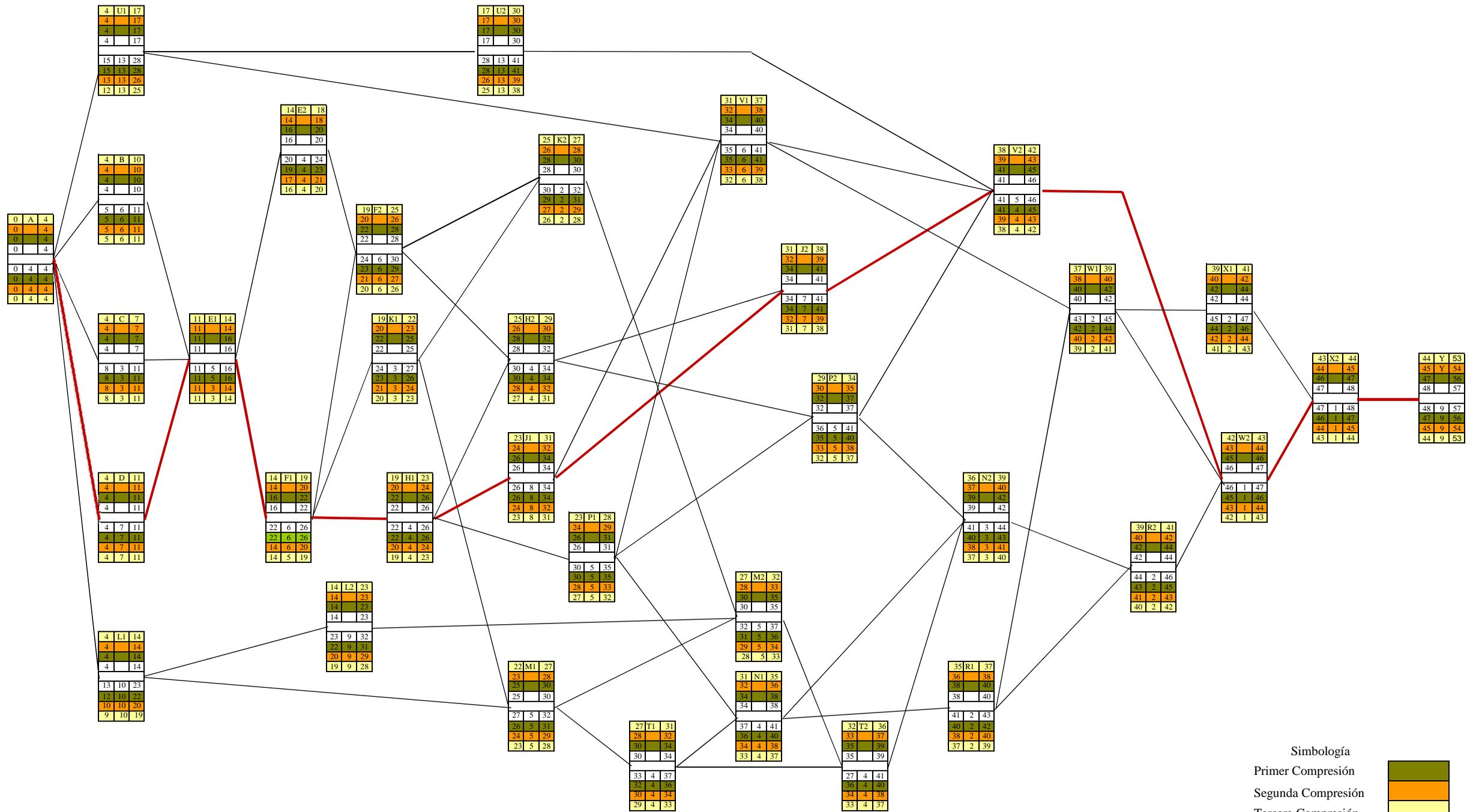


Figura 60 Tercera Compresión Construcción de Bodega Alternativa 2A

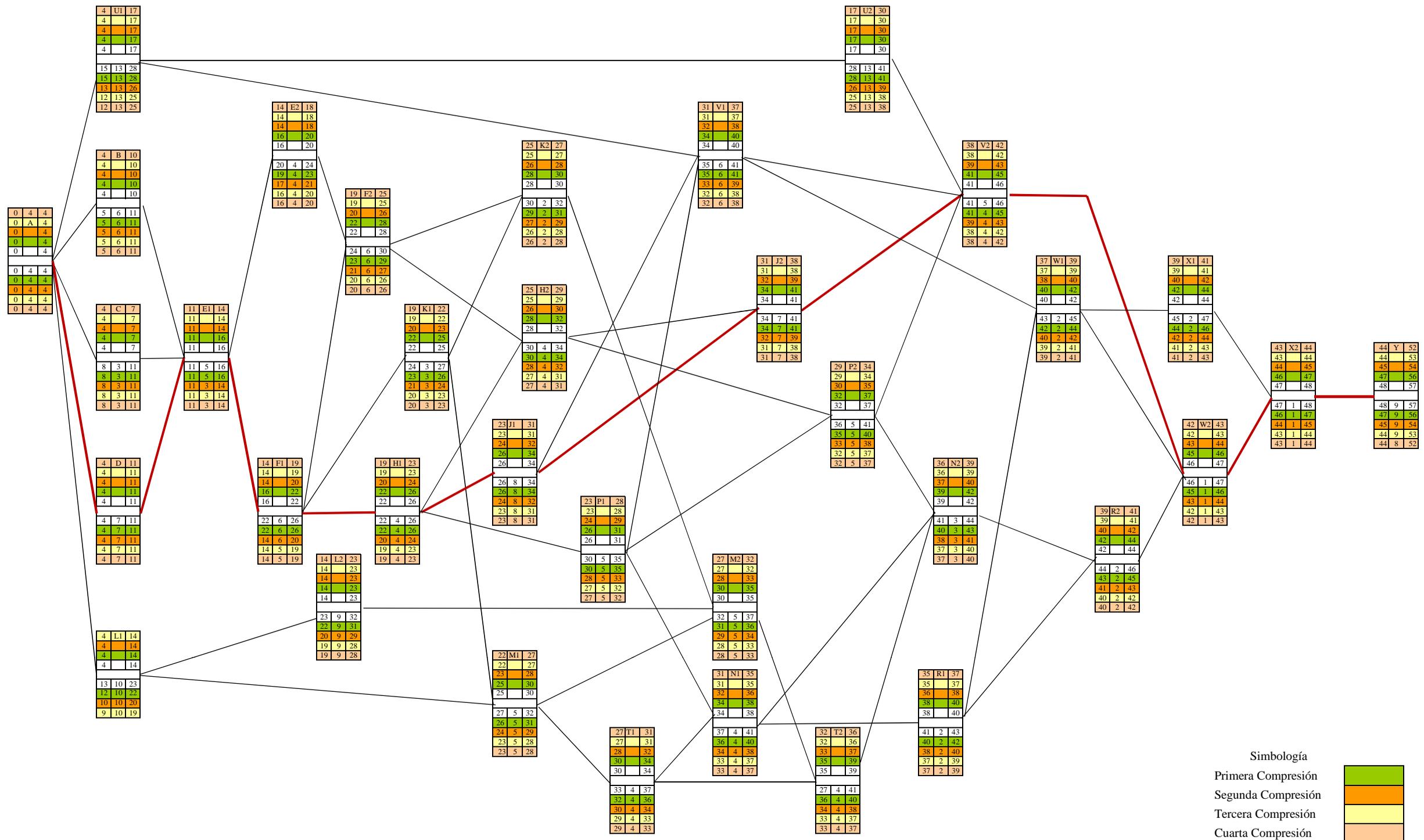


Figura 61 Cuarta Compresión Construcción de Bodega Alternativa 2A

Simbología
 Primera Compresión
 Segunda Compresión
 Tercera Compresión
 Cuarta Compresión

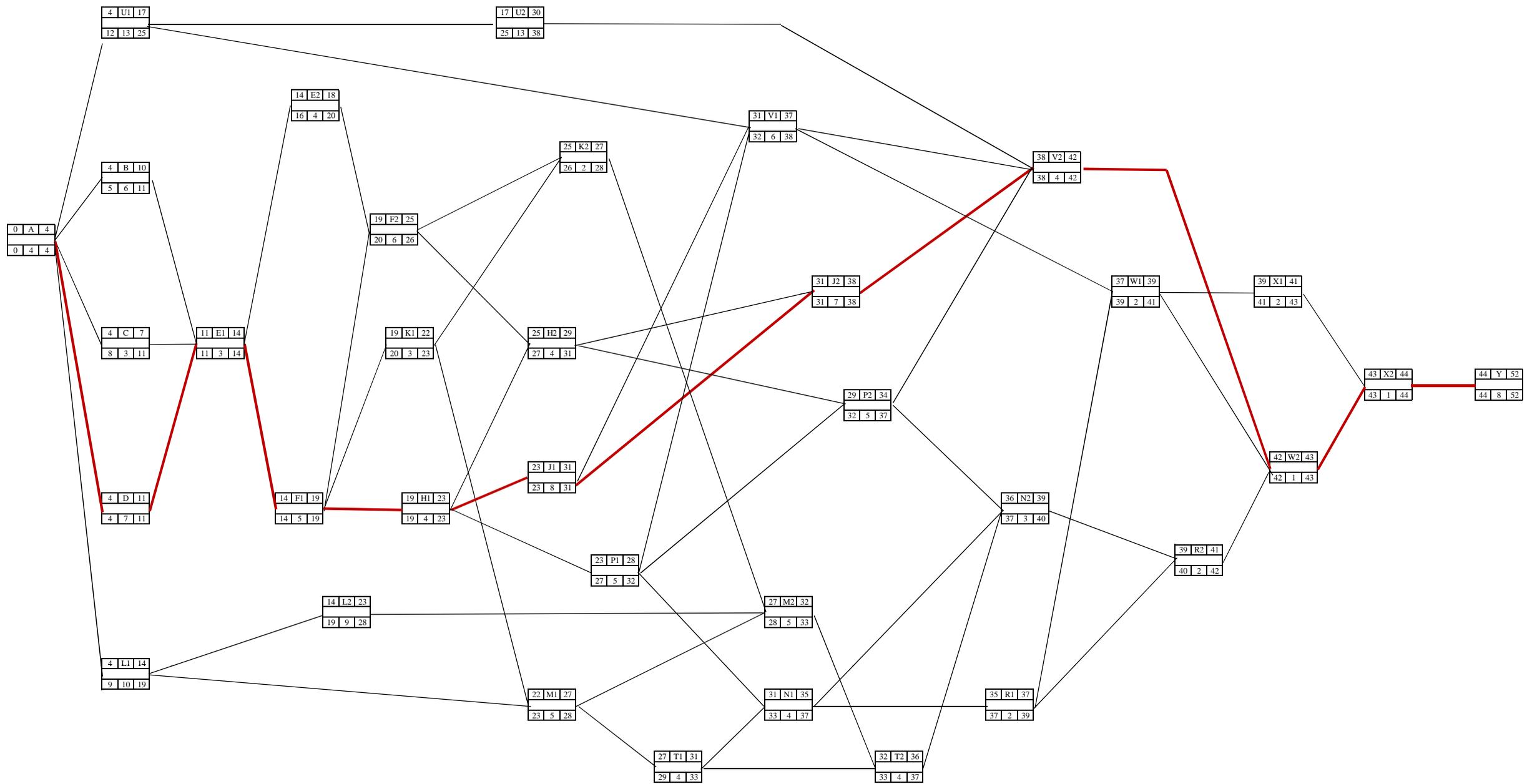


Figura 62 Red disminuida en 5 días, con respecto a la figura 56 de Construcción de Bodega Alternativa 2A

VI.2.4 Reprogramando a su duración mínima

Nuevamente al igual que en la Alternativa 1, buscaremos determinar la duración mínima del proyecto, por lo que se procederá a realizar nuevas compresiones.

5a. Compresión. De acuerdo a la tabla de costos la actividad que será reducida será H1 por \$2,000 y con un día de reducción obtenemos la red representada en la figura 63. Es importante observar que al comprimir esta actividad se presentaron 3 nuevas rutas críticas además de la ruta original que es: A-D-E1-F1-F2-K2-M2-T2-N2-R2-W2-X2-Y, A-D-E1-F1-K1-M1-M2-T2-N2-R2-W2-X2-Y y finalmente A-D-E1-F1-K1-K2-M2-T2-N2-R2-W2-X2-Y y cuyo costo es de:

$$C = 3\text{'857,775} + (2,000*1) = \$3\text{'859,775} \text{ (costo por acortar un día)}$$

6a. Compresión. Al tener ahora 4 rutas críticas el procedimiento de compresión se modifica de tal manera, que la actividad a comprimir deberá afectar a las cuatro rutas, por lo que la mejor opción es la actividad D por \$3,500, pero además, la actividad la podemos reducir en dos días, sin embargo, si tomamos la decisión de reducirla al tiempo límite la red se altera por lo que, ante esta situación se determinó que solo se tomara un día de acortamiento, de esta manera obtenemos la red en la figura 64 con un costo de:

$$C = 3\text{'859,775} + (3,500*1) = \$3\text{'863,275} \text{ (costo por acortar un día)}$$

7a. Compresión. Después de haber comprimido la actividad D se formaron además de las 3 rutas anteriores, otras seis rutas más: A-D-E1-F1-F2-H2-J2-V2-W2-X2-Y, A-D-E1-F1-H1-H2-J2-V2-W2-X2-Y, A-D-E1-F1-K1-M1-T1-N1-R1-W2-X1-X2-Y, A-D-E1-F1-K1-M1-T1-N1-N2-R2-W2-X2-Y, A-D-E1-F1-K1-M1-T1-N1-R1-R2-W2-X2-Y y finalmente A-D-E1-F1-K1-M1-T1-N1-R1-W2-W2-X2-Y, las cuales se aprecian en la figura 65. Para realizar la compresión debemos decidir que actividades de las nuevas rutas críticas serán las que afecten a todas las rutas formadas. Para este caso y de acuerdo con la tabla de duración-costos las actividades que más nos convienen son: J1 por \$4,000 con un día de reducción y M2 con \$7,500 y un día de acortamiento y cuyo costo es de:

$$C = 3'863,275 + (4,000 * 1) + (7,500 * 1) = 3'874,775 \text{ (costo por acortar un día)}$$

Finalmente, al pretender realizar una compresión más se forman otras dos rutas nuevas, pero además, como se aprecia en la figura 66, la ruta sufre cambios significativos, específicamente en la ruta en la que al hacer el cálculo de regreso la ruta deja de ser crítica, lo que nos indica que ya no tiene caso seguir realizando más compresiones. En la figura 63 presento el resumen de las compresiones.

Actividades	Compresiones	Operaciones	Costo Total	Duración Acortada
H1	5a. 1 día	$3'857,775 + (2000 * 1)$	3'859,775	$52 - 1 = 51$
D	6a. 1 día	$3'859,775 + (3,500 * 1)$	3'863,275	$51 - 1 = 50$
J1,M2	7a. 2 días	$3'863,275 + (4,000 * 1) + (7,500 * 1)$	3'874,775	$50 - 2 = 48$

Figura 63 Tabla Resumen de Compresión de Alternativa 2A

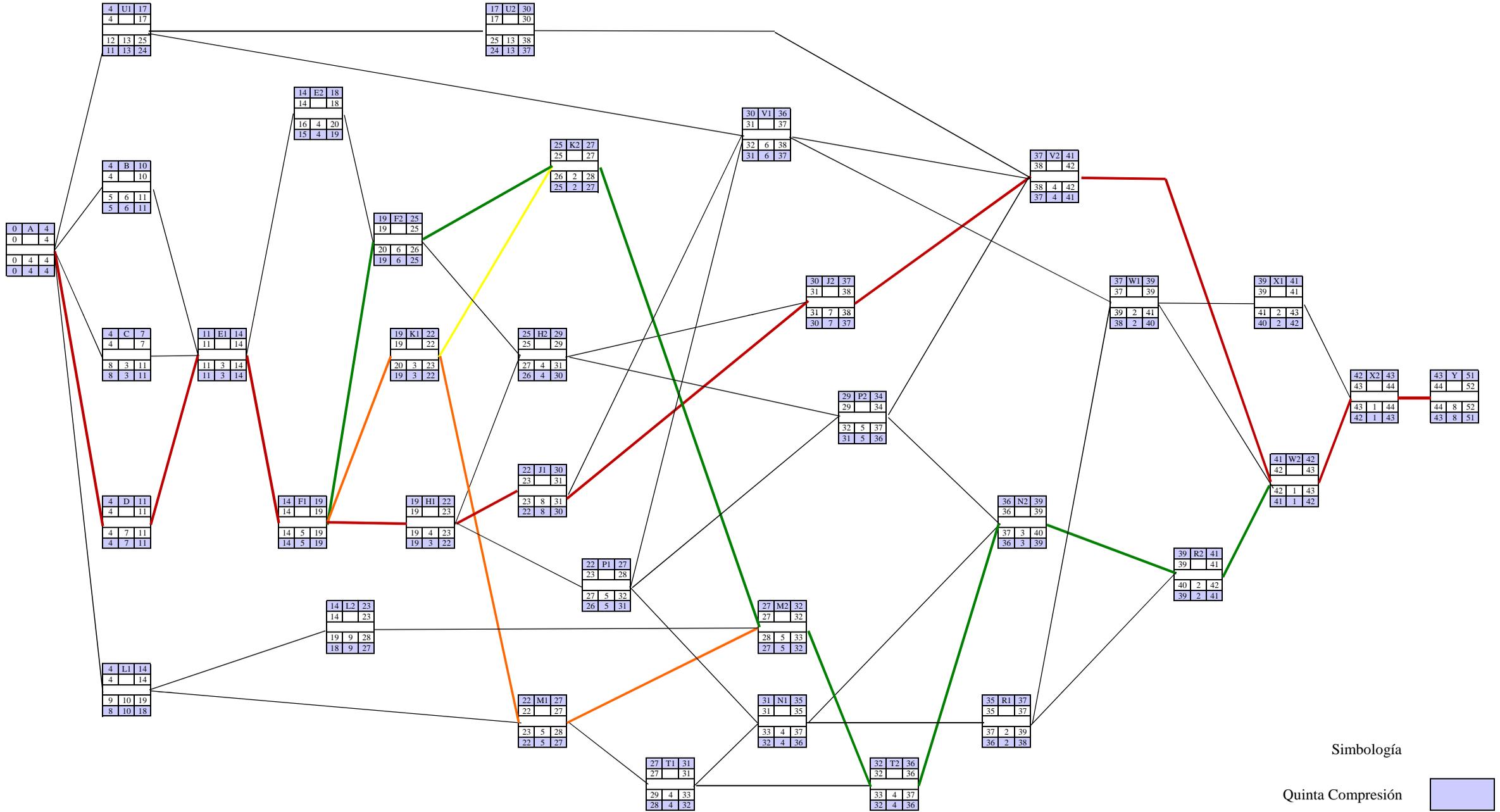


Figura 64 Quinta Compresión Construcción de Bodega Alternativa 2A

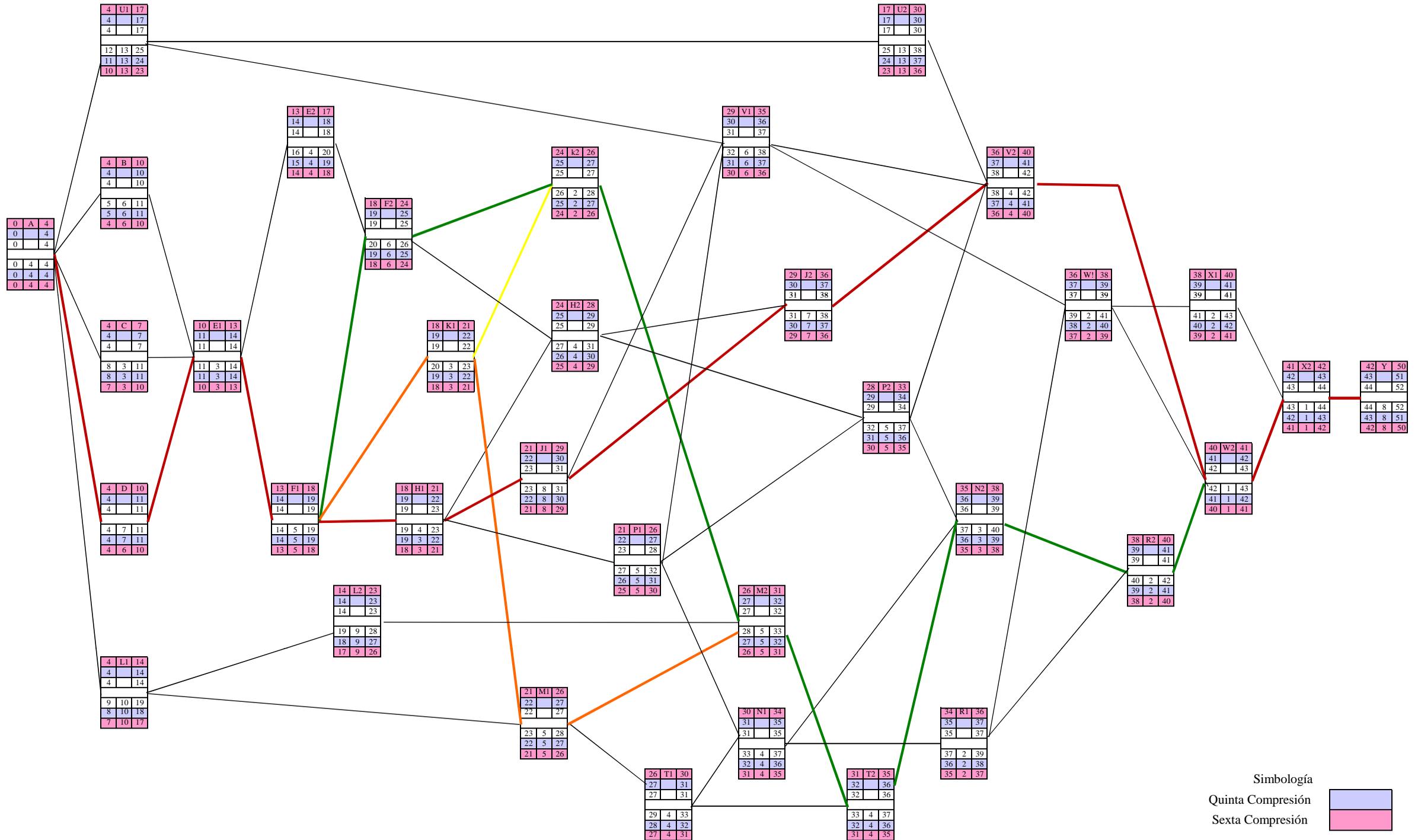


Figura 65 Sexta Compresión Construcción de Bodega Alternativa 2A

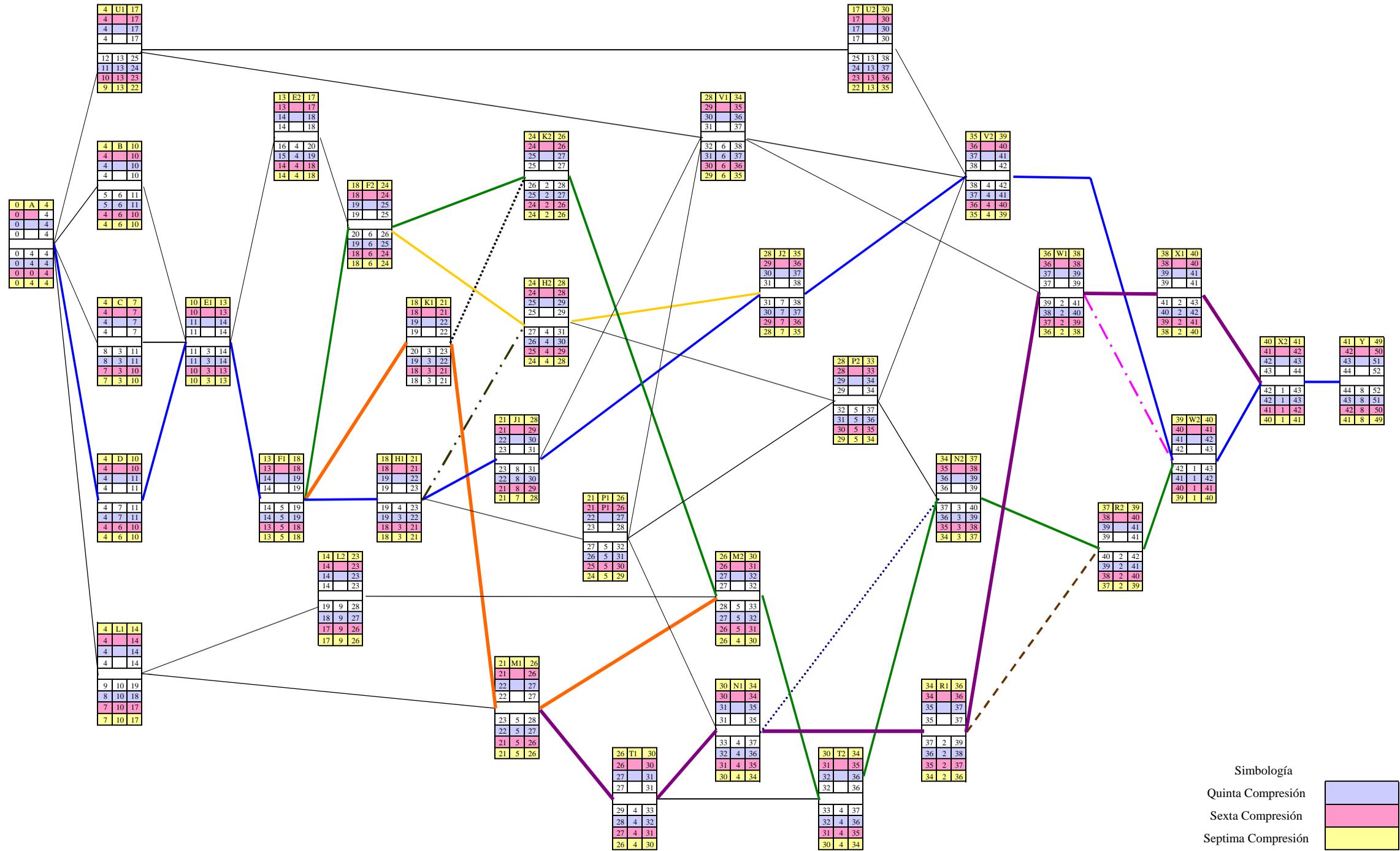


Figura 66 Séptima Compresión Construcción de Bodega Alternativa 2A

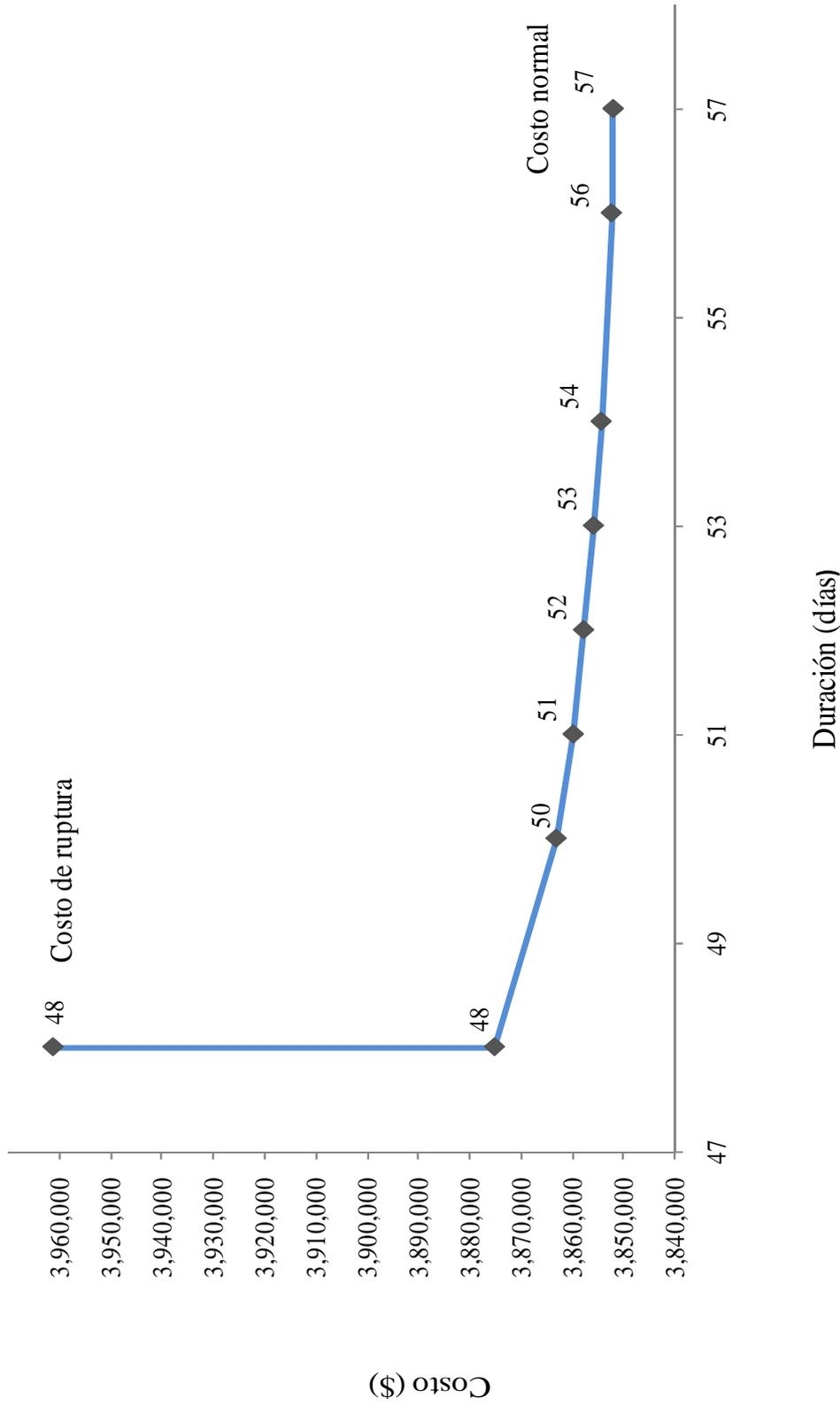


Figura 67. Gráfica de Curva Práctica de Construcción de Bodega Alternativa 2A

VI.2.5 Análisis de sensibilidad

A lo largo del desarrollo de este capítulo se ha venido empleando la misma metodología de análisis tanto como para la Alternativa 1A, como para la Alternativa 2A, por lo que en este subcapítulo hemos de considerar el mismo razonamiento para el análisis de sensibilidad que se realizó para la Alternativa 1A.

Por lo tanto, la interpretación de los resultados para este nuevo caso se basan en la gráfica 67, en la que se aprecia tanto el costo como el tiempo normal para realizar las actividades al 100%, pero además de haber desarrollado las actividades al 50% y en primera instancia a petición del propietario se redujo en 5 días con los resultados plasmados en la figura 62, posteriormente se hicieron las iteraciones para buscar la duración mínima a la que se podía llegar, respetando el proceso constructivo planteado, lo que me dio un incremento en el costo de tan solo \$23,125 lo que representa un sobrecosto de 0.60% del total y una disminución en el tiempo de 9 días (15.79% del total en tiempo).

Con esta información y con la visualización de la gráfica, el responsable de este proyecto puede decidir la conveniencia y pertinencia si es que se tuviera que disminuir la “nueva duración original del proyecto de 52 días”, lo que sería un análisis de sensibilidad a la variable costo y tiempo.