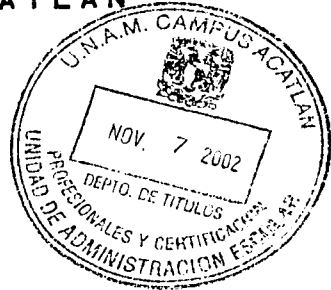




UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ACATLAN



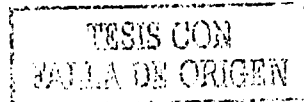
DETERMINACION DE UN MODELO DE DECISION QUE APOYE LA PLANEACION DE UN PROYECTO FINANCIADO PARA LA CREACION DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSMISION DE ENERGIA ELECTRICA

TRABAJO DE INVESTIGACION QUE PRESENTA:
MARTHA LETICIA MALDONADO CALZADILLA
PARA OBTENER EL TITULO DE:
LICENCIADA EN ACTUARIA
BAJO LA OPCION DE SEMINARIO DE
TALLER EXTRACURRICULAR
"ANALISIS DE LA PLANEACION"
ASESORA: ACT. LUZ MARIA LAVIN



NAUCALPAN, EDO. DE MEX.

2002





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL


Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Martín L. Maldonado
Calendilla

FECHA: 12 Nov 2002

FIRMA: 

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

"¿Y si en vez de planear tanto voláramos un poco más alto?"
Mafalda

¿Dedicatoria?

Creo que es lo más difícil, porque de todas las personas a las
quiero agradecer por estar de alguna u otra forma involucrados en
este proyecto, algunas ya no están y otras tal vez se vayan también.

Así que quitándome ese miedo:
Gracias a todos, los que no están, los que están, pero sobre todo a
aquellos que siempre han estado y estarán.
Gracias Renzo por iluminar este trabajo, así como has iluminado
muchas otras cosas en mi vida.
Gracias Ivonne por ser Ivonne.



CONTENIDO

CONTENIDO	I
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO I. LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN, EL SECTOR ELÉCTRICO Y EL FINANCIAMIENTO EN MÉXICO	7
1.1. LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN Y LA ECONOMÍA	7
1.2. LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS EN MÉXICO	10
1.3. EL SECTOR ELÉCTRICO	13
1.3.1. <i>El Financiamiento en el Sector Eléctrico</i>	16
1.4. FINANCIAMIENTO PARA EMPRESAS CONSTRUCTORAS	19
CONCLUSIONES	23
FUENTES DE CONSULTA	24
CAPÍTULO II. TOMA DE DECISIONES EN LA PLANEACIÓN DE PROYECTOS FINANCIADOS	25
2.1. PROYECTOS FINANCIADOS: INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA	25
2.2. JUSTIFICACIÓN DE LA PLANEACIÓN EN PROYECTOS FINANCIADOS	26
2.3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	28
2.4. EL PROYECTO COMO ORGANIZACIÓN	30
2.4.1. <i>Meta, Objetivo, Ideal y Medios</i>	35
2.4.1.1. Justificación de la Meta	36
2.4.1.2. Justificación de los Medios	36
2.5. EVALUACIÓN DEL PROYECTO	41
2.5.1. <i>Análisis FODA</i>	41
2.5.2. <i>Entorno Legal</i>	43
2.5.3. <i>Indicadores de Gestión y Financieros</i>	46
2.6. VARIABLES CONTROLABLES Y NO CONTROLABLES	46
2.7. RELACIONES	47



CONCLUSIONES	49
FUENTES DE CONSULTA.....	51
CAPÍTULO III. DETERMINACIÓN DE UN MODELO DE DECISIÓN Y EVALUACIÓN 53	
3.1. SELECCIÓN DEL MODELO	53
3.1.1. <i>Alternativas de Modelos de Apoyo de Decisión</i>	54
3.2. LA TÉCNICA PERT-CPM COMO MODELO DE DECISIÓN.....	55
3.2.1. <i>La Fase de Planeación</i>	57
3.2.2. <i>La Fase de Programación</i>	61
3.2.1.1. Consideración de escenarios en la programación.....	75
3.2.1.1.1. La Incertidumbre Estructural.....	75
3.2.1.1.2. Los Riesgos con Precedentes Históricos. Duración de Actividades	76
3.2.3. <i>La Fase de Control</i>	83
3.3. EVALUACIÓN, LIMITACIONES Y ALCANCES	84
<i>Programación antes del PERT-CPM</i>	87
<i>Programación con PERT-CPM</i>	89
<i>Programación Preliminar vs. Programación Óptima</i>	92
<i>Limitaciones y Alcances del PERT-CPM</i>	94
CONCLUSIONES	95
FUENTES DE CONSULTA.....	98
CONCLUSIONES GENERALES	99
GLOSARIO.....	103
FUENTES DE CONSULTA.....	111



INTRODUCCIÓN

Como en otros momentos de recesión económica del país, la industria de la construcción en México vive un período difícil. Muchas de las empresas constructoras mexicanas se encuentran en una lucha por permanecer, sin embargo, al mismo tiempo y como resultado de este esfuerzo, se están detectando oportunidades de participar en nichos de mercado que tradicionalmente se encuentran cautivos de las grandes empresas extranjeras. Uno de estos nichos de negocio es el sector eléctrico.

Hoy en día, el sector eléctrico mexicano se enfrenta a un momento de transición en el que se hacen necesarias inversiones importantes para satisfacer la demanda de energía que un país en desarrollo requiere. Por tal razón y a pesar de que aún existen restricciones legales para que la iniciativa privada participe integralmente en esta industria, los programas sectoriales de la Secretaría de Energía están ampliando la posibilidad de participar como constructores de la infraestructura para la generación, transformación, transmisión y distribución de energía eléctrica. Es importante destacar que con el fin de impulsar a la industria de la construcción, el Gobierno Federal está particularmente interesado en que sean las empresas mexicanas las que desarrollen esta infraestructura.

Aún con estas buenas intenciones y la de las empresas mexicanas –que se están ocupando en lograr un desarrollo organizacional que les permita incursionar en proyectos de gran envergadura– se presentan algunas dificultades de participación, entre las cuales la más importante a considerar es la que representa el financiamiento para la realización de los proyectos, mismos que se están licitando de tal forma que el constructor es el encargado de aportar todos los recursos necesarios para su realización y es pagado (incluyendo el costo financiero) al momento en que se puede empezar a generar recursos a través de ellos.

En general, actualmente las condiciones para obtener financiamiento en México pueden considerarse atractivas. Sin embargo, las instituciones financieras no confían lo suficiente



en las empresas constructoras mexicanas, lo que se traduce en la solicitud de garantías de cumplimiento de pago muy altas y sobretasas que cubran el riesgo que ellas absorben. Lo anterior imposibilita obtener créditos competitivos en relación con aquellos que pueden conseguir los grandes consorcios extranjeros, ya que estos los garantizan con el propio balance de su organización o son apoyados por sus gobiernos con créditos blandos.

Bajo este contexto y en respuesta a una necesidad surgida en el plano laboral, el presente trabajo tiene como objetivo determinar un modelo que apoye la toma de decisiones en la planeación de un proyecto de construcción e instalación de líneas de transmisión y subestaciones eléctricas, considerando al factor de financiamiento como piedra angular del éxito de su posible adjudicación.

Así, en la primera parte del presente trabajo, se describe la situación actual de la industria de la construcción, la del sector eléctrico y el financiamiento en México, proporcionando el escenario para plantear el problema que, como ya se mencionó, se centra en la toma de decisiones que afectan al costo de financiamiento en la planeación de un proyecto de construcción de la infraestructura necesaria para la transmisión de energía eléctrica.

Una buena alternativa para conseguir crédito más barato es optar por extraer el proyecto de la empresa constructora y manejarlo como un ente independiente. Esto permite que el riesgo que asumen las instituciones financieras sea el del proyecto –que finalmente está respaldado por instituciones gubernamentales– y no el de la empresa que lo realiza.

Lo anterior se contempla en la segunda parte de este trabajo. Tomando un caso específico, se describe el problema y se hace una abstracción del mismo para plantear un sistema real supuesto que puede verse como una organización, independiente y con vida propia. Se identifican las variables, restricciones y parámetros, las opciones de decisión y el criterio objetivo y la manera de evaluarlo.



En la práctica y de acuerdo a la experiencia propia, la programación de los proyectos se realiza de tal forma que no se consideran todas las alternativas posibles de decisión. Se consideran las actividades a realizar, el tiempo y el costo que implican y la precedencia entre ellas; y a partir de esto se concibe un programa de obra; sin embargo, en algún momento se pierde la sensibilidad de lo que compromete esta programación. En la mayoría de los casos, a partir de ésta se realizan todos los cálculos y se pasa por alto el juego que se puede realizar para optimizar el programa. Rara vez se utiliza un mecanismo sistemático que apoye la toma de decisiones en la planeación de un proyecto de esta naturaleza y sobre todo que considere al factor de financiamiento como determinante en el éxito de la adjudicación del proyecto.

En la tercera y última parte de este trabajo, se selecciona el modelo que mejor se ajusta a la representación del problema, bajo la hipótesis de que si se disminuye el ciclo de efectivo del proyecto, se logra optimizar el efecto del financiamiento en su costo. La técnica PERT-CPM resulta ser una herramienta valiosa para la toma de decisiones, ya que además de permitir el análisis del impacto del ciclo de efectivo en el costo de financiamiento, es fácil de manejar y está al alcance de los técnicos dedicados a la presentación de los concursos para obtener los contratos que permitan la realización de los multicitados proyectos. A través de un ejemplo proporcionado en el tercer capítulo, se puede observar cómo se afecta a un proyecto por su costo de financiamiento y las decisiones que se pueden tomar al respecto, ya que se consideran además, escenarios de cumplimiento del tiempo de las actividades, de tal forma que se permite jugar con la posición competitiva de la empresa.

Cada capítulo en este trabajo tiene un apartado de conclusiones y al final del trabajo se presentan las conclusiones generales las cuales incluyen aspectos relacionados con el cumplimiento del objetivo y los resultados más importantes. Adicionalmente, en el anexo 1 se presentan los parámetros utilizados en la evaluación de la programación preliminar y óptima del proyecto; en el anexo 2, se presenta la hoja de cálculo que llevó a la obtención



de los resultados bajo la programación preliminar; y en el anexo 3, para la programación óptima.



CAPÍTULO I. LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN, EL SECTOR ELÉCTRICO Y EL FINANCIAMIENTO EN MÉXICO

Objetivo:

Describir la situación actual de la Industria de la Construcción, la del sector eléctrico y el financiamiento en México. Proporcionar el escenario para plantear el problema.

1.1. La Industria de la Construcción y la Economía

No cabe duda que la industria de la construcción está decidida por el comportamiento de la economía en su conjunto. La forma en la que esta industria se desarrolla a través del tiempo, se ha determinado a partir de los periodos de auge y recesión económicos, respondiendo más que proporcionalmente a las variaciones negativas del crecimiento total de la economía.

En el Gráfico 1 se muestra la variación promedio anual del Producto Interno Bruto (PIB) Total y de la Construcción en donde se puede apreciar la respuesta de éste al PIB Total.

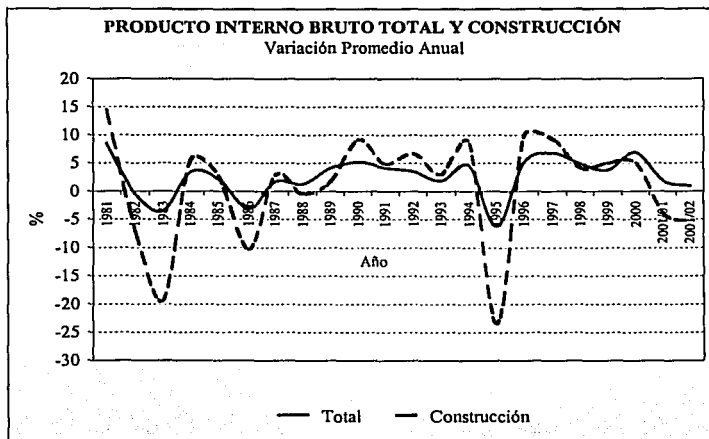


Gráfico 1. Fuente: Con datos del INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Indicadores Económicos de Coyuntura: Producto Interno Bruto: a precios constantes de 1993 por gran división de actividad económica. Variación Promedio Anual.¹

El Sector Industrial de la Construcción es considerado como una de las nueve Grandes Divisiones de Actividad Económica en que se divide la actividad económica del país. Si observamos los últimos 20 años (Gráfico 2), notamos que la contribución de esta industria al PIB nacional ha sido en promedio del 4.34%², alcanzando su máximo nivel dentro del periodo considerado en 1981 con el 5.94% del PIB y su mínimo en 1996, cuando su

¹ A esta variación también se le denomina variación anual acumulada. El PIB total representa el valor a precios de 1993 del total del Producto Interno Bruto generado por la actividad económica del país, integrada por la suma de las nueve Grandes Divisiones del Sistema de Cuentas Nacionales de México. El PIB Construcción comprende los establecimientos o unidades dedicados principalmente a la organización y/o realización total o parcial de obras de ingeniería civil tales como edificios, de urbanización, de saneamiento, de electrificación, de comunicaciones y transportes, hidráulicas y marítimas. Incluye, las nuevas construcciones así como las reformas, ampliaciones, reparaciones y mantenimiento de todo tipo.

² Del primer trimestre de 1980 al segundo trimestre del 2001. Cifras preliminares a partir del año 2000. Fuente: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Indicadores Económicos de Coyuntura: Producto Interno Bruto: valores absolutos a precios de 1993 por gran división de actividad económica. www.inegi.gob.mx



TESIS CON FALLA DE ORIGEN



participación al PIB fue del 3.59%. En términos constantes, sólo hasta 1999 se alcanzó la producción que se logró en 1981 y en 1994 antes de la crisis de fin de año. Sin embargo, a partir de del tercer trimestre del 2000, la tendencia es nuevamente decreciente, situándola en el segundo trimestre del 2001, en 58'622,570 miles de pesos constantes de 1993 con el 3.62% del PIB total que se ubica en 1,620'922,606 miles de pesos constantes de 1993.

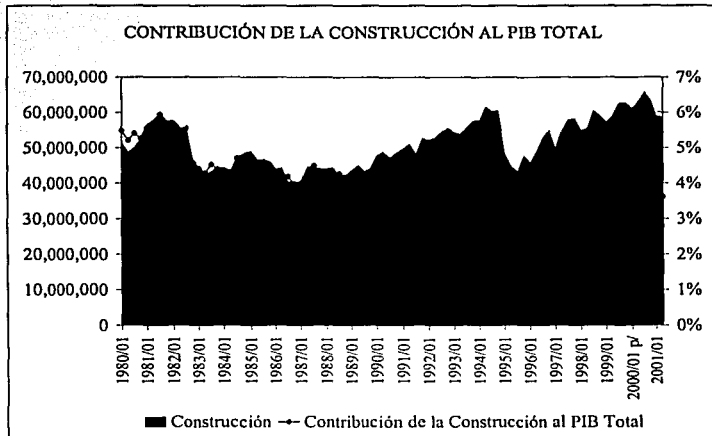


Gráfico 2.- Fuente: Con datos del INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Indicadores Económicos de Coyuntura: Producto Interno Bruto: por gran división de actividad económica. Valores Absolutos. (Cifras en Miles de Pesos a Precios de 1993).

Esta industria, es también una fuente importante de empleos y tiene un fuerte impacto multiplicador en la economía. En los últimos 5 años, 11 de cada 100 empleados se desempeñaron en la construcción y de cada 100 pesos que se destinan a la construcción, 56 se emplean para la compra de servicios y materiales que ofrecen 37 de las 73 ramas económicas del país³. Esto significa que cuando la construcción crece, contribuye al dinamismo de la mitad de las actividades productivas, sin olvidar su principal objetivo que

³ Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. Situación de la Industria de la Construcción 2001.



es su función social como comunicadora y abastecedora de poblaciones y su vinculación con el medio ambiente.

1.2. Las Empresas Constructoras en México

Existen factores de impacto externo e interno que determinan la situación actual de las empresas constructoras en México.

Como se mencionó anteriormente, la poca estabilidad económica que se ha vivido en nuestro país constituye el principal factor externo de impacto para la industria de la construcción y por lo tanto de las empresas constructoras. Las crisis financieras, que traen consigo altas tasas de interés e inflación, devaluación de la moneda y menor inversión; han deteriorado notablemente la situación financiera de estas empresas. Además, su recuperación no responde, ni en rapidez ni en magnitud, al crecimiento de la actividad económica en su conjunto.

Entre otros factores externos de impacto que se enfrentan en este sector, se encuentra la escasa oferta proyectos por parte del gobierno, lo que ha propiciado una alta competencia entre las constructoras, además del hecho de que las empresas están sacrificando utilidad a través de la poca valoración que hacen del equipo propio y de otros factores, al grado de presentar ofertas económicas no rentables e inclusive inviables financieramente. Esto ocasiona proyectos inconclusos, originando problemas legales y financieros. Otras prácticas comunes se traducen en lo que se conoce como la "industria de la reclamación" que sustituye la técnica constructiva con la negociación con el cliente. Además, se ha desvirtuado la especialización dentro del ramo de la construcción, es decir, empresas dedicadas a la producción de concreto hoy están construyendo vías terrestres y las expertas en éstas, se están dedicando al sector eléctrico, etc. Un efecto más, pero este producido por el alto costo del financiamiento, es el que las constructoras bajan continuamente de categoría, es decir, empresas que antes eran contratistas hoy son subcontratistas, y éstas



destajistas y así sucesivamente, quedando los contratos en empresas constructoras extranjeras que tienen acceso a un financiamiento con mejores condiciones de las que ofrece el mercado financiero mexicano.

Un ejemplo de esta última situación, es la limitante a la participación de las empresas nacionales en obra pública. Esta limitante la imponen los esquemas bajo los cuales se están licitando los proyectos (inversión financiada⁴), ya que el costo y disponibilidad de financiamiento es factor determinante para la asignación de contratos.

Sabemos entonces, que esta industria enfrenta graves problemas que se han venido acumulando en el tiempo y que a nivel macroeconómico deben tomarse medidas (desarrollar un marco jurídico promotor, programas de apoyo a la micro, pequeña y mediana empresas, efectuar una reforma fiscal integral, facilitar acceso a un financiamiento competitivo, etc.) que propicien su desestancamiento. Sin embargo, dentro de las empresas constructoras se vive una problemática cada vez más aguda en relación con sus procesos, que si bien en algunos casos puede justificarse por el entorno no deben subvalorarse en función de éste.

Esta problemática está relacionada a que, en ocasiones, la dirección general no tiene perfectamente definidos sus objetivos y por consiguiente no tiene un plan estratégico a seguir. La promoción de negocios no considera factores importantes de inversión y se llevan a cabo proyectos que no incrementan el valor de la empresa. La coordinación o dirección de control de proyectos está más interesada en informar a la dirección del desarrollo de las obras y en corregir las desviaciones de las mismas, que en tener planes de acción previamente definidos y concentrar esfuerzos en cumplirlos. La experiencia de muchos años en el ramo no es utilizada o se subestima.

⁴ Se refiere a proyectos cuya ejecución se encomienda a empresas del sector privado, previa licitación pública. Las obligaciones que contraen las dependencias o entidades públicas por estas inversiones serán cubiertas con los ingresos que generen las mismas obras una vez que éstas sean recibidas, a su entera satisfacción, por la entidad contratante.



Los problemas relacionados a la producción son básicamente generados por la mala formulación de los presupuestos y programas de obra, que en ocasiones empiezan en el momento de presentar las ofertas técnicas y económicas en respuesta a una licitación ya sea pública o privada. Una mala programación puede generar costos no recuperables o en su defecto, permitir márgenes excesivos de gasto. En cualquiera de los extremos se incurre en una pérdida de recursos. Cabe mencionar que existen variaciones entre lo programado y real, que están fuera del control de la empresa (desastres naturales, vandalismo, etc.), sin embargo, éstos podrían considerarse de manejarse escenarios y asignarles una probabilidad de ocurrencia para prever su impacto.

Otros factores que afectan la producción y que son determinantes por su peso específico en el costo y desarrollo de un proyecto, son aquellos relacionados con los materiales y el equipo utilizados. En este sentido podemos hablar desde los errores humanos en el manejo del equipo que puede ocasionar algún accidente y desviar el desarrollo de la obra, hasta el desperdicio de materia prima, equipo ocioso, defectos en los mismos, etc.

Por otro lado, pero sin desligarlo del proceso productivo, encontramos los problemas relacionados con la administración y las finanzas. Aquí se pueden citar problemas propios de todo tipo de empresa, como lo son las duplicidades de trabajo y los excesos o falta de personal en alguna área, la escasa o nula capacitación para el desarrollo de sus actividades, la falta de comunicación efectiva entre las áreas de la organización, el tomar criterios equivocados para decisiones de presupuesto de capital y/o de financiamiento, etc.

Particularmente, las constructoras enfrentan un problema adicional que es la poca distinción que existe entre los proyectos que llevan a cabo y su funcionamiento como un todo. Es decir, los proyectos no son considerados centros de costo independientes, sino que se financian entre ellos y a la empresa. A partir de esto, surgen cuestiones como ¿quién sirve a quién? ¿Las oficinas centrales son prestadoras de servicio a las obras o son las obras



quienes sirven al corporativo? Sabemos que son las obras quienes proporcionan riqueza a la empresa, sin embargo, esto no se logrará si ellas no reciben un apoyo integral del corporativo y esta situación se convierte en un círculo vicioso que, de no definirse una política en este sentido, es difícil lograr una interacción sana entre la administración de obras y las oficinas centrales.

Así, los procesos de dirección, de concursos, de promoción de negocios, el constructivo, el de administración y finanzas, y cualquiera que participe en una empresa constructora y en general de cualquier tipo de organización, deben considerarse bajo un enfoque sinérgico, que nos ayude a identificar problemas como una cadena de causas y efectos de tal manera que los éstos sean considerados con relación a los demás procesos, buscando la solución a los problemas planteados desde su origen para beneficio de la empresa como un todo.

1.3. El Sector Eléctrico

De los costos de la energía eléctrica y la posibilidad de responder a la demanda actual y futura, factores que afectan la competitividad global de un país, dependen en gran medida la colocación en el mercado mundial de los productos manufacturados, el flujo de inversiones productivas y la necesidad de importación de este tipo de energía. Por ello es de suma importancia determinar las medidas, acciones e inversiones necesarias para satisfacer la demanda estimada de energía eléctrica en el futuro.

La Secretaría de Energía, a través de la Comisión Federal de Electricidad (CFE)⁵, estima que la demanda de energía en el periodo 1999-2008, determinada por la dinámica poblacional, el rezago actual y el hecho de ser una economía en desarrollo; crecerá a una

⁵ La CFE es una empresa pública, con personalidad jurídica y patrimonio propio, creada el 20 de enero de 1934. Su objeto es organizar y dirigir el sistema nacional de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, basando su operación en principios técnicos y económicos, sin propósito de lucro. CFE genera el 98% de la electricidad nacional, además de transmitir y distribuir el 91%.



tasa media anual del 5.6% (sin incluir exportación). Dado lo anterior, se estima que las necesidades de infraestructura en el sector eléctrico asciendan a \$436,000 millones de pesos para este periodo.

El Gráfico 3 muestra la distribución de la inversión requerida en infraestructura en el sector eléctrico.

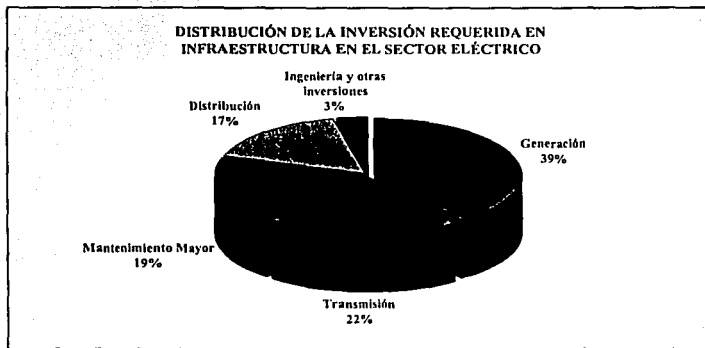


Gráfico 3. Distribución de la Inversión requerida en Infraestructura en el Sector Eléctrico. Fuente: Con datos de la Secretaría de Energía: Perspectiva del Sector Eléctrico 1998-2007.

La inversión física financiada programada por la CFE para el periodo 2001-2006, es de \$85,811 millones de pesos. Si consideramos la inversión requerida y la programada en cifras anuales, se tiene que esta última representa sólo el 28% de la inversión requerida anual⁶. Este hecho pareciera potencializar los nichos de mercado factibles de desarrollarse por parte de la iniciativa privada para cubrir dichos requerimientos, sin embargo, existen limitaciones legales que limitan ésta participación.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

⁶ Secretaría de Energía: Perspectiva del Sector Eléctrico 1998-2007.



Uno de ellos es la estructura del sector energético nacional que responde a lo dispuesto por los artículos 25, 27 y 28 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en donde se establece, entre otras normas, que la Nación dispone de la facultad exclusiva para generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público.

En 1992 se llevó a cabo la reforma de Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, la cual permite la participación del sector privado en la generación de electricidad bajo las modalidades de Producción Independiente de Energía Eléctrica (PIE)⁷, Cogeneración⁸, Autoabastecimiento⁹, Pequeña Producción¹⁰, Importación de Energía Eléctrica¹¹ y Exportación de Energía Eléctrica¹². Sin embargo, existen factores que no han motivado a la iniciativa privada a invertir en la generación de energía, como lo es el límite de compra de capacidad, la inexistencia de un mercado y la falta de información sobre costos de generación de la CFE.

Independientemente de la apertura y fomento a la inversión privada en la generación de energía, la iniciativa privada participa en el sector eléctrico como contratista para la realización de obras de infraestructura y como prestador de servicios diversos a las distintas empresas del sector. Esta participación se lleva a cabo de acuerdo a la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público, así como por los

⁷ Producción de energía eléctrica destinada a la venta a CFE, quedando ésta obligada a adquirirla en los términos y condiciones que se convengan. A partir de 1998 toda nueva generación se ha construido bajo este esquema.

⁸ Generación de energía eléctrica producida simultáneamente con vapor u otro tipo de energía térmica secundaria para ser usada en un proceso industrial, o bien generación de energía eléctrica a partir de calor residual de los procesos industriales.

⁹ Producción de energía eléctrica destinada a la satisfacción de necesidades propias de personas físicas o morales que la producen.

¹⁰ Generación de una capacidad menor a 30 MW destinada en su totalidad a la venta a CFE.

¹¹ Destinada exclusivamente al abastecimiento para usos propios.

¹² Derivada de cogeneración, producción independiente y pequeña producción.



ordenamientos jurídicos correspondientes y es la SECODAM quien supervisa dicha participación.

1.3.1. El Financiamiento en el Sector Eléctrico

En los últimos sexenios, la inversión presupuestal en el sector eléctrico, ha sido menor a la requerida determinada en las prospectivas del sector elaboradas anualmente por la Secretaría de Energía. Por tal razón, se han creado esquemas que permiten llevar a cabo algunos proyectos que con los recursos asignados a la CFE y LFC, no sería posible¹³.

Uno de los esquemas para financiar al sector, son los Proyectos de Infraestructura Productiva de Largo Plazo con Impacto Diferido en el Gasto (PIDIREGAS)¹⁴. Estos proyectos son financiados a partir de los ingresos que generan los propios proyectos una vez que estos han comenzado a operar, de tal manera que no impacten el gasto público durante el periodo de construcción o ejecución. Sin embargo, cuando las obras se terminan y empiezan a generar recursos, empiezan las erogaciones y obligaciones de pago por parte del Sector Público Federal, mismas que deberán preverse en el presupuesto de egresos en un tiempo dado. Es decir, una vez que se concluye la construcción de las obras, es cuando se empieza a registrar una parte del costo como gasto y deuda pública directa y el remanente se registra como deuda contingente. Este esquema, si bien ha permitido llevar a cabo proyectos de infraestructura productiva financiados con recursos privados, debe

¹³ La Secretaría de Energía (Sener) tiene muy claro que se necesita modificar el marco legal de la industria petrolera y eléctrica, desde leyes secundarias hasta cambios constitucionales, liberar a PEMEX, a la CFE y Luz y Fuerza del Centro de su actual régimen fiscal, otorgarles autonomía de gestión, transparencia en sus operaciones y dotarles de mayores ingresos, ya sea propios o de particulares. Durante el Segundo Seminario Anual de Energía y Derecho, la posición del secretario de Energía, Tirso Ernesto Martens y de los subsecretarios de Hidrocarburos y de Política Energética, Juan Antonio Bargés y Francisco Barnés, respectivamente, fue que el Poder Ejecutivo está de acuerdo con la ampliación del actual marco legal, básicamente para arrimar más recursos a las paraestatales, incluir a la inversión privada en sectores constitucionalmente estratégicos y asegurar el abasto de energéticos a largo plazo. (Milenio; p.34 – 12 de octubre, 2001)

¹⁴ Aparecen en el Presupuesto de Egresos de La Federación.



considerar las presiones que pueden provocar el que las expectativas de generación de ingresos no se cumplan, además de los riesgos inherentes al mercado.

Existen diversas modalidades de PIDREGAS, que son clasificados de acuerdo a las características de cada proyecto:

Financiamiento Directo	Sólo aplicable a PEMEX. En esta modalidad, PEMEX es el responsable de contratar en forma directa el financiamiento de largo plazo requerido, mediante el cual se pagan los trabajos realizados por los contratistas de acuerdo a los términos del contrato.
Obra Pública Financiada (OPF)	El contratista tiene la obligación de conseguir el financiamiento para realizar los trabajos. Bajo esta modalidad, el organismo o dependencia paga las obras al momento de su terminación y entrega. Dicho pago se realiza mediante un financiamiento a largo plazo contratado directamente por la dependencia. Algunos proyectos de la CFE se han estado realizando bajo esta modalidad.



<p>Construcción – Arrendamiento – Transferencia (CAT)</p>	<p>En este esquema, el contratista financia, construye y conserva la propiedad de la planta o instalación entregándola a la entidad para su operación bajo un contrato de arrendamiento de largo plazo y transfiriendo la propiedad al término del periodo pactado.</p> <p>La CFE ha dejado de utilizar este esquema y lo reemplazó por el de OPF, a efecto de limitar el financiamiento del contratista al periodo de construcción ya que la CFE, por la calificación de su riesgo, tiene acceso a mejores condiciones de financiamiento de largo plazo.</p>
<p>Construcción – Operación – Transferencia (COT)</p>	<p>Este esquema se diferencia de la modalidad CAT en que al término de la construcción, el contratista opera las instalaciones, pero transfiere la propiedad de las mismas al término del contrato (largo plazo). Esta transferencia es a título gratuito, es decir, no se considera inversión pública.</p>
<p>Construcción – Operación (CO)</p>	<p>En este esquema, el contratista financia, construye y opera la propiedad de la planta o instalación.</p>
<p>Producción Independiente de Energía (PIE)</p>	<p>Bajo esta modalidad, el contratista construye, opera y conserva la propiedad de las instalaciones con responsabilidad directa de estas actividades. La PIE es financiable sólo bajo un contrato de largo plazo de suministro de capacidad y energía suscrito con la CFE en el cuál ésta se compromete a que, una vez terminada la planta, realizará pagos fijos por tener a su disposición la capacidad de generación, y pagos variables por la energía entregada a la red.</p>



Para que un proyecto pueda ser considerado PIDIREGA, éste debe de ser estratégico, rentable, autofinanciable y contar con financiamiento a largo plazo. Además de ser bienes productivos de infraestructura, construidos y financiados por el sector privado.

Como respuesta a lo anterior y dada la resistencia que existe a la apertura del sector eléctrico a la iniciativa privada, se empiezan a plantear otras formas de obtener los recursos para cumplir con los requerimientos futuros de inversión en este sector. Un ejemplo es la iniciativa que reforma al Artículo 43 de la Ley de los Sistemas de Ahorro para el Retiro. De aprobarse esta reforma, una porción de los recursos de las Afores se invertiría en proyectos de generación y distribución de energía eléctrica, con lo que se tendría un esquema mixto de financiamiento, en donde se permita a la iniciativa privada participar en áreas que no son consideradas estratégicas, dejando su manejo exclusivo al Gobierno Federal. Asimismo se pretende que se puedan obtener créditos mediante estos fondos garantizándolos con el avance del sector eléctrico. Una ventaja adicional es que el ahorro de los trabajadores obtenga mayor rendimiento al ser invertido en proyectos rentables y seguros y no sólo en valores gubernamentales¹⁵.

Es dentro de este contexto, que el Gobierno Federal está trabajando intensamente en llevar a cabo la reforma del sector eléctrico, que permita obtener mayores recursos públicos y que brinde incentivos para el desarrollo tecnológico, así como para acelerar la simplificación administrativa.

1.4. Financiamiento para Empresas Constructoras

Como hemos visto, se empiezan a vislumbrar soluciones para que el Gobierno Federal pueda financiar la infraestructura requerida por México en este y otros sectores; sin

¹⁵ El 25 de febrero del 2002, se aprueba esta iniciativa.



embargo, bajo lo expuesto anteriormente, la responsabilidad de conseguir los recursos para poder participar en las licitaciones públicas y sobre todo para poder obtener los contratos queda en manos de las empresas constructoras. Este no ha sido un problema para las grandes empresas extranjeras que, a partir de los tratados comerciales, tienen un acceso a la participación en este tipo de licitaciones. Al contrario, para ellas ha sido una gran oportunidad de negocio ya tienen utilidades altas debido en gran parte al bajo costo de financiamiento al que tienen acceso y a la poca competencia local. En este punto cabe aclarar que, si bien como país requerimos de inversión privada que genere empleo, se está dando un fenómeno particular con las empresas constructoras extranjeras: la gente que trabaja para ellas no es empleada en la región, sino que se contrata en su país formando comunidades extranjeras. Además, los subcontratistas mexicanos empiezan a inconformarse por el trato que han recibido de estas empresas ya que les imponen sus condiciones.

Por tales motivos, se hace necesario que las empresas constructoras mexicanas puedan competir con las empresas extranjeras y para ello se requiere que tengan acceso a financiamientos competitivos para lograr una ingeniería financiera sana, es decir, que logren recuperar sus inversiones (incluyendo los riesgos en los que se incurren) y obtengan rendimiento de ellas.

Actualmente, las opciones que las empresas constructoras tienen para financiarse, se centran principalmente en:

1. Organismos Financieros Internacionales,
2. La Banca de Desarrollo,
3. La Banca Comercial,
4. Los Programas de Créditos para Empresas Contratistas de Obra Pública, y
5. Las Uniones de Crédito



Entre los Organismos Financieros Internacionales podemos mencionar a la Corporación Interamericana de Inversiones (Banco Interamericano de Desarrollo), al Banco de Desarrollo de Norteamérica y a la Corporación Financiera Internacional (Banco Mundial).

Considerados como Banca de Desarrollo, se encuentran Nacional Financiera, Fondo de Fomento Minero y Bancomext. Estas instituciones están realizando un gran esfuerzo para apoyar a las constructoras mexicanas, sin embargo, falta mucho por hacer ya que en muchas ocasiones estas instituciones se apoyan en la banca comercial que aún no confía plenamente en la industria.

El Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.N.C. (BANOBRAS) al tener un contacto permanente con el sector de la construcción, ha identificado la naturaleza de la obra pública¹⁶ y sus riesgos inherentes: eventos meteorológicos, técnicos y políticos, así como los asociados a la programación y derrama de recursos que la financian (insuficiencia de los montos de anticipo y el desfase entre la ejecución de las obras y el pago de los trabajos realizados), que pueden generar problemas de liquidez, traducándose en incumplimientos de tiempo y forma de los programas de obra. Por tal razón, a partir de 1999 y en respuesta a la solicitud de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC) se da a la tarea de apoyar a contratistas de obra pública mediante líneas de crédito que específicamente cubrieran los importes de trabajos pendientes de pago y por ejecutar. Estos programas están diseñados bajo dos modalidades: (1) Crédito de Cuenta Corriente y (2) Crédito a Descuento, que a continuación se esquematizan en la Figura 1 y en la Figura 2.

¹⁶ Se enfoca principalmente a proyectos de construcción y mantenimiento de autopistas, dejando de lado (al menos por el momento) proyectos de infraestructura de generación, distribución y transmisión de energía eléctrica (proyectos de gran convergadura).

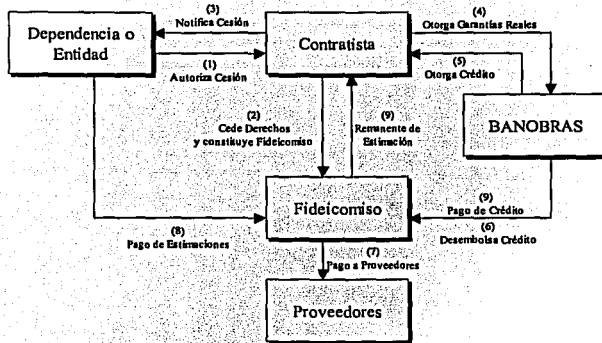


Figura 1. Esquema de Otorgamiento y Recuperación de Crédito: Modalidad Cuenta Corriente.
Fuente: BANOBRAS. Seminario de Financiamiento para las Empresas Constructoras. Octubre, 2001.

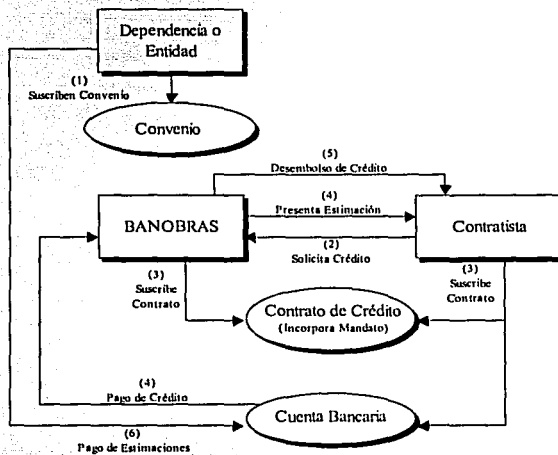


Figura 2. Esquema de Otorgamiento y Recuperación de Crédito: Modalidad Crédito a Descuento.
Fuente: BANOBRAS. Seminario de Financiamiento para las Empresas Constructoras. Octubre, 2001.



Finalmente, las Uniones de Crédito tienen un papel importante en el financiamiento a las empresas constructoras, sin embargo aún está limitada su participación.

No obstante las oportunidades que se empiezan a abrir para lograr financiamientos, que en principio pueden parecer competitivas, la percepción general en el medio es que el financiarse sigue siendo costoso por lo que implica la obtención de las garantías requeridas (calificadas como altas), dada la poca confianza que se tiene en este sector. Por otro lado, aquellos esquemas que no requieren de garantías de fácil realización, no dan la opción de financiar el capital de trabajo y bajo la situación de descapitalización en la que actualmente se encuentran la mayoría de las empresas constructoras mexicanas, esto sigue siendo un círculo vicioso.

Por lo expuesto anteriormente, además del esfuerzo que deben hacer los participantes del sector financiero mexicano (gobierno federal, banca de desarrollo, banca comercial, etc.), las empresas constructoras deben ocuparse en lograr que sus programas de obra, además de ser técnicamente viables, consideren como piedra angular el efecto que estos tienen en el costo de financiamiento.

Conclusiones

Como se ha visto en el presente capítulo, la combinación de la situación de la industria de la construcción, la del sector eléctrico y la del financiamiento en México; coloca a las empresas constructoras mexicanas en una posición de arranque hacia oportunidades de desarrollo en nuevos nichos de mercado hoy reservados para las empresas extranjeras: la participación en el sector eléctrico como constructor de infraestructura que permita cumplir con los requerimientos del país.

Se conocen las limitaciones, sin embargo, es posible y viable penetrar en este mercado. Se hace entonces necesaria la utilización de herramientas que permitan poner a nuestro favor



las variables que hoy parecen detener la consolidación de las empresas constructoras mexicanas.

Fuentes de Consulta

- ❖ Banco Interamericano de Desarrollo. Glosario de Términos Frecuentes en Materia de Adquisiciones. www.iadb.org/extr/proc/Sannex.htm
- ❖ Cámara de Diputados de la LVIII Legislatura. Gaceta Parlamentaria, año IV, número 857. 12 de octubre, 2001.
- ❖ Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. Reporte de la actividad de la Industria de la Construcción.
- ❖ Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. Seminario de Financiamiento para empresas constructoras. México, octubre 2001.
- ❖ Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. Situación de la Industria de la Construcción 2001.
- ❖ Secretaría de Energía. El sector energía en México. Análisis y prospectiva. México, 2000.



CAPÍTULO II. TOMA DE DECISIONES EN LA PLANEACIÓN DE PROYECTOS FINANCIADOS

Objetivo:

Tomando un caso específico, se describe el problema y se hace una abstracción del mismo para plantear un sistema real supuesto. Se identifican las variables, restricciones y parámetros, las opciones de decisión y el criterio objetivo.

Como se ha mencionado, actualmente la Industria de la Construcción se encuentra inmersa en una compleja problemática. En este contexto, se hace indispensable una toma de decisiones eficiente, por parte de los directivos de las empresas constructoras mexicanas, que permita resolver su situación actual. Para tal efecto y precisando el objetivo del presente capítulo en el que se habla de tomar un caso específico para describir el problema, concretamente se habla de un proyecto financiado de creación de infraestructura para la transmisión de energía eléctrica, entendiendo como proyecto financiado, aquel que no se realiza con los recursos propios de la organización, es decir, que su estructura de capital es compuesta 100% con deuda¹.

2.1. Proyectos Financiados: Infraestructura Eléctrica

Actualmente, se ha detectado que una oportunidad de negocio al alcance de empresas constructoras mexicanas (con capacidad técnica), o de consorcios de éstas, es la

¹ Esta proposición, no limita la posibilidad de que la estructura de capital del proyecto tenga una composición diferente, ya que, como se verá más adelante y en función del objetivo general del trabajo, lo que ocupa a esta investigación es disminuir el costo del financiamiento del proyecto en función del tiempo que se utilizan los recursos para realizarlo; y desde este punto de vista, el dinero propio de la organización también tienen un costo que se puede definir como la pérdida de otras oportunidades de inversión por mantener el flujo de tesorería en el proyecto.



participación en la creación de infraestructura de transmisión de energía eléctrica, sector que ha venido ofertando proyectos, que en primera instancia parecen ser atractivos desde el punto de vista de la utilidad que se podría obtener al llevarlos al cabo con éxito. Sin embargo, por las características bajo las cuales se están ofertando estos proyectos, para participar en ellos es necesario tener acceso a financiamientos de capital de trabajo, de suministros y en general de todos los gastos en los que se incurren al llevarlo a cabo.

Surge entonces la necesidad de crear un esquema de participación en las licitaciones de obra pública para dichos proyectos, que bajo las condiciones actuales de financiamiento que las empresas mexicanas tienen al alcance, sea óptimo en su planeación de tal manera que se minimice el costo financiero y así poder competir con las empresas extranjeras que participan fuertemente en este sector.

Es importante señalar que el peso que tiene el financiamiento en este tipo de proyectos se debe principalmente a que, como hemos mencionado, la CFE quien es la responsable de la generación, transformación, distribución y abastecimiento de energía eléctrica en México; en los últimos años ha licitado bajo diversos esquemas de financiamiento, entre los que destaca el de Inversión Pública Financiada. Es decir, la CFE paga la obra al contratista una vez que tiene la posibilidad de generar recursos a través de ella. Esto, y la gran envergadura de los proyectos, obliga a las empresas constructoras nacionales, quienes tienen la capacidad técnica, pero no económica; a buscar opciones de financiamiento para poder incursionar en este ramo.

2.2. Justificación de la Planeación en Proyectos Financiados

Se sabe que el éxito de una organización está directamente relacionado con una planeación eficiente. Dada la naturaleza de un proyecto de construcción, éstos pueden ser considerados como una empresa, en el sentido de que son un conjunto de recursos



humanos, materiales, técnicos y financieros con un propósito determinado. Esto, independientemente del hecho de que está contemplada, dentro de las Bases de Licitación de Obra Pública, la posibilidad de constituir consorcios y sociedades de propósito específico para la realización de la obra. Por tal razón, los proyectos deben ser planeados de tal forma que se determinen sus objetivos y la manera de alcanzarlos eficientemente, además de proporcionar puntos de referencia para medir su desempeño y permitir tomar las mejores decisiones respecto a su realización.

Un proyecto financiado tiene una justificación adicional para ello: no planear adecuadamente el desarrollo de la obra origina que el riesgo de pérdidas económicas en el que se incurre sea muy grande (que podría llevar a la empresa a una situación inclusive de quiebra), ya que no se tendría un control estricto de las variables que lo influyen ni el proyecto tendría la dirección requerida.

Independientemente del tipo de proyecto, en algún momento del proceso de planeación se debe determinar si éste es factible y/o rentable, adjetivo que dependerá de los objetivos de la empresa que lo pretende realizar. Además, en nuestro caso particular, la planeación es un requisito impuesto por el cliente, los inversionistas y acreedores del proyecto, que debe cumplirse para satisfacer las necesidades de información que cada uno de los participantes tiene del proyecto. Por ejemplo, un requisito para ser considerado como participante de la licitación del proyecto es el programa de obra, mismo que implica una planeación exhaustiva.

Dado el enfoque de este trabajo se considera al proyecto, que más adelante será definido, como una empresa de propósito específico y que como tal, debe ser planeada financieramente. Las consideraciones técnicas del proyecto, por estar fuera de alcance de los objetivos del trabajo, serán supuestas como constantes conocidas.



La empresa a tratar es un proyecto financiado para la creación de infraestructura de transmisión de energía eléctrica, que bajo el marco jurídico actual sólo puede ser realizado si antes se ha participado y ganado una licitación pública internacional. Para tal efecto, se deben presentar al cliente (CFE) una propuesta (integrada por una parte técnica y otra económica), que bajo los lineamientos impuestos por el cliente en principio debe ser viable y posteriormente la mejor de entre las de todos los participantes en el concurso. El proceso de planeación debe entonces ayudar a que estas propuestas consideren todos los factores de oportunidad y riesgo, de tal forma que el proyecto sea rentable, considerando los riesgos inherentes a la empresa y aprovechando las oportunidades que permitirán presentar una propuesta competitiva. Cabe mencionar que si durante el proceso de planeación encontramos que el proyecto no es viable o simplemente es asignado a otra empresa, este proceso es valioso aún, precisamente por proporcionar la información necesaria para decidir sobre su viabilidad o porque tendremos la certeza de haber presentado una buena propuesta, eliminando la frustración asociada a no haber sido elegido cuando no se sabe en qué se pudo fallar.

2.3. Descripción del Proyecto

Sólo como un punto de partida, a continuación se hace una descripción del proyecto que se tomará como caso particular a analizar de tal forma que pueda servir como referencia futura.

Se trata de una licitación pública internacional para llevar a cabo un proyecto de creación de infraestructura de transmisión de energía eléctrica que consta de dos subestaciones eléctricas y una línea de transmisión que las une². Estos trabajos deben realizarse en un tiempo especificado de antemano en las Bases de Licitación.

² Esta definición se realiza para simplificar el ejemplo analizado, sin embargo podrían considerarse n subestaciones eléctricas y $(n-1)$ líneas de transmisión.



El proyecto es considerado como Obra Pública Financiada a Precio Alzado, es decir, el contratista específica de forma única y definitiva el costo de los trabajos a realizar y el cliente realiza el pago correspondiente al momento en que es capaz de generar recursos a través de éstos trabajos, sin embargo, el cliente reconoce mensualmente los trabajos efectivamente realizados con el fin de ir liberando responsabilidades, situación que puede aprovechar la empresa constructora para la obtención de financiamiento.

Para realizar las obras son necesarios trabajos de ingeniería, obra civil, obra electromecánica y pruebas y puesta en servicio. Además, se requieren suministros que se pueden clasificar en suministros de torres, de cable y de equipo y materiales. Estos trabajos y su costo (que incluye mano de obra), integran el Costo Directo de Obra.

El monto de un contrato de obra pública financiada se integra, en general, por Costos Directos, Costos Indirectos, Costo de Financiamiento y Utilidad.

El Costo Indirecto se integra, entre otros, por:

1. El costo indirecto de obra que considera los egresos realizados por caminos de acceso, movilización de equipo, etc., es decir, por aquellos desembolsos necesarios para el desarrollo directo de las obras.
2. El gasto de oficinas centrales, es decir, el cargo que se debe hacer a las obras por los servicios prestados por parte del corporativo a las obras.
3. El pago a asesores externos.
4. El costo de primas de seguros.
5. El costo de fianzas y garantías.

Una característica importante de la Obra Pública Financiada es que el costo de financiamiento integra el monto del contrato, es decir, el contratista transfiere este costo al



cliente. De hecho, transfiere todos los costos y además fija una utilidad sobre algunos de ellos. La ventaja que tiene el cliente es que el pago lo hace hasta que puede generar recursos a través de los trabajos realizados, en tiempo y forma, por el contratista.

En general, el costo de financiamiento es determinado por la estructura de capital de los proyectos, esto es, por las proporciones de deuda y capital que se utilizan para financiarlos. Como se ha mencionado, la capacidad de invertir de las empresas constructoras mexicanas es prácticamente nula y más si consideramos el tamaño de este tipo de proyectos. Dadas estas condiciones, un supuesto importante es que el proyecto será financiado 100% por deuda.

Aparentemente, el contratista tiene nada que perder pues recupera todos los recursos utilizados e inclusive el costo que implica conseguir dichos recursos. Sin embargo, esto no es así: en principio, debe ganar la licitación y esto lo obliga a competir con otros contratistas por lo que debe tratar de conseguir las mejores condiciones en precio de suministros, pago a proveedores, costo de financiamiento, etc., es decir, obtendrá el contrato de obra si logra presentar la mejor propuesta de entre muchas más. Independientemente de lo anterior, existen otros factores de riesgo que van desde el riesgo de construcción (técnico) hasta el riesgo país y por supuesto el riesgo administrativo. Estos riesgos son precisamente los que deben considerarse en el proceso de planeación, ya que la definición de "Precio Alzado" no permite hacer reclamaciones sobre el monto del contrato con el que se participa en la licitación.

Otros gastos que deben tomarse en cuenta son, entre otros, las retenciones que hace el cliente para el pago a SECODAM.

2.4. El Proyecto como Organización



Ya se ha mencionado que se puede considerar al proyecto de referencia como una empresa. Sabemos además que el concepto de empresa se ha venido modificando en el tiempo y que hoy en día puede y debe considerarse a ésta como una organización, es decir, como un sistema con un propósito, el cual es parte de uno o más sistemas con algún propósito y en el cual algunas de sus partes tienen sus propios propósitos. No es difícil notar que el proyecto es un sistema pues se pueden identificar su medida de actuación, su medio ambiente, sus recursos, componentes y la administración del proyecto. El propósito del proyecto es la construcción de infraestructura de transmisión de energía eléctrica en tiempo y forma de acuerdo a los requerimientos del cliente, de tal manera que sea rentable a los participantes en él. El proyecto es parte de otros sistemas como lo son la empresa que lo lleva a cabo y el cliente, ambos con propósitos propios. Y las partes del proyecto, que son los acreedores, proveedores, subcontratistas, personal técnico y administrativo, etc., tienen a su vez propósitos particulares. Así, el proyecto puede ser concebido como una organización y su administración tiene tres tipos de responsabilidades interdependientes: el control, la humanización y su ambientalización.

Para terminar de conceptuar al proyecto como una organización debemos saber cómo lo ven todos aquellos que se afectan por lo que éste hace o en él sucede. Así, los participantes del proyecto son: la empresa o consorcio que lo realiza, sus empleados, los acreedores, los proveedores, los subcontratistas y el cliente (que en este caso es parte del gobierno).

Los intercambios que realizan entre ellos son:

1. Intercambio de dinero (utilidad) por administración (durante la construcción), con la empresa o consorcio. Indirectamente se realiza un intercambio entre la empresa y el cliente es decir, un bien por dinero, esto a la terminación del proyecto. Además, por ser la CFE un organismo público, también se da el intercambio inherente entre las empresas y el gobierno, esto es, la empresa



proporciona dinero a través de impuestos y el gobierno a su vez le proporciona a ésta bienes, servicios y el marco jurídico bajo el cual se rigen sus operaciones.

2. Intercambio de dinero por trabajo, con sus empleados, a través de la empresa o consorcio.
3. Intercambio de dinero por suministros, con los proveedores, a través de la empresa o consorcio.
4. Intercambio de dinero por servicios, con los subcontratistas, a través de la empresa o consorcio.
5. Intercambio de dinero pagadero posteriormente por dinero recibido ahora, con los acreedores, a través de la empresa o consorcio.
6. Intercambio de servicios por mantenimiento, con el cliente.

La Figura 3 muestra estas relaciones, marcando con "*" aquellas que se dan a través de la empresa o consorcio de empresas que lo llevan a cabo:

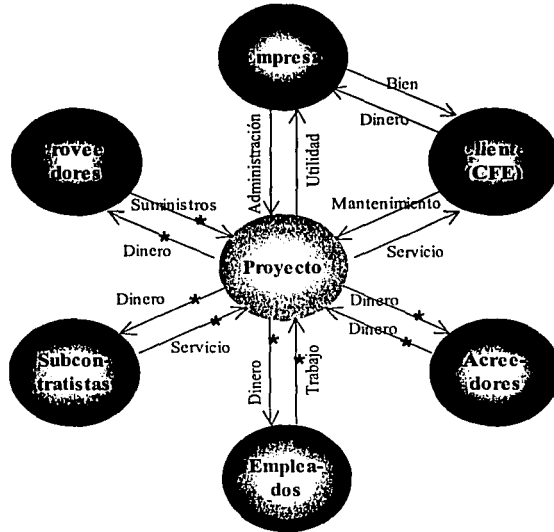


Figura 3. Interrelaciones entre los participantes del proyecto. A partir del modelo proporcionado en ACKOFF L., RUSSELL. Planificación de la Empresa del Futuro.

Es importante señalar que si bien la mayoría de los intercambios se dan a través de la empresa o consorcio de empresas que llevan a cabo el proyecto, es el proyecto en sí quien responde de ellos. Por ejemplo, los acreedores que si bien proporcionan dinero a la empresa para capital de trabajo, es el proyecto el que les resulta atractivo y seguro, pues consideran que el riesgo que asumen es el del cliente, es decir, están asumiendo riesgo CFE pues es ella quien finalmente va a pagar los créditos una vez que el contratista termine el proyecto. Podría pensarse entonces que el intercambio se daría entre los acreedores con la CFE, sin embargo, si se decidiera financiar al proyecto colocando papel comercial en el mercado, sería precisamente el proyecto el que estaría asumiendo la deuda.



Otra consideración acerca de esto, es la temporalidad de las relaciones, esto es, el tiempo que dura la relación entre los participantes. Por ejemplo, la relación entre los proveedores o subcontratistas con el proyecto, y por lo tanto con la empresa, es durante la etapa de construcción y una vez terminada ésta, la relación se rompe. Por otro lado, la relación con el cliente puede considerarse que inicia cuando el periodo de construcción concluye.

Obviamente, las relaciones entre los participantes suelen ser más complicadas que esto, sin embargo las funciones esenciales pueden resumirse en las de cualquier empresa de productos o servicios: consumir y hacer posible el consumo, sin olvidar su función social, que es en realidad para lo que se planea crearlo.

Dadas las definiciones anteriores, el proyecto puede considerarse como una empresa en el sentido de una organización, que sirve a los propósitos de sus participantes y a los propios. Sin embargo y para efectos de este trabajo éste tiene un principio y un fin bien delimitado: inicia en el momento en que una empresa o grupo de empresas deciden participar en una licitación pública y termina con la culminación de la etapa de construcción y entrega a satisfacción del cliente. Esto no sucede con las empresas tal y como las conocemos: éstas esperan permanecer a través el tiempo. Así por ejemplo, no se puede hablar del crecimiento del proyecto, pero sí, de desarrollo del proyecto, y no en el sentido del avance del mismo, sino de la filosofía de calidad, potencialidad para mejorar, de la utilización de recursos eficaz y eficientemente, etc., en donde en definitiva participa la empresa que lo lleva a cabo.

Para concluir el análisis del proyecto como organización, podemos tipificarlo como una organización de fines autocráticos y medios democráticos (Figura 4), es decir, su fin (la construcción de infraestructura de transmisión de energía eléctrica), es impuesto por el cliente y los medios son elegidos, no por el proyecto en sí, sino por quien lo realiza.

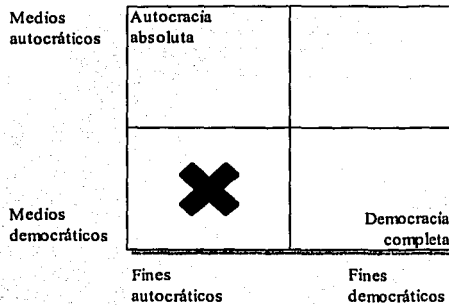


Figura 4. Tipos de relaciones de poder de los sistemas sociales. ACKOFF L., RUSSELL. Planificación de la Empresa del Futuro.

2.4.1. Meta, Objetivo, Ideal y Medios

El hecho de considerar así al proyecto permite que la empresa o consorcio que pretende conseguir hacerlo (que bajo los supuestos de este trabajo es una constructora mexicana, con capacidad técnica pero descapitalizada y que por lo tanto requiere de financiamiento que dadas las condiciones en México, resulta ser costoso y que podría dejarla fuera de competencia respecto a empresas constructoras extranjeras), elija³ su meta, objetivo, ideal y medios de la siguiente manera:

Meta: Minimizar el costo de financiamiento de Proyecto.

Objetivo: Ser competitiva en una licitación pública internacional.

Ideal: Ser una empresa competitiva a nivel internacional.

Medios: Determinar un modelo que permita la toma de decisiones en la programación de un proyecto para la optimización del ciclo de efectivo.

³ Enfoque interactivista de la planeación.



Si se consigue el objetivo, acercándose por lo tanto al ideal, el futuro estaría siendo influenciado por esta nueva forma de pensar, las constructoras mexicanas dejarían de ser subcontratistas de los grandes constructores extranjeros, para ser parte de quienes realizan los proyectos de gran envergadura. Para lograr esto se hace necesario apoyarse en la tecnología, pero sin menospreciar la experiencia del personal técnico y administrativo, apoyándolo en su capacitación y desarrollo para enfrentar los nuevos retos, planeando para detectar los verdaderos problemas.

2.4.1.1. *Justificación de la Meta*

¿Por qué minimizar el costo de financiamiento si existen otras variables de influencia para ser competitivos en una licitación de obra pública financiada? Por ejemplo, tratar con un incremento en la productividad, por un lado es un aspecto técnico que está fuera del alcance de este trabajo; y por el otro, se considera que las empresas mexicanas cuentan con la capacidad y experiencia técnica para competir con las empresas extranjeras.

Considerando que el criterio para la selección del ganador, es en función del monto del contrato y de otros factores técnicos⁴, el problema se centra en el monto de la propuesta y ésta, dadas las características de la licitación, está fuertemente influenciada por el costo de financiamiento.

2.4.1.2. *Justificación de los Medios*

Una vez determinada la meta de la planeación, se debe justificar los medios para conseguir llegar a ella.

⁴ Monto de evaluación de pérdidas de transformadores y/o reactores en potencia.



Las actividades operativas del proyecto pueden delimitarse a los siguientes hechos y decisiones correspondientes:

Hechos	Decisiones
1. Compra de materiales y equipo	Cuándo y en cuánto se deberán solicitar los materiales y equipo a los proveedores.
2. Pago de las compras	Cómo negociar el pago de los materiales y equipo con los proveedores.
3. Pago a subcontratistas	Cómo negociar el pago a subcontratistas (anticipos) y reconocimiento de trabajos realizados).
4. Realización de los trabajos propios ⁵	Cuándo iniciar los trabajos propios de la empresa constructora. ⁶
5. Reconocimiento de los trabajos propios	Qué es necesario hacer para que el cliente reconozca los trabajos realizados en tiempo.
6. Cobro de los trabajos	Qué es necesario hacer para que el cliente pague la totalidad de los trabajos realizados

Estas actividades crean patrones de flujos de entrada y salida de efectivo que son asincrónicos. Por ejemplo, los pagos de efectivo realizados por compras de materiales y equipo no suceden al mismo tiempo que los ingresos de efectivo provenientes del cliente.

La Figura 5 muestra las actividades operativas relacionadas con los proveedores de equipo y materiales:

⁵ Este hecho es trascendente por que la CFE determina la "Fecha de Aceptación Provisional" y "Fecha de Aceptación" de la obra. Es decir, el contratista recibirá su pago en una fecha determinada de antemano, por lo que deberá ajustar su programa de obra a tales fechas.

⁶ En este punto aplica la decisión de qué tecnología será la apropiada para la producción, sin embargo, dado el alcance de este trabajo, es una decisión que no será considerada.

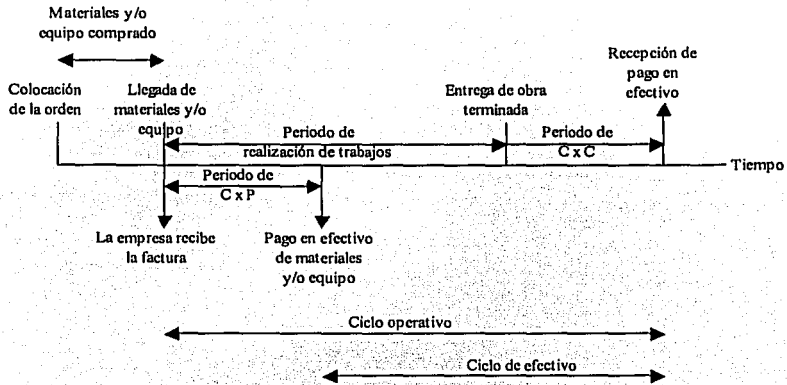


Figura 5. Línea de tiempo del flujo de efectivo y de las actividades operativas relacionadas con los proveedores del proyecto.

Se define como *ciclo operativo* al periodo que transcurre entre la llegada de los equipos y materiales o inicio de trabajos, hasta que el pago es realizado por el cliente. El *ciclo de efectivo* empieza cuando se paga en efectivo por los equipos y materiales o se realiza un gasto de obra y termina cuando el cliente paga por las obras terminadas. La línea de tiempo de flujo de efectivo consta de un ciclo operativo y uno de efectivo.

Esta línea de tiempo de flujo de efectivo es un ejemplo de lo que pasaría si no se tuvieran que hacer pagos de efectivo al recibir los materiales y/o equipo al momento de la colocación de la orden. Además supone que existe un periodo en el cual ya se entregó la obra y el cliente tarda en pagar. Haciendo uso de la experiencia, esto raramente sucede. Los proveedores de equipo y materiales normalmente exigen un pago al momento de realizar la orden y la liquidación al momento de la entrega. Por el otro lado el cliente, en teoría, debe realizar el pago una vez entregada la obra. No obstante lo anterior, la conceptualización del esquema aplica no importando en qué momento del tiempo se den las actividades operativas.



Un proceso similar se da al considerar las actividades operativas relacionadas con los subcontratistas, es decir, se acostumbra dar un anticipo por los trabajos a realizar y se liquida una vez terminados los mismos. La diferencia radica en que pueden acordar prepagos periódicos de acuerdo a los trabajos efectivamente realizados por los subcontratistas.

En ambos casos, se puede hacer uso de la capacidad de negociación para conseguir mejores condiciones de compra de los bienes y servicios e inclusive aprovechar estas para financiar nuestras actividades por medio de los proveedores o subcontratistas.

Independientemente del proyecto, la necesidad de toma de decisiones financieras está indicada por la existencia de un vacío entre los flujos de entrada y salida de efectivo, lo cual se relaciona con las longitudes del ciclo operativo y el periodo de cuentas por pagar. Este vacío es el que debe financiarse, mismo que puede acortarse si se cambian los periodos de realización de trabajos, de las cuentas por cobrar y de las cuentas por pagar.

Analizando la Figura 5, se observa que la longitud del ciclo operativo es la suma de las longitudes de los periodos de realización de trabajos y de las cuentas por cobrar. El periodo de realización de trabajos es el lapso que se requiere para ordenar los materiales y equipo, contratar servicios, llevar a cabo la obra, lograr el reconocimiento de la misma y obtener el pago correspondiente. El periodo de cuentas por cobrar se traduce en el tiempo que se requiere para cobrar los ingresos en efectivo.

El ciclo de efectivo es el tiempo que transcurre entre los desembolsos de efectivo y la cobranza y puede concebirse como el ciclo operativo menos el periodo de cuentas por pagar, es decir,

$$\text{Ciclo de efectivo} = \text{Ciclo Operativo} - \text{Periodo de Cuentas por Pagar}$$



El periodo de las cuentas por pagar es el lapso a lo largo del cual el proyecto (o empresa) demora el pago correspondiente a la compra de varios recursos, tales como sueldos, materiales y equipo, pago a subcontratistas, etc.

Se sabe además, que minimizando el ciclo de efectivo se disminuye el costo financiero. Por tal razón, la meta sería lograr una planeación óptima en este sentido, bajo ciertas restricciones técnicas.

Esta aseveración, es la hipótesis en la que se base este trabajo. No obstante que existen otras variables que definen el costo del financiamiento del proyecto—tasa de interés⁷, plazo de crédito⁸, garantías⁹, comisiones¹⁰, etc—, éstas suelen estar fuera del control del contratista; sin embargo, el tiempo durante el cual se utilizan los recursos, es una variable controlable y por lo tanto sujeta a planearse a través de la optimización del ciclo de efectivo.

Así, a partir de la programación de egresos totales de un proyecto de construcción e instalación de líneas de transmisión y subestaciones eléctricas, el cual podría estar

⁷ La tasa de interés es el porcentaje que se cobra sobre el dinero prestado por su uso. Esta variable influye directamente en el costo de financiar el proyecto con deuda y normalmente se fija a través de un instrumento bancario de referencia más una sobretasa que incluye el riesgo del proyecto.

⁸ El plazo del crédito es el periodo de tiempo entre que se firma el crédito (contrato de préstamo) y la fecha en que éste se extingue. Esta variable lógicamente afecta el costo del financiamiento porque mientras más tiempo se haga uso de los recursos, más se pagará por ello, sin embargo en algunos casos (sobre todo cuando la tasa e interés es baja), el obtener un plazo de crédito más amplio, se considera una mejor condición del crédito.

⁹ Las garantías del crédito se traduce en la seguridad que se ofrece de la liquidación del préstamo. Puede ser que una organización, por su prestigio y estabilidad, no tenga más que ofrecer la información de sus estados financieros, sin embargo, otras empresas tienen que comprar fianzas, cartas de crédito o dejar activos fijos como garantía. Las garantías influyen en el costo del financiamiento normalmente en la proporción del monto solicitado.

¹⁰ Las comisiones incluyen los costos por la tramitación del crédito y/o administración del mismo y van desde comisiones por apertura, disposiciones adicionales, por no disposición del crédito, etc. Las comisiones afectan de muchas maneras el costo de la deuda, por tal razón se deben hacer estudios de sensibilidad que indiquen la forma en que éstas se puedan disminuir.



compuesto por obras independientes, es decir, que se cobran al terminar cada una de ellas, se debe realizar un plan o programa de avance de obra. En función de éste, de las restricciones técnicas y de las condiciones de pago de los suministros y subcontratistas, se obtiene un flujo de efectivo para cada una de las actividades de las obras. Estos flujos integran un flujo de efectivo global, el cual tiene como característica el considerar egresos para cada uno de los periodos e ingresos sólo al momento de terminar cada obra. Se hace entonces necesario realizar el programa de obra general, de tal forma que el ciclo de efectivo sea mínimo bajo las restricciones mencionadas.

2.5. Evaluación del Proyecto

Una vez que se ha definido el objetivo, meta y medio, se procede a la evaluación del proyecto como tal.

2.5.1. Análisis FODA

A continuación se presenta el análisis conocido como FODA. Éste análisis pretende destacar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del proyecto, visto desde el punto de vista de la empresa.



Fortalezas <ul style="list-style-type: none">❖ Tener la suficiente capacidad técnica para competir en el ámbito internacional.❖ Ser una empresa mexicana.❖ El conocimiento interno de las oportunidades del sector.	Oportunidades <ul style="list-style-type: none">❖ Necesidad de que las empresas mexicanas obtengan este tipo de proyectos.❖ Conocimiento del territorio nacional.❖ Empatía con las costumbres de las poblaciones cercanas a la ubicación de los proyectos.❖ Restricciones legales de componente nacional del proyecto¹¹.
Debilidades <ul style="list-style-type: none">❖ Escaso acceso a financiamiento competitivo.❖ Poca o nula experiencia en la formulación de este tipo de propuestas.	Amenazas <ul style="list-style-type: none">❖ La asociación de la competencia para boicotear la participación de las empresas mexicanas.❖ El temor de otras empresas mexicanas para formar consorcios y por lo tanto, asumir riesgos.❖ La amenaza que sienten los subcontratistas y proveedores por parte de las grandes empresas.

Como se puede observar, las oportunidades que ofrece el proyecto son lo suficientemente atractivas como para participar en el mismo, más si se considera que se cuenta con las fortalezas para aprovecharlas. La primera debilidad mencionada, es la falta de experiencia,

¹¹ Normalmente, se debe garantizar que el contenido mínimo de integración nacional del Proyecto sea del 35% del costo total del proyecto (en equipos y suministros excluyendo la construcción).



misma que puede ser considerada como una barrera psicológica que una vez rota, es decir, una vez que se adquiere esta experiencia, se convertirá en una fortaleza. La segunda debilidad: escaso acceso a financiamiento competitivo, si bien es una limitante muy importante para la obtención de los proyectos, justifica en gran medida la utilización de una planeación eficaz del proyecto para minimizar el costo de financiamiento. Las amenazas que presenta el proyecto, son en realidad paradigmas, sin embargo, éstos pueden cambiarse dada su naturaleza.

2.5.2. Entorno Legal

Otro aspecto importante a evaluar, es el entorno legal bajo el cual se desarrollará, de darse el caso, el proyecto. Este marco legal, está dado básicamente en las Bases de Licitación del Concurso. Éstas son publicadas por el cliente (CFE) en un momento determinado y las empresas interesadas en concursar por la obtención del contrato deben pagar para tener acceso a ellas y a toda la información relacionada al proyecto. Cabe mencionar que durante el proceso de su publicación, las Bases de Licitación pueden modificarse. Esto normalmente se hace en función de las observaciones hechas por las empresas, una vez que se han llevado a cabo visitas físicas al sitio de la(s) obra(s) y de las Juntas de Aclaración, en las que se tiene la oportunidad de dar a conocer dudas, inquietudes y comentarios de los participantes.

Los puntos destacables en el sentido legal, son:

- ❖ La vigencia de las propuestas. Las propuestas deben permanecer vigentes un cierto tiempo, por lo que es importante, durante el proceso de planeación, considerar las condiciones que pudieran cambiar, para no incurrir en pérdidas económicas por tener que respetar precios que pueden ya no aplicar en un momento dado.



- ❖ El cumplimiento de la propuesta. Es difícil que los licitantes presenten una oferta y que al obtener el contrato lo rechacen, sin embargo existe la posibilidad de que esto suceda. Un ejemplo es cuando no se tuvo el suficiente cuidado en la planeación del proyecto y al momento de revisar los programas para empezar a implementarlos salgan a relucir detalles no considerados en la planeación, por lo que se decida ser penalizado¹² en lugar de perder grandes cantidades de dinero.

Otro ejemplo es cuando se proporciona información falsa o que se actúa con dolo o mala fe. Es común que un grupo de grandes empresas extranjeras, se asocian con la finalidad de que el contrato sea adjudicado a alguna de ellas; estrategia que implica que se participe proporcionando datos falsos del costo de suministros, para bajar el monto de su contrato. Una vez que logra la adjudicación, rescinde el contrato para que éste pase a manos de la empresa que tiene el turno para realizar los trabajos. La penalidad no es un problema para estas empresas ya que normalmente su operación está diversificada.

- ❖ El tiempo de realización de los trabajos se encuentra dentro del Marco Legal del problema, es decir, éste es considerado en las Cláusulas del Contrato, con lo que se vuelve una restricción legal. Este factor deberá ser una de las restricciones del modelo de decisión.
- ❖ Las fechas de pago de los trabajos realizados y de eventos críticos. De la misma manera en la que está definido el tiempo, las fechas de pago y de eventos críticos¹³ también están consideradas en las Bases de Licitación, por lo que se deben considerar como base para la realización del programa de obra y así poder acortar el ciclo de cuentas por cobrar y por lo tanto el ciclo de efectivo.

¹² De acuerdo al artículo 78 de la Ley de Obra Pública y Servicios Relacionados (LOPS), la penalización consiste en la inhabilitación temporal para participar en procedimientos de contratación o celebrar contratos regulados por la LOPS.

¹³ Se considera un evento crítico, por ejemplo, el tener en inventario la totalidad de los suministros de cable.



- ❖ **Constitución de Garantías¹⁴.** Este aspecto es de suma importancia, ya que afecta directamente al costo de financiamiento. Cualquier entidad financiera, ya sea Banca de Desarrollo o de Comercial, solicita para el otorgamiento de créditos, garantías que pueda hacer efectivas en caso de incumplimiento. Dada la situación que enfrentan las constructoras mexicanas, éstas no pueden garantizar los créditos con su Balance, por lo que tienen que comprar cartas de crédito y/o fianzas, que a su vez deben garantizarse. Así, este se vuelve un círculo vicioso, siendo una de las principales preocupaciones de los constructores nacionales.

Una consideración raramente contemplada cuando se habla de garantías, es el costo de oportunidad del proyecto. Tratándose de empresas constructoras mexicanas, dejar en garantía equipo o contratar fianzas por los montos requeridos para este tipo de obras, las limita en la participación de otros proyectos, ya que tienen un límite, no muy alto, para garantizar otros proyectos que pueden no ser obra pública financiada (garantizar créditos), pero que por estar bajo la LOPS, exigen garantías de cumplimiento y de calidad de los trabajos.

- ❖ **Penas por retraso.** El cliente (CFE), como ya se mencionó define fechas de pago de los trabajos y con ello, Fechas de Aceptación Provisional de los mismos. El contratista en función de esto define en su propuesta el programa de obra. Si existen retrasos, imputables al contratista, para alcanzar la Aceptación Provisional¹⁵, existen penas que pueden acumular un porcentaje¹⁶ del monto del

¹⁴ La Ley de Obra Pública, exige, independientemente del tipo de obra pública, garantías de cumplimiento del contrato y de calidad de los trabajos.

¹⁵ Significa, en relación con cualquier Subestación o Línea de Transmisión, la aprobación de dicha Subestación o Línea de Transmisión por el Cliente de acuerdo a las especificaciones técnicas y de calidad de acuerdo a las cláusulas de contrato.

¹⁶ Generalmente 10%.



contrato, antes de su revocación definitiva. Nuevamente se refleja la importancia de la planeación óptima del proyecto.

2.5.3. Indicadores de Gestión y Financieros

Una vez identificado el entorno económico y legal del proyecto y que es considerado viable bajo el análisis anterior, se establecen medidas de actuación de la planeación que se va a llevar a cabo, es decir, una vez que el proceso de la planeación se encuentre en un punto en el que se puedan observar resultados de la misma (cómo la programación planteada afecta el costo de financiamiento), se está en la posibilidad aplicar algunos índices o razones, como por ejemplo:

$$\frac{\text{Utilidad presup uestada}}{\text{Costos y gastos presupuestados}}$$

$$\frac{\text{Costo de financiamiento}}{\text{Monto total del contrato}}$$

$$\frac{\text{Costo de financiamiento}}{\text{Costo directo de obra}}$$

Cabe mencionar que existen otras medidas de actuación del proyecto, sin embargo, dado el alcance de este trabajo, las arriba indicadas proporcionan lo necesario para evaluar el desempeño de la planeación.

Estos indicadores se revisarán más adelante en el proceso.

2.6. Variables Controlables y No Controlables



Minimizar el costo de financiamiento, implica, independientemente de la obtención de créditos a tasas competitivas, un manejo eficiente del ciclo de efectivo del proyecto. Los factores que lo influyen pueden clasificarse en factores controlables y no controlables.

Existe una moraleja importante en relación con las variables: "Mientras menos se comprende una cosa, más variables se requieren para explicarla"¹⁷. Con base en esto y en lo que se ha explicado acerca del ciclo de efectivo, las variables del problema en cuestión básicamente son: el momento en que inician las actividades, su duración y los desembolsos de efectivo que se realizan para llevarlas a cabo durante este tiempo. Algunas de estas variables pueden considerarse como no controlables, por ejemplo, la forma de pago a proveedores de material y equipo, misma que actualmente puede llegar a ser impuesta. Sin embargo, existe la posibilidad de negociar estas condiciones y convertirlas en variables controlables. Por otro lado están aquellas variables que en definitiva son incontrolables y que pueden ser consideradas como parámetros del modelo del problema, como por ejemplo, las fechas de pago de los trabajos terminados.

2.7. Relaciones

Las variables mencionadas del problema, tienen un grado de relación entre ellas, es decir, algunas están influenciadas por otras. Por ejemplo, la duración de una actividad no depende del momento en que se inicia, sin embargo, el desembolso de efectivo que se realiza para llevarla a cabo, puede afectar su duración (a mayor inversión, mayor producción). Esta asociación no se daría, si en lugar de considerar los desembolsos de efectivo, se utilizara el costo de la actividad, sin embargo, la variable adecuada a considerar (aquella que influye en el costo de financiamiento), son los desembolsos de efectivo. Cabe mencionar que en principio, la suma de los desembolsos es el costo total de la actividad, no obstante, la forma de realizar estos desembolsos, podría disminuir el costo total. Por

¹⁷ ACKOFF L., RUSSELL. El arte de resolver problemas. Ed. Limusa. 15ª ed. México, 2001.



ejemplo, si se hiciera el pago por anticipado de algún suministro, se podría obtener un descuento por pronto pago. Este es un escenario para un análisis de sensibilidad, ya que podríamos caer en el error de tomar este tipo de descuentos, sin considerar el incremento del costo financiero que causaría esta decisión.

Siguiendo con las relaciones entre variables, se puede también considerar al costo de financiamiento como una variable. Ésta es causada por el momento en que inician las actividades, su duración y los desembolsos de efectivo que se realizan para llevarlas a cabo durante este tiempo, por lo que puede considerarse hasta cierto punto controlable. Sin embargo, también es causada por las condiciones de los créditos obtenidos (incontrolable).

Así, el costo de financiamiento de un proyecto para la creación de infraestructura de energía eléctrica, se puede representar cómo sigue:

$$CF = f(C_{ij}, U_{ij})$$

en donde,

CF = Costo de Financiamiento

C_i = Variables Controlables

U_i = Variables Incontrolables

f = Relación entre las variables precedentes

j = Actividad ($j = 1...7$)

Ingeniería

Obra civil

Obra electromecánica

Pruebas y puesta en servicio

Suministro de torres

Suministro de cable

Suministros de equipo y materiales.

($i = 1...3$) (1) Inicio, (2) duración y (3) desembolsos de efectivo en el tiempo.

Y el modelo simbólico de la forma:



$$\text{Minimizar } CF = f(C_{ij}, U_{ij})$$

sujeito a restricciones de tiempo¹⁸.

Es posible para este modelo simbólico, especificar un procedimiento para manipularlo, a fin de obtener una solución. Este algoritmo se presenta en el Capítulo III y permitirá tomar decisiones en la programación de las obras, de tal forma que se minimice el costo de financiamiento del proyecto para poder ser competitivos en una licitación pública internacional de un proyecto para la creación de infraestructura de transmisión de energía eléctrica.

Conclusiones

Como se puede apreciar en este capítulo, la implementación de un proyecto para la creación de infraestructura de transmisión de energía eléctrica, no es complicada. La posibilidad de llevarlo a cabo con éxito es alta, ya que las oportunidades que ofrece son lo suficientemente atractivas como para participar en el mismo, considerando las fortalezas de las empresas mexicanas tienen para aprovecharlas; sin embargo, un factor determinante en el éxito de la adjudicación del proyecto es su costo de financiamiento. Considerarlo como una organización independiente, que se sirva del corporativo, con vida propia, obligaciones y derechos, puede marcar la diferencia entre el éxito y el fracaso debido a la contaminación de la que puede ser objeto si la empresa que lo implementa no tiene aún el mismo enfoque de planeación que un proyecto de esta envergadura requiere.

Independientemente de la estructura de capital del proyecto, el dinero –ya sea propio o prestado– tiene un costo y éste debe considerarse para integrar el monto del contrato de la

¹⁸ Incluye el tiempo total establecido para el término de contrato y fechas de eventos críticos.



propuesta económica que se presenta al cliente (CFE) al participar en la licitación pública para realizarlo.

El costo de financiamiento está relacionado directamente con la forma en la que se programa llevar a cabo el proyecto. Es entonces que la planeación, además de ser un requisito impuesto en las bases de licitación, se hace indispensable para cumplir con la meta de minimizar el costo de financiamiento para que la empresa sea competitiva en una licitación de este tipo. La forma para conseguir esto, puede ser a través de la determinación de un modelo que apoye la toma de decisiones para una programación óptima de las actividades del proyecto, cuestión que se logra minimizando el ciclo de efectivo del proyecto.

El ciclo de efectivo es el tiempo que transcurre entre el momento de paga en efectivo por la realización de alguna actividad (comprar material, realizar algún trabajo de ingeniería, etc), hasta el momento en que se obtienen recursos derivados de dicha actividad. En el caso nos ocupa, el ciclo de efectivo de una actividad –o del proyecto en general– inicia en el momento en que se hace uso de recursos desde una línea de crédito, hasta el momento en que se pagan estos recursos a la institución financiera.

Considerando el hecho de que el contratista tiene la responsabilidad de financiar el proyecto hasta que el cliente (CFE) tenga la posibilidad de ponerlo en funcionamiento y de la envergadura de éstos, es que el costo de financiamiento se vuelve de extrema importancia, por lo que contar con una herramienta de apoyo es fundamental. En suma, el problema se centra en encontrar un modelo que permita disminuir el costo de financiamiento, considerando las variables que lo influyen.



Fuentes de Consulta

- ❖ Ley de Obra Pública y Servicios Relacionados.
- ❖ ACKOFF L., RUSSELL. El arte de resolver problemas. Ed. Limusa. 15ª ed. México, 2001.
- ❖ ACKOFF L., RUSSELL. Planificación de la Empresa del Futuro. Ed. Limusa. México, 1983.
- ❖ FLEITMAN, JACK. Evaluación Integral. Ed. McGraw-Hill. México, 1994.
- ❖ ROBBINS, STEPHEN P. Administración: Teoría y Práctica. Ed. Prentice Hall Hispanoamericana. 2ª ed. México, 1994.
- ❖ ROSS, STEPHEN. WESTERFIELD, RANDDOLPH. JAFFE, JEFFREY. Finanzas Corporativas. Ed. McGraw Hill. 5ª ed. México, 2000.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



CAPÍTULO III. DETERMINACIÓN DE UN MODELO DE DECISIÓN Y EVALUACIÓN

Objetivo:

Seleccionar el modelo que mejor se ajuste a las variables, restricciones y parámetros del sistema real supuesto, de tal manera que el efecto del financiamiento en el costo, sea óptimo. Describir las limitaciones y alcances del modelo seleccionado.

Un proyecto financiado para la creación de infraestructura de transmisión de energía eléctrica, está definido por un conjunto de actividades, que utilizan recursos (humanos, financieros y tecnológicos), interrelacionadas en una secuencia lógica (algunas de las actividades no pueden empezar hasta que otras se hayan terminado), que deben ejecutarse en un cierto orden antes de que la obra completa pueda terminarse. Cada una de las actividades del proyecto, requieren de tiempo y recursos para su realización.

3.1. Selección del Modelo

En la actualidad, la mayoría de las empresas constructoras mexicanas realizan la programación preliminar de un proyecto de este tipo con el **diagrama de barras de Gantt**, el cual especifica los tiempos de inicio y terminación de cada actividad en una escala de tiempo horizontal, como se muestra en la siguiente figura:

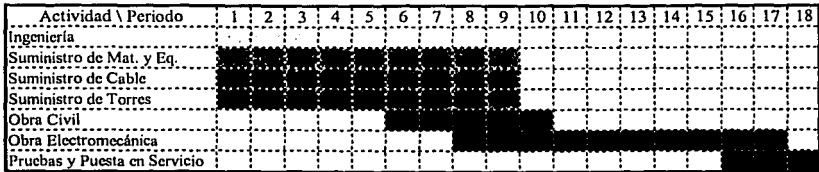


Figura 6. Diagrama de Gantt para un proyecto para la creación de infraestructura de transmisión de energía eléctrica. Realización propia.

De acuerdo a algunos autores¹, su desventaja es que la interrelación entre las actividades no puede determinarse a partir del diagrama de barras. Esta desventaja justifica de forma plena la motivación de este trabajo, ya que no es posible una optimización del tiempo durante el cual se lleva a cabo el proyecto y por lo tanto, la eficiencia en su ejecución y consecuentemente en su ciclo de efectivo, no son óptimos.

En este sentido y dado que el problema se centra en optimización de la programación en el tiempo de las actividades del proyecto –mismas que implican duración y costo, concretamente flujo de efectivo– se trata, si no de diseñar un modelo que apoye la toma de decisiones para lograr este fin, sí de seleccionar entre aquellos modelos de optimización aquel que se ajuste a las variables, restricciones y parámetros a las que están sujetos los proyectos de creación de infraestructura de transmisión de energía eléctrica bajo el supuesto de ser financiados a través de deuda y querer disminuir el costo que esto implica.

A partir de esto, se pensó en los modelos tradicionales de Investigación de Operaciones que podrían ayudar a cumplir con este fin.

3.1.1. Alternativas de Modelos de Apoyo de Decisión

¹ Taha, Hamdy A. Investigación de Operaciones. Ed. Alfaomega. 5ª ed. México, 1995.



En principio, se consideró el utilizar un modelo típico (método simplex) de programación lineal. Este modelo debe ser planteado considerando que:

1. Todas las restricciones son ecuaciones lineales.
2. Todas las variables son no negativas.
3. La función objetivo puede ser la maximización o minimización.

Bajo estas consideraciones, se intuye que es posible representar el problema que nos ocupa como un modelo de programación lineal, sin embargo y para lograr que la función objetivo fuera la minimización del costo de financiamiento, las variables deberían de ser planteadas como diferencias entre el tiempo que transcurre entre el pago o gasto por cada una de las actividades y la fecha en que el cliente liquida el concepto; procedimiento que complicaría en extremo la representación del problema, considerando además que en la práctica se trata con un número considerable de actividades.

Alternativamente, se pensó en construir un modelo de simulación que ofrece una mayor flexibilidad en la representación de sistemas complejos en comparación con los modelos matemáticos. Estos modelos son una herramienta valiosa para la toma de decisiones ya que enlazan –vía relaciones lógicas bien definidas– módulos básicos que permiten decidir en función de resultados precedentes. Sin embargo, suelen ser costosos en tiempo y recursos.

3.2. La Técnica PERT-CPM como Modelo de Decisión

Finalmente, se llegó a la conclusión de que las técnicas analíticas para la planeación, programación y control de proyectos que aplican perfectamente a los del tipo que nos

¹ El CPM (Critical Path Method) fue desarrollado primero por E.I. du Pont de Nemours & Company como una aplicación a los proyectos de construcción y, posteriormente, se extendió a un estado más avanzado por Mauecly Associates.



ocupa, son el **Método de la Ruta Crítica (CPM)**³ y la **Técnica de Evaluación y Revisión de Proyectos (PERT)**⁴. Estas dos técnicas fueron desarrolladas por dos grupos diferentes casi simultáneamente entre 1956 y 1958.

Los métodos CPM y PERT, son considerados técnicas de programación de proyectos ya que están básicamente orientados en el tiempo, en el sentido de que ambos llevan a la determinación de un programa de actividades. Su diferencia histórica radica en que en el CPM las estimaciones del tiempo para las actividades se supusieron determinantes y en el PERT, probabilísticas. Algunos programas de cómputo utilizados dentro de la industria utilizan el CPM, es decir, el tiempo para las actividades siempre se considera conocido de antemano, lo que deja el manejo de escenarios fuera de la programación de la obra.

Actualmente, dada la importancia que tiene el enfrentar la incertidumbre, de pensar en los distintos futuros plausibles que puedan imaginarse y de considerar a los proyectos como empresas; el PERT y el CPM pueden considerarse el mismo método: el PERT involucra el dinamismo necesario en el CPM para que una planeación pueda considerarse de escenarios.

La programación de proyectos por PERT-CPM consiste en 3 fases básicas: planeación, programación y control. El resultado final es una herramienta que permita tomar decisiones con relación a la forma de presentar la propuesta, de tal forma que los riesgos inherentes al proyecto estén considerados bajo escenarios. Se minimizará el costo de financiamiento logrando una posición competitiva y, posteriormente permitirá, respecto a la ejecución del proyecto, un mayor control del mismo.

⁴ El PERT (Project Evaluation and Review Technique) fue desarrollado para la Marina de Estados Unidos, por una organización consultora, con el fin de programar las actividades de investigación y desarrollo para el programa de misiles Polaris.



3.2.1. La Fase de Planeación

La fase de planeación se inicia descomponiendo el proyecto en actividades distintas. Estas actividades en general son:

- A. Realización de ingeniería
- B. Suministros de equipo y materiales
- C. Realización de la obra civil
- D. Suministro de torres
- E. Suministro de cable
- F. Realización de la obra electromecánica
- G. Pruebas y puesta en servicio

Como ya hemos mencionado, para la creación de infraestructura de transmisión de energía eléctrica es necesario, en principio, un par de subestaciones eléctricas y una línea de transmisión. Las actividades D y E son exclusivas de éstas últimas. La actividad B no es necesaria en para realizar las líneas de transmisión.

El tiempo requerido para la realización de estas actividades depende del proyecto y son los profesionales en ingeniería quienes lo determinan. Para efectos de este trabajo se utilizan datos ficticios y la unidad de medida son meses. La notación utilizada para designar a una actividad es:

L(I)

donde,

- L = [A, B, C, D, E, F, o G] : actividades generales definidas más arriba
- I = [S₀ : subestación inicial ; S₁ : subestación final o LT : línea de transmisión]

El tiempo requerido en meses para llevar a cabo cada una de las actividades del proyecto se muestra en la Tabla 1.



L(T)	(S ₀)	(S ₁)	(LT)
A	5	7	4
B	1	1	1
C	4	3	5
D	-	-	1
E	-	-	1
F	4	7	10
G	4	4	3

Tabla 1. Tiempo en meses requerido para realizar las actividades del proyecto de creación de infraestructura para la transmisión de energía eléctrica.

Para continuar con el proceso, la Tabla 2 muestra la notación de las actividades, su descripción, las actividades precedentes inmediatas y su duración o tiempo requerido.

Actividad	Descripción	Precedente(s) Inmediata(s)	Duración (Meses)
A(S ₀)	Realización de ingeniería para la subestación inicial		5
B(S ₀)	Suministros de equipo y materiales para la subestación inicial		1
C(S ₀)	Realización de la obra civil para la subestación inicial	A(S ₀), B(S ₀)	4
F(S ₀)	Realización de la obra electromecánica para la subestación inicial	C(S ₀)	4
G(S ₀)	Pruebas y Puesta en Servicio para la subestación inicial	F(S ₀)	4
A(S ₁)	Realización de ingeniería para la subestación final		7
B(S ₁)	Suministros de equipo y materiales para la subestación final		1
C(S ₁)	Realización de la obra civil para la subestación final	A(S ₁), B(S ₁)	3
F(S ₁)	Realización de la obra electromecánica para la subestación final	C(S ₁)	7
G(S ₁)	Pruebas y Puesta en Servicio para la subestación final	F(S ₁)	4
A(LT)	Realización de ingeniería para la línea de transmisión		4
B(LT)	Suministros de equipo y materiales para la línea de transmisión		1
C(LT)	Realización de la obra civil para la línea de transmisión	A(LT), B(LT)	5
D(LT)	Suministro de torres para la línea de transmisión		1
E(LT)	Suministro de cable para la línea de transmisión		1



Actividad	Descripción	Precedente(s) Inmediata(s)	Duración (Meses)
F(LT)	Realización de la obra electromecánica para la línea de transmisión	C(LT), D(LT), E(LT)	10
G(LT)	Pruebas y Puesta en Servicio para la línea de transmisión	F(LT), G(S ₁), G(S ₂)	3

Tabla 2. Definición de Actividades de un proyecto de Infraestructura de energía eléctrica. Datos supuestos.

No es difícil notar que esto es una simplificación de lo que sucede en realidad. Por ejemplo, no es una práctica común comprar los suministros de una sola vez y al principio; normalmente se van comprando conforme se necesitan⁵. Esta situación se resuelve dividiendo las actividades en segmentos. Como ejemplo, la actividad B(S₁) se puede segmentar en B(S_{1,1}), B(S_{1,2}), etc., de tal forma que C(S_{1,1}) fuera dependiente de B(S_{1,1}), C(S_{1,2}) de B(S_{1,2}), etc.

Por otro lado, se observa que entre los subproyectos (subestación inicial, final y línea de transmisión) no existe una fuerte dependencia, es decir, se supone que se realizan prácticamente independiente uno de otro. Esto, en cambio, suele ser común, ya que por las exigencias de tiempo que impone el cliente, las constructoras abren diversos frentes constructivos, logrando independencia entre las obras y sólo es en un momento final que se integran los subproyectos.

Es en la fase de planeación es dónde se construye un diagrama de flechas para representar gráficamente la interdependencia entre estas actividades. La construcción de este diagrama en este punto del proceso tiene la ventaja de estudiar los diferentes trabajos en detalle, teniendo así la oportunidad de hacer mejoras antes de que el proyecto se presente al cliente o en su caso, se ejecute. La Figura 7 muestra el diagrama de flechas para el proyecto en cuestión.

⁵ El mejor de los casos sería manejar un sistema de inventarios de materiales.

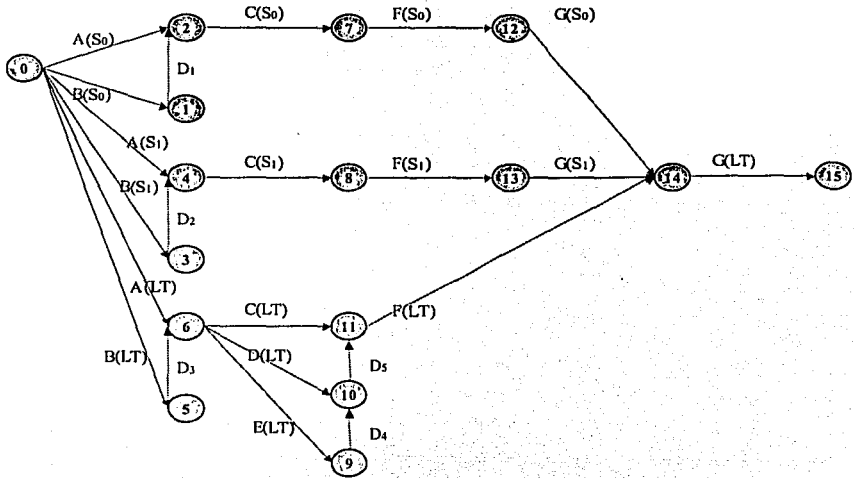


Figura 7. Diagrama de flechas para el proyecto ejemplificado para la creación de infraestructura para la transmisión de energía eléctrica.

En este diagrama, las flechas⁶ (\longrightarrow) representan una actividad y la punta indica la dirección de avance del proyecto. La relación de precedencia entre las actividades está representada por eventos (punto en el tiempo que significa el comienzo y/o terminación de una o varias actividades). Estos eventos se representan gráficamente por nodos (○). Por consiguiente, las actividades están descritas por dos eventos generalmente conocidos como *evento de inicio* y *evento terminal*. Las actividades que se originan en un evento, no pueden empezar hasta que hayan terminado aquellas que terminen en ese evento.

Las reglas para construir el diagrama de flechas son:

⁶ En la terminología de la Teoría de Redes, se llama arco dirigido y no necesita ser proporcional a la duración de la actividad ni tiene que dibujarse como línea recta.



1. Cada actividad está representada por una y sólo una flecha en la red.⁷
2. Dos actividades diferentes **no** pueden identificarse por el mismo evento terminal y de inicio. Cuando dos actividades se deben ejecutar simultáneamente, es decir, cuando tienen el mismo evento inicial y de terminación, se utilizan **actividades ficticias**⁸ (—▶), mismas que no consumen tiempo ni recursos. Esto permite definir a las actividades como (i, j) donde i es su evento de inicio y j su evento final.
3. A fin de asegurar la relación de precedencia correcta entre las actividades en el diagrama, las siguientes preguntas deben responderse cuando se agrega una actividad a la red:
 - a. ¿Qué actividades deben terminarse inmediatamente antes de que esta actividad pueda comenzar?
 - b. ¿Qué actividades deben seguir a esta actividad?
 - c. ¿Qué actividades deben efectuarse simultáneamente con esta actividad?

3.2.2. La Fase de Programación

El objetivo último de la fase de programación, es la obtención de un diagrama de tiempo que muestre los tiempos de inicio y terminación de cada actividad, así como su relación con otras actividades. Además, el programa debe señalar las **actividades críticas**⁹ (en función del tiempo) que requieren atención especial si queremos que el proyecto termine oportunamente.

⁷ Esto es distinto del caso donde una actividad se descompone en segmentos; en este caso, cada segmento puede ser representado por una flecha separada.

⁸ Las actividades ficticias también son útiles al establecer relaciones lógicas en el diagrama de flechas, las cuales de otra manera, no pueden representarse correctamente.

⁹ Se llaman actividades críticas aquellas que si se demoran en su comienzo, causan una demora en la fecha de terminación del proyecto completo. Una actividad **no crítica** es aquella que tiene un tiempo de holgura, es decir, que el tiempo entre su inicio y su terminación permitidos por el proyecto en sí, es mayor que su duración requerida.



En este tipo de proyectos, en los cuales el cliente es parte del sector público, la duración total del proyecto es impuesta por el cliente, la CFE en este caso. Así, es de suma importancia identificar las actividades que pueden poner en peligro la viabilidad del proyecto. La obtención de estas actividades, permite la identificación de una **ruta crítica**.

Los cálculos de la ruta crítica, incluyen dos fases:

1. Cálculos hacia delante

Sea TIP_i el **tiempo de inicio más próximo**¹⁰ de todas las actividades que se originan en el evento i , se entiende entonces que $TIP_0 = 0$. Sea D_{ij} la duración de la actividad (i, j) . Los cálculos hacia delante se obtienen de la fórmula:

$$TIP_j = \max_i [TIP_i + D_{ij}], \text{ para todas las actividades } (i, j) \text{ definidas.}$$

2. Cálculos hacia atrás

Sea TTT_i el **tiempo de terminación más tardío**¹¹ para todas las actividades que inician en el evento i , si $i = n$ es el evento de terminación, entonces, $TTT_n = TIP_n$ inicia el cálculo hacia atrás. En general, para cualquier nodo i ,

$$TTT_i = \min_j [TTT_j + D_{ij}], \text{ para todas las actividades } (i, j) \text{ definidas.}$$

La Figura 8 muestra los cálculos hacia delante (números en la izquierda) y hacia atrás (números en la derecha) para el proyecto en cuestión. Además, muestra las actividades críticas (H) que forman la ruta crítica del proyecto¹².

¹⁰ El tiempo de inicio más próximo de una actividad, es el tiempo en el cual es posible iniciar la actividad, es decir, es el tiempo requerido para terminar todas y cada una de las actividades que la preceden.

¹¹ El tiempo de terminación más tardío, es aquel en el cual se podría terminar la actividad, tanto como lo permita el proyecto.

¹² La ruta crítica debe formar una cadena de actividades conectadas desde el inicio hasta la terminación del proyecto.

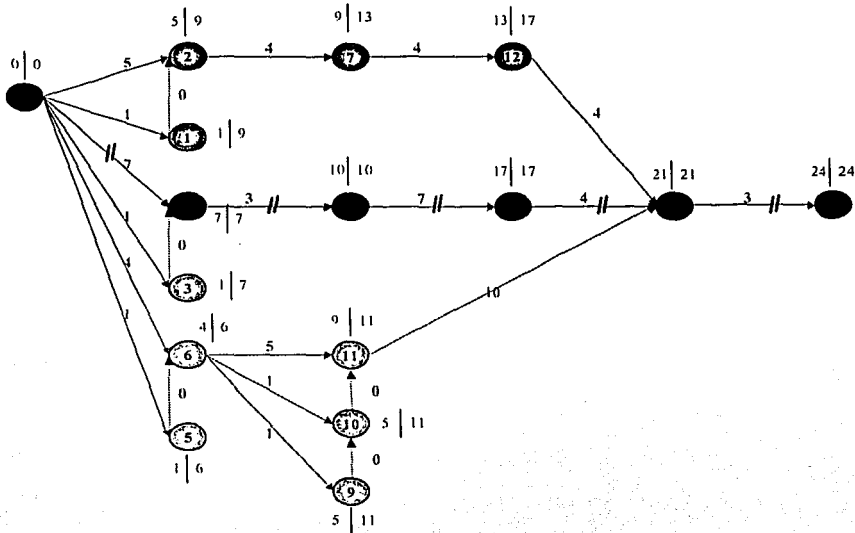


Figura 8. Cálculos hacia delante y hacia atrás del proyecto ejemplificado de creación de infraestructura para la transmisión de energía eléctrica.

Una actividad (i, j) está en la ruta crítica, si satisface:

1. $TIP_i = TTT_i$
2. $TIP_j = TTT_j$
3. $TIP_j - TIP_i = TTT_j - TTT_i = D_{ij}$

Estas condiciones, se traducen en la no-existencia de **holgura**¹³ para llevar a cabo una actividad. Así, la realización de ingeniería, los suministros de equipo y materiales, la realización de la obra civil, la de la obra electromecánica y las pruebas y puesta en servicio

¹³ La holgura de una actividad es la diferencia entre el tiempo de terminación más tardío y el tiempo de inicio más próximo, es decir, el tiempo que puede atrasarse o adelantarse la actividad, sin afectar el tiempo total de realización del proyecto.



para la subestación final constituyen la ruta crítica del proyecto ejemplificado y el tiempo mínimo para terminarlo, es de 24 meses.

El proceso continúa con el cálculo de las holguras de las actividades no críticas. Para ello, se hace necesaria la obtención de nuevos tiempos. Estos son el tiempo de inicio más tardío¹⁴ (IT_{ij}) y el tiempo de terminación más próximo¹⁵ (TT_{ij}), los cuales están definidos para cada actividad (i, j) por:

$$IT_{ij} = TTT_j - D_{ij}$$

$$TT_{ij} = TIP_i + D_{ij}$$

A partir de estos tiempos podemos determinar dos tipos de holguras, la holgura total¹⁶ (HT) y la holgura libre¹⁷ (HL) para cada actividad (i, j). De acuerdo a su definición, se calculan como sigue:

$$HT_{ij} = TTT_j - TIP_i - D_{ij} = TTT_j - TT_{ij} = IT_{ij} - TIP_i$$

$$HL_{ij} = TIP_j - TIP_i - D_{ij}$$

Los cálculos de ruta crítica junto con las holguras para las actividades no críticas se muestran en Tabla 3.

Actividad	Duración	Más próximo			Más tardío		Holgura	
		Inicio	Terminación	Inicio	Terminación	Total	Libre	
		D_{ij}	TIP_i	TT_{ij}	IT_{ij}	TTT_j	HT_{ij}	HL_{ij}
B(S ₀)	(0,1)	1	0	1	8	9	8	0
A(S ₀)	(0,2)	5	0	5	4	9	4	0

¹⁴ El tiempo de inicio más tardío es aquel en el que se podría empezar la actividad, tanto como lo permita el proyecto.

¹⁵ El tiempo de terminación más próximo es aquel en el cual se podría terminar la actividad si se empieza en el tiempo de inicio más próximo.

¹⁶ La holgura total es la diferencia entre el tiempo máximo para realizar la actividad y su duración.

¹⁷ La holgura libre de una actividad, es el tiempo disponible para realizarla, pero supone que todas las actividades empiezan lo más pronto posible.



Actividad	Duración	Más próximo		Más tardío		Holgura	
		Inicio	Terminación	Inicio	Terminación	Total	Libre
	D_{ij}	ITP_i	ITT_j	ITT_j	TTT_j	HT_{ij}	HL_{ij}
B(S _i) (0,3)	1	0	1	6	7	6	0
A(S_i) (0,4)	1	0	1	6	7	6	0
B(LT) (0,5)	1	0	1	5	6	5	0
A(LT) (0,6)	4	0	4	2	6	2	0
D ₁ (1,2)	0	1	1	9	9	8	4
C(S ₀) (2,7)	4	5	9	9	13	4	0
D ₂ (3,4)	0	1	1	7	7	6	6
C(S_i) (4,8)	3	7	10	7	10	0	0
D ₃ (5,6)	0	1	1	6	6	5	3
E(LT) (6,9)	1	4	5	10	11	6	0
D(LT) (6,10)	1	4	5	10	11	6	0
C(LT) (6,11)	5	4	9	6	11	2	0
F(S ₀) (7,12)	4	9	13	13	17	4	0
F(S_i) (8,13)	7	10	17	10	17	0	0
D ₄ (9,10)	0	5	5	11	11	6	0
D ₅ (10,11)	0	5	5	11	11	6	4
F(LT) (11,14)	10	9	19	11	21	2	2
G(S ₀) (12,14)	4	13	17	17	21	4	4
G(S_i) (13,14)	4	17	21	17	21	0	0
G(LT) (14,15)	3	21	24	21	24	0	0

Tabla 3. Cálculo de ruta crítica junto con las holguras para las actividades no críticas del proyecto ejemplificado para la creación de infraestructura para la transmisión de energía eléctrica.

Como se puede observar, las holguras total y libre de las actividades críticas son siempre cero. Sin embargo, una actividad no crítica puede tener holgura libre cero.¹⁸

A partir de la información proporcionada por la Tabla 3 podemos construir un **diagrama (o programa) de tiempos**¹⁹, mismo que puede utilizarse para la propuesta que se entregará en el evento de licitación y en su caso, para la realización del proyecto. En general, el programa de obra de un proyecto debe realizarse considerando las limitaciones de recursos. En el tipo de proyectos que nos ocupa, los recursos pueden no ser una limitante importante, ya que el cliente paga por realizarlo en un tiempo determinado y que cumpla con ciertos

¹⁸ Si $HT_{ij} = 0 \Rightarrow HL_{ij} = 0$.

¹⁹ A partir de este momento se le llamará programa de obra.



requerimientos técnicos²⁰. El problema principal radica en el costo de financiamiento para realizar el proyecto ya que, como hemos mencionado, la CFE paga al contratista una vez que es capaz de obtener recursos a través de la obra. Así, la atención se centra en hacer que el ciclo de efectivo sea óptimo para disminuir este costo. Aquí es donde las holguras totales de las actividades no críticas son útiles: cambiando una actividad no crítica (intuitivamente se sabe que hacia adelante) entre sus límites máximos permisibles, se pueden disminuir los costos financieros que originan²¹.

La Figura 9 muestra la primera etapa del procedimiento de construir el Programa de Obra. En esta etapa, se consideran primero las actividades críticas (——), luego las actividades no críticas (-----) indicando sus límites de tiempo (TIP_i y TTT_j) y su duración. Estas actividades pueden programarse donde sea dentro de estos límites, siempre y cuando no alteren las relaciones de precedencia.

Las funciones de holguras total y libre en la programación de las actividades no críticas, se explican en términos de dos reglas generales:

1. Si $HT_{ij} = HL_{ij}$, entonces la actividad no crítica (i, j) puede programarse en cualquier parte entre TIP_i y TTT_j (línea punteada en la Figura 9).
2. Si $HT_{ij} > HL_{ij}$, entonces el inicio de la actividad no crítica (i, j) se puede demorar en relación a su TIP_i , en HL_{ij} , sin afectar la programación de sus actividades inmediatamente sucesivas.²²

²⁰ A principios de la década de los noventa, la CFE aún se dedicaba a realizar las obras necesarias para cumplir con su función. Hoy en día, aún cuenta con el personal técnico con capacidad de determinar los recursos necesarios para que llevar a cabo los proyectos.

²¹ Aún en el caso de que los recursos (incluyendo los financieros) fueran ilimitados, se pueden utilizar las holguras totales para nivelarlos sobre la duración del proyecto.

²² Esta regla proporciona una advertencia de que la programación de la actividad se debe verificar con relación al efecto en los tiempos de inicio de las actividades inmediatamente sucesivas.



De acuerdo a los datos de la Tabla 3, las holguras totales de todas las actividades no críticas, excepto la de las actividades $(11,14)$ y $(12,14)$, son mayores a las holguras libres²³, es decir, sólo la realización de la obra electromecánica para la línea de transmisión y las pruebas y puesta en servicio para la subestación inicial, pueden programarse en cualquier lugar entre el mes 9 y 21 y 13 y 21 respectivamente. Todas las demás actividades no críticas (i,j) deben empezarse (bajo la 2ª. Regla citada arriba) en el mes TIP_i , dado que sus holguras libres son cero.

Es de suma importancia el papel que juegan las actividades ficticias. Por ejemplo, la actividad $(1,2)$ $[D_1]$ se utilizó para establecer una relación de precedencia adecuada, es decir, permite que en el diagrama de flechas la actividad $(2,7)$ $[C(S_0)]$ se inicie una vez que las actividades $(0,1)$ y $(0,2)$ $[B(S_0)$ y $A(S_0)]$, hayan terminado. La actividad que precede a $(1,2)$ es $(0,1)$, la cual tiene una holgura libre de 0, sin embargo, $(1,2)$ tiene holgura libre de 4, por lo tanto la holgura libre de $(0,1)$ es $0 + 4 = 4$. Lo mismo sucede para las actividades $(0,3)$, $(0,5)$, $(3,4)$, $(6,9)$ y $(6,10)$. Nótese también, que la actividad ficticia $(3,4)$ tiene holgura total igual a su holgura libre, así, la actividad $(0,3)$ tiene la posibilidad de programarse en cualquier parte entre TIP_0 y TTT_3 . Además, las actividades $(6,9)$ y $(6,10)$ son afectadas por las actividades ficticias $(9,10)$ y $(10,11)$, es decir, la suma de las holguras libres de las actividades ficticias, incrementa las holguras libres de $(6,9)$ y $(6,10)$.

²³ Nótese además, que las holguras libres de las otras actividades son iguales a 0.

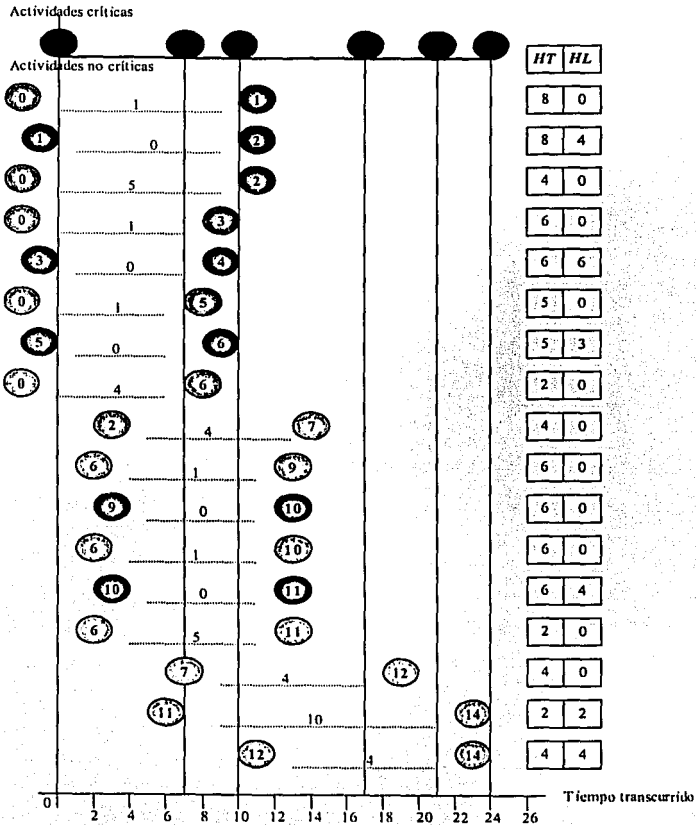


Figura 9. Construcción del Programa de Obra para el proyecto ejemplificado de creación de Infraestructura de transmisión de energía eléctrica.

Como se mencionó en el capítulo 2, disminuyendo el ciclo de efectivo se disminuye el costo financiero. Así, si se retarda el inicio de las actividades no críticas tanto como lo



permiten sus holguras libres y siguiendo las reglas de holguras, se estaría disminuyendo el ciclo de efectivo y por lo tanto el costo de financiamiento del proyecto. La Figura 10 muestra el programa de obra²⁴ de tal forma que esto suceda, es decir, que el ciclo de efectivo sea el mínimo.

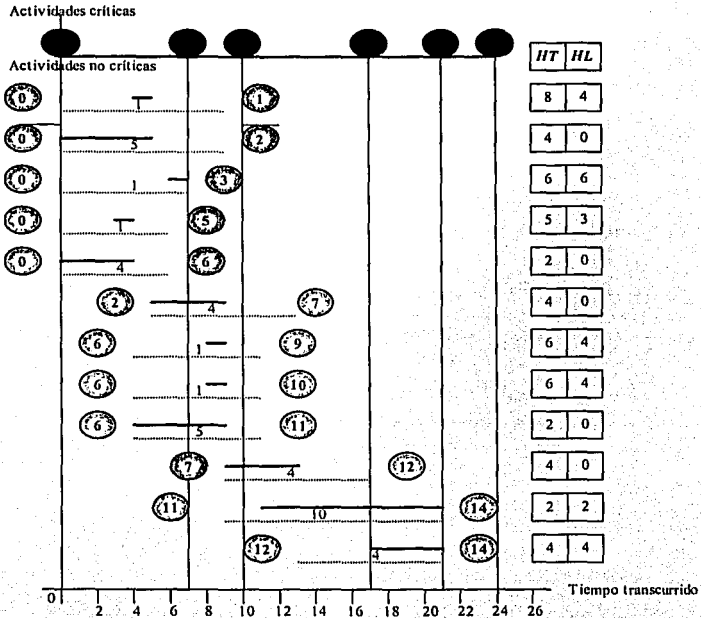


Figura 10. Programa de obra que disminuye el ciclo de efectivo del proyecto ejemplificado de creación de infraestructura para la transmisión de energía eléctrica, de acuerdo a las reglas generales de las funciones de las holguras total y libre.

²⁴ Las holguras libres de las actividades ficticias se han sumado a las actividades que las suceden inmediatamente.



No es necesario especificar los recursos que se necesitan para realizar las actividades, en realidad en este punto, se ha obtenido la suficiente información para que la programación del proyecto sea la óptima de tal forma que el costo de financiamiento sea el mínimo. Sin embargo, para ilustrar el impacto de esta nueva programación, en la Tabla 4 se muestra el costo total y mensual²⁵ de llevar a cabo las actividades del proyecto en cuestión.

L(I)	Costo Total			Costo Mensual durante la realización		
	(S ₀)	(S ₁)	(LT)	(S ₀)	(S ₁)	(LT)
A	\$ 50	\$ 70	\$ 40	\$ 10	\$ 10	\$ 10
B	\$ 150	\$ 500	\$ 130	\$ 150	\$ 500	\$ 130
C	\$ 200	\$ 300	\$ 700	\$ 50	\$ 100	\$ 140
D			\$ 800			\$ 800
E			\$ 400			\$ 400
F	\$ 600	\$ 1,400	\$ 3,500	\$ 150	\$ 200	\$ 350
G	\$ 40	\$ 40	\$ 60	\$ 10	\$ 10	\$ 20

Tabla 4. Costo total y mensual de las actividades del proyecto ejemplificado de creación de infraestructura para la transmisión de energía eléctrica.

A partir de estas cantidades podemos obtener un diagrama que muestre las necesidades de efectivo para hacer frente a las actividades del proyecto. Independientemente de la institución que otorgue el financiamiento al proyecto, el programa de desembolsos tentativo, para el costo directo de obra, sería el que se distingue en la Figura 11. La Figura 12 tiene la forma de un Diagrama de Gantt, sin embargo, está construido a partir de la programación de proyectos por PERT-CPM.

²⁵ Se supone que los desembolsos de efectivo son constantes en el tiempo que dura la actividad, sin embargo, esto no presenta ninguna limitación para una programación más realista.

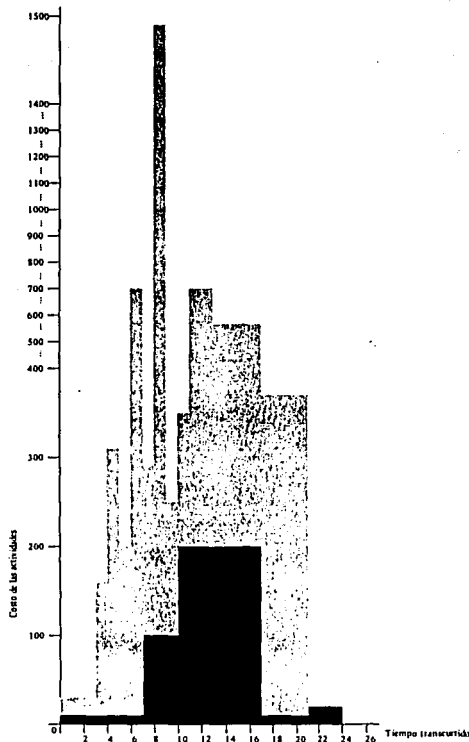


Figura 11. Costo de las actividades del proyecto ejemplificado de creación de Infraestructura para la transmisión de energía eléctrica.



Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Total	
A(S)	30	30	30	160	310	200	700	290	1490	250	350	700	700	550	550	550	550	370	370	370	370	20	20	20	8590	
B(S)																										150
C(S)																										200
F(S)																										500
G(S)																										40
A(L)																										70
B(L)																										500
C(L)																										300
F(L)																										1400
G(L)																										40
A(LT)	30	30	30	160	310	200	700	290	1490	250	350	700	700	550	550	550	550	370	370	370	370	20	20	20	8590	
B(LT)																										130
C(LT)																										700
F(LT)																										800
G(LT)																										400
F(L)																										3500
G(L)																										60
Total	30	30	30	160	310	200	700	290	1490	250	350	700	700	550	550	550	550	370	370	370	370	20	20	20	8590	

Figura 12. Necesidad de efectivo mensual para el proyecto ejemplificado de creación de infraestructura para la transmisión de energía eléctrica, de acuerdo a las reglas generales de las funciones de las holguras total y libre.

Estos datos se obtuvieron siguiendo las reglas generales de las funciones de holguras total y libre en la programación de las actividades no críticas; sin embargo, después de haber analizado el porqué de los espacios en tiempo que dejaron los subproyectos para la realización de la subestación inicial y de la línea de transmisión, se deduce que la 2ª regla (“Si $HT_{ij} > HL_{ij}$, entonces el inicio de la actividad no crítica (i, j) se puede demorar en relación a su TIP_i , en HL_{ij} , sin afectar la programación de sus actividades inmediatamente sucesivas”) es efectivamente, sólo una advertencia, ya que en este caso podemos utilizar la holgura total de las actividades sin afectar los tiempos de inicio más próximos de las actividades inmediatamente sucesivas. Lo anterior se puede ver claramente en la Figura 13.

Este diagrama podría obtenerse intuitivamente a partir de los datos contenidos en la Tabla 2, sin embargo, no tendríamos definidas las actividades críticas, ni el conocimiento de las opciones de mover en el tiempo las actividades que no lo son, de forma que no se altere la duración total del proyecto.

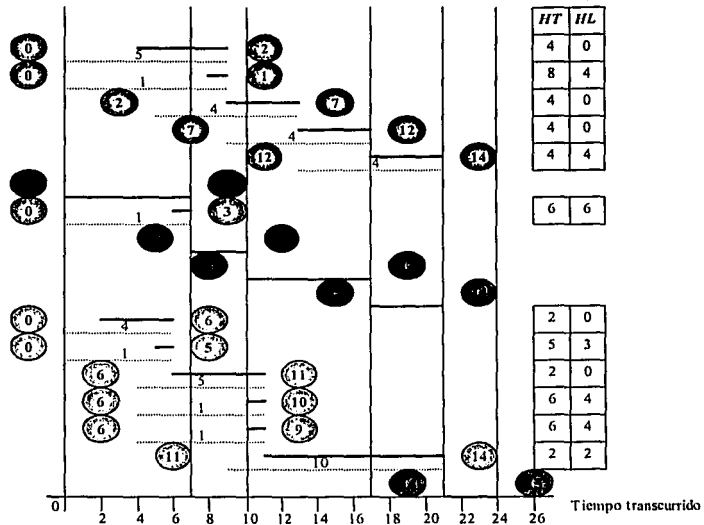


Figura 13. Programa de obra que disminuye el ciclo de efectivo del proyecto ejemplificado de creación de infraestructura para la transmisión de energía eléctrica, de acuerdo a la 1ª regla general de las funciones de la holgura total y libre, y considerando a la 2ª regla sólo como advertencia.

Un claro ejemplo del apoyo que proporciona tener un modelo como estos, es el caso de la elección de la institución que podría financiar el proyecto. Supóngase que se tienen dos opciones de financiamiento:

1. Tasa de interés atractiva, utiliza el modelo de descuento de documentos²⁶, pero cobra una comisión alta por la apertura de la línea de crédito.²⁷

²⁶ Considera como documentos, los reconocimientos periódicos de trabajos terminados que el cliente otorga al contratista una vez que está satisfecho con una parte de la obra. Suelen otorgarlo la Banca de Desarrollo que tiene más confianza en las empresas paraestatales.

²⁷ En este caso, la línea de crédito es de hasta el 100% del monto del contrato, lo que ocasionaría una comisión por apertura muy alta.



2. Tasa de interés poco menos atractiva que el caso (1), es una línea de crédito simple²⁸, la comisión por apertura es inferior que en (1), pero existen comisiones por saldos no dispuestos²⁹.

¿Cuál opción se escogería? Para responder a esta pregunta, en definitiva se deberían hacer las pruebas correspondientes. Aún mejor, si se cuenta con la información que proporciona el modelo descrito arriba, se puede realizar un análisis de sensibilidad, moviendo las actividades *no críticas* y observando los resultados, sin duda, la decisión sería la que efectivamente haga incurrir en menos costos financieros. Otra aplicación importante es aquella en la cual la institución financiera pone un límite a la línea de crédito otorgada, a partir de este modelo, podemos nivelar los recursos necesarios de tal forma que no exceden la línea de crédito disponible³⁰.

Cabe recordar que todos y cada uno de los gastos en los que se incurre para realizar el proyecto (costo directos, indirectos y de financiamiento) son reembolsados por el cliente, y que paga además un porcentaje adicional por los trabajos (utilidad de la empresa). La razón de buscar bajar del costo de financiamiento, es lograr disminuir la brecha que existe en este rubro entre las empresas extranjeras que participan fuertemente en este sector y colocarse en una posición competitiva respecto de estos. No se olvida que nuestras empresas tienen aún un rezago organizacional que puede llegar a impactar, entre otras cosas, en el costo

²⁸ Generalmente, esta línea de crédito no superaría el 80% del monto del contrato, ya que las instituciones que la otorgan (banca comercial) no financian el costo indirecto de obra y mucho menos, la utilidad del proyecto.

²⁹ La comisión por saldos no dispuestos puede ser muy elevada si se dispone de flujos pequeños de efectivo en los primeros meses del proyecto. Dejar el cierre financiero un momento posterior al inicio del proyecto, implica algunos riesgos asociados a la volatilidad de la tasa de interés.

³⁰ Debido a la complejidad matemática, no se ha desarrollado aún ninguna técnica que proporcione la solución óptima al problema de nivelación de recursos; esto es, la minimización de los recursos máximos necesarios para el proyecto en cualquier punto del tiempo. Actualmente se utilizan programas heurísticos que se valen de las diferentes holguras de las actividades no críticas. Este trabajo, que en principio es muestra cómo este modelo apoya la toma de decisiones para un proyecto de creación de infraestructura de transmisión de energía eléctrica, podría ser el inicio de la obtención de un algoritmo que proporcionara una nivelación de recursos óptima para cualquier tipo de proyecto.



indirecto, sin embargo en algunas de ellas, se trabaja con ahínco en el desarrollo de una arquitectura de empresa, de una idea empresarial que permita alcanzar el ideal de las empresas mexicanas.

3.2.1.1. Consideración de escenarios en la programación

Hasta este punto, se ha asumido que los parámetros del modelo son conocidos de antemano y que no cambiarán. Este es un buen inicio para efectos de la planeación de los proyectos, pero obviamente no es lo que sucede en la realidad. Existe cierta medida de incertidumbre que puede clasificarse en las siguientes categorías³¹:

1. Riesgos, de los que existen precedentes históricos,
2. Incertidumbres estructurales, y
3. Los desconocidos, en los que ni siquiera es posible imaginar el evento.

3.2.1.1.1. La Incertidumbre Estructural

Es clara la incertidumbre estructural que actualmente vive la industria de la construcción, la reputación de las empresas constructoras mexicanas no se puede considerar satisfactoria para muchos de sus clientes potenciales. La magnitud de los proyectos que ocupan el motivo de este trabajo, conlleva riesgos que los clientes muchas veces no están dispuestos a tomar. Así, una empresa que pretenda entrar y mantenerse en este mercado necesita demostrar la calidad de su producto por referencia a su base instalada. Esto además, proporcionará confianza al cliente y sus Aceptaciones Provisionales de los trabajos concluidos, no serán un factor de retraso en la realización del proyecto³².

³¹ VAN DER HEIJDEN, KEES. Escenarios. El Arte de Prevenir el Futuro. "Manejar la incertidumbre". Ed. Panorama. 2ª. ed. México, 2000.

³² Algunas instituciones financieras solicitan los documentos de Aceptación Provisional de trabajos concluidos para el desembolso de flujos de efectivo.



Una forma de disminuir la incertidumbre estructural de este sector, es la implantación en la organización de la Idea Empresarial. Un modelo de Idea Empresarial para una empresa constructora que trata de distinguirse al crear una cultura interna que la presente ante el cliente como un socio colaborador y flexible, en contraste con la relación tradicional legalista y en ocasiones adversaria entre el cliente y el contratista, se muestra en la Figura 14.

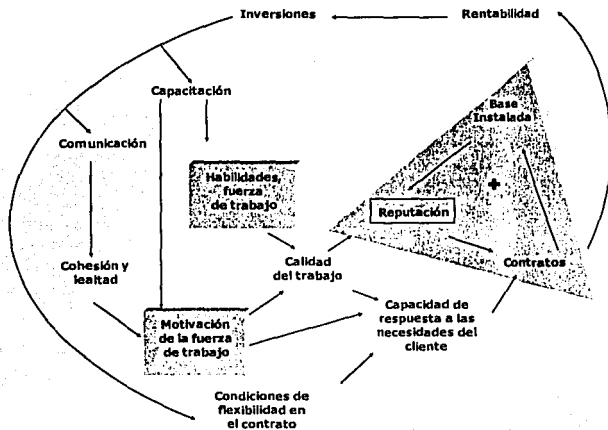


Figura 14. La idea empresarial de una empresa constructora. VAN DER HEIJDEN, KEES. Escenarios. El Arte de Prevenir el Futuro.

Damos por hecho que se trabaja en lograr que esta idea se implante en las constructoras mexicanas y que el riesgo estructural se ve significativamente disminuido, por tal razón, se enfoca el trabajo en los riesgos con precedentes históricos, es decir, aquellos que permiten estimar las posibilidades de que ocurran diversos resultados.

3.2.1.1.2. Los Riesgos con Precedentes Históricos. Duración de Actividades



Para identificar este tipo de riesgos, nos regiremos por una herramienta valiosa que es la planeación de escenarios. Es común pensar que los escenarios deben abarcar largos periodos de tiempo, sin embargo, no existe una limitante del tiempo en que los escenarios son útiles. El criterio de si pueden ayudar en las decisiones a corto plazo, se relaciona con el grado de incertidumbre contra la predecibilidad en la toma de decisiones. Entorno a proyectos con duración específica se toman muchas decisiones y los escenarios globales no siempre abarcan los aspectos que participan en el proyecto. En el análisis final, es el cliente³³ quien decide el enfoque del ejercicio de escenarios. Si éste es responsable por un proyecto, entonces los escenarios desarrollados deberían ser de proyecto³⁴.

Así, en el caso que nos ocupa, los riesgos con precedentes históricos, se enfocan a la duración de las actividades del proyecto, de tal forma que se utilice la experiencia para determinar la probabilidad de la duración de las actividades. La planeación de escenarios es dinámica y se requiere de una conversación estratégica continua, de un intercambio formal e informal de las perspectivas del comportamiento de las actividades. Los buenos escenarios requieren de la participación de todas las áreas de la organización, de una comunicación interdisciplinaria que introduzca las oportunidades, amenazas, fortalezas y debilidades del proyecto y su entorno.

Por ejemplo, se ha considerado, bajo un enfoque determinístico, que la actividad relacionada con el suministro de torres, toma un mes llevarla a cabo. Sin embargo, el área de comercialización puede tener identificado que en Arabia Saudita se pueden conseguir las torres con la calidad especificada por la CFE, a un costo menor (incluyendo el flete). Esto tendría un impacto de 2 meses en la duración de la actividad por el tiempo que tardaría en llegar la mercancía a puerto mexicano. Por otro lado, el área que tiene la relación con el

³³ De acuerdo a la definición del proyecto como organización, es en este caso es también la empresa constructora un cliente del proyecto.

³⁴ VAN DER HEIJDEN, KEES. Escenarios. El Arte de Prevenir el Futuro. "La Práctica de la Planeación de Escenarios". Ed. Panorama. 2ª. ed. México, 2000.



cliente, sabe que importar las torres no causaría una buena impresión. El área de concursos tendría que realizar cálculos para saber si con esto no se violan las bases de licitación con relación al componente nacional. El área fiscal, está enterada de que los impuestos aduanales están en discusión en el poder legislativo y que podrían subir en el corto plazo en un 25%. Además, todos los participantes saben que existe un conflicto bélico en la zona. Así, el planear los escenarios no es una cuestión trivial: la conversación estratégica juega un papel de extrema importancia.

Resulta conveniente definir, bajo el enfoque descrito arriba, tres escenarios basados en:

- a = tiempo optimista, el cual se necesitará si la ejecución del proyecto va extremadamente bien.
- b = tiempo pesimista, que se requerirá si todo va muy mal.
- m = tiempo más probable, el cual se requerirá si la ejecución es normal.

La amplitud o “rango” especificado por las estimaciones optimista y pesimista (a y b , respectivamente) debe encerrar toda la estimación posible de la duración de la actividad. La estimación más probable (m) no necesariamente debe coincidir con el punto medio $(a+b)/2$, y puede encontrarse a su derecha o izquierda. Debido a estas propiedades, es intuitivamente justificado que la duración para cada actividad puede seguir una **Distribución Beta** con su punto unimodal en m y sus puntos extremos en a y b . Las expresiones para la media (\bar{D}) y la varianza (V) de la distribución beta, se obtienen de la manera siguiente³⁵. El punto medio $(a+b)/2$ se supone que tiene una ponderación de la

³⁵ La validez de la hipótesis de la distribución beta, ha sido puesta en duda. Las expresiones obtenidas para \bar{D} y V no pueden ser satisfechas por esta distribución a menos que se cumplan ciertas relaciones restrictivas entre a , b y m . Sin embargo, las expresiones para \bar{D} y V están basadas en argumentos intuitivos, independientemente de la hipótesis original de la distribución beta. Se mostrará más adelante que el análisis de la red está basado en el Teorema del Límite Central, el cual considera normalidad, independientemente de la distribución originante de actividades individuales. En este caso, parece que no es importante que la distribución real, sea beta o no. La cuestión de si \bar{D} y V son medidas reales de la distribución originante (desconocida), permanece aún sin respuesta. TAHA, HAMDY A. Investigación de Operaciones. Ed. Alfaomega. 5ª ed. México, 1995.



mitad de la del punto m más probable. Por consiguiente, \bar{D} es la media aritmética de $(a+b)/2$ y $2m$; esto es,

$$\bar{D} = \frac{(a+b)/2 + 2m}{3} = \frac{a+b+4m}{6}$$

Ecuación 1

La amplitud o "rango" (a, b) se supone que abarca alrededor de 6 desviaciones estándares de la distribución, ya que alrededor de 90% o más de cualquier función de densidad de probabilidad está dentro de tres desviaciones estándares de su media, por consiguiente:

$$V = \left(\frac{b-a}{6} \right)^2$$

Ecuación 2

Los cálculos de la red dados en este capítulo, pueden ahora aplicarse directamente reemplazando el valor de D_{ij} por \bar{D}_{ij} .³⁶ En la Tabla 5, se muestran los resultados de los cálculos para la obtención del valor esperado y varianza de las actividades del proyecto en cuestión. Nótese que para efectos del ejemplo, se definieron los escenarios de tal forma que $\bar{D}_{ij} = D_{ij}$.

Actividad	Escenarios			Valor esperado	Varianza
	Optimista	Pesimista	Más probable		
	a	b	M	D_{ij}	V
(0,1)	0.5	1.5	1	1	0.028
(0,2)	4	7	5	5	0.250
(0,3)	0.5	1.5	1	1	0.028
(0,4)	5	9	7	7	0.444
(0,5)	0.5	1.5	1	1	0.028
(0,6)	2	6	4	4	0.444
(2,7)	2	6	4	4	0.444
(4,8)	1	5	3	3	0.444
(6,9)	0.5	1.5	1	1	0.028
(6,10)	0.5	1.5	1	1	0.028
(6,11)	3	11	4	5	1.778

³⁶ Programas conocidos para el cálculo de la ruta crítica, no consideran los escenarios en la programación del proyecto. A partir de la fórmula dada para la media de D_{ij} pueden tomarse en cuenta implícitamente.



Actividad	Escenarios			Valor esperado	Varianza
	Optimista	Pesimista	Más probable		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>M</i>	<i>D_{ij}</i>	<i>V</i>
(7,12)	3	5.25	3.75	4	0.141
(8,13)	4	11	6	7	1.361
(11,14)	8.00	16.50	9.00	10	2.007
(12,14)	2	5.25	3.75	4	0.293
(13,14)	3	5.25	4	4	0.141
(14,15)	2.5	4	3	3	0.063

Tabla 5. Valor esperado y varianza de las actividades del proyecto ejemplificado para la creación de infraestructura para la transmisión de energía eléctrica.

A partir de estos datos, es posible estimar la probabilidad de ocurrencia de cada evento en la red. Sea μ_i el tiempo de ocurrencia más próximo al evento i . Dado que los tiempos de las actividades que se suman hasta i son variables aleatorias, μ_i es también variable aleatoria. Suponiendo que todas las actividades en la red son estadísticamente independientes, se obtiene la media y la varianza de μ_i como sigue: si existe sólo una ruta que lleva desde evento de inicio al evento i , entonces

$$E[\mu_i] = \sum_k \bar{D}_k$$

Ecuación 3

$$Var[\mu_i] = \sum_k V_k$$

Ecuación 4

donde k define las actividades a lo largo de la ruta.

Cuando existe más de una ruta, se introduce una hipótesis simplificadora³⁷, la cual permite calcular $E[\mu_i]$ y $Var[\mu_i]$ como iguales a las de la ruta que lleva al evento i y que tenga la

³⁷ En caso contrario, se esperaría calcular los valores exactos de la media y varianza de μ_i . Para esto se debe desarrollar primero la distribución estadística para la más larga de las rutas, (esto es, la distribución del máximo de varias variables aleatorias) y encontrar su valor esperado y su varianza.



suma más grande de duraciones *esperadas* de las actividades. Si dos o más rutas tienen la misma $E[\mu_i]$, se elige aquella con la $Var[\mu_i]$ más grande, ya que refleja mayor incertidumbre y, por lo tanto, resultados más conservadores.

Resumiendo,

$$E[\mu_i] = ES_i$$

Ecuación 5

$$Var[\mu_i] = \sum_k V_k$$

Ecuación 4

donde k define las actividades a lo largo de la ruta más larga que lleva a i .

La idea es que μ_i es la suma de variables aleatorias independientes, por lo tanto, de acuerdo al Teorema del Límite Central³⁸, μ_i es casi normalmente distribuida con media $E[\mu_i]$ y varianza $Var[\mu_i]$. Ya que μ_i representa el tiempo de ocurrencia más próximo, el evento i va a satisfacer un cierto tiempo programado TP_i (especificado por el grupo que participa en la planeación de escenarios) con probabilidad

$$P[\mu_i \leq TP_i] = P\left\{ \frac{\mu_i - E[\mu_i]}{\sqrt{Var[\mu_i]}} \leq \frac{TP_i - E[\mu_i]}{\sqrt{Var[\mu_i]}} \right\} = P\{z \leq K_i\}$$

³⁸ Teorema del Límite Central: Sean Y_1, Y_2, \dots, Y_n variables aleatorias independientes y distribuidas idénticamente con

$E(Y_j) = \mu$ y $V(Y_j) = \sigma^2 < \infty$. Definimos $U_n = \sqrt{n} \left(\frac{\bar{Y} - \mu}{\sigma} \right)$ en donde $\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i$. Entonces \bar{Y} es asintóticamente

normal con media μ y varianza σ^2/n .

Es importante notar que este teorema se puede aplicar para una muestra aleatoria Y_1, Y_2, \dots, Y_n de *cualquier* distribución, en tanto $E(Y_j) = \mu$ y $V(Y_j) = \sigma^2$ sean finitos y el tamaño de la muestra sea grande. (Un valor de n mayor a 30 garantizará generalmente que la distribución de U_n se pueda aproximar muy bien por una distribución normal). Considerando la simplificación en el número de actividades que se ha hecho para ejemplificar la utilidad de este modelo en la toma de decisiones, no se descarta esta hipótesis.



Ecuación 6

donde z es la distribución normal estándar con media 0, varianza 1 y

$$K_i = \frac{TP_i - E[\mu_i]}{\sqrt{Var[\mu_i]}}$$

Ecuación 7

Es una práctica común calcular la probabilidad de que el evento i ocurrirá no más tarde que su TTT_i . Tales probabilidades representarán entonces, la medición de la posibilidad de que los siguientes eventos ocurran dentro de la duración (TIP_i , TTT_i).

Regresando a nuestro ejemplo y dado que contamos ya con la información acerca de cual es la ruta crítica y es ésta precisamente la ruta más larga, la Tabla 6 muestra las probabilidades asociadas. La columna TP_i se sustituye con el tiempo de terminación más tardío. Los valores de K_i se obtienen de la Ecuación 7 y la probabilidad de que la ruta que va desde el inicio hasta el evento i está dada por la distribución acumulativa normal estandarizada.

Evento	Ruta	Media	Varianza	Tiempo Programado	K_i	$P\{z < K_i\}$
i		$E(\mu_i)$	$Var(\mu_i)$	TP_i		
4	(0,4)	7	0.444	7	0.00	0.50
8	(0,4,8)	10	0.889	10	0.00	0.50
13	(0,4,8,13)	17	2.250	17	0.33	0.63
14	(0,4,8,13,14)	21	2.391	21	0.30	0.62
15	(0,4,8,13,14,15)	24	2.453	24	0.24	0.59

Tabla 6. Probabilidades de que el tiempo de ocurrencia más próximo del evento i satisfaga su tiempo de terminación más tardío.

Estas probabilidades ofrecen información acerca de dónde se necesitan los recursos con mayor urgencia, a fin de reducir la probabilidad de que ocurran demoras en la ejecución del proyecto. En el ejemplo, las probabilidades de incurrir en retrasos pueden considerarse altas si consideramos el apalancamiento del proyecto. Si este fuera un caso real, se haría extremadamente necesaria la reconsideración de algunas condiciones en la programación,



de tal forma que se disminuya la varianza, es decir, que el riesgo de caer en un escenario pesimista, se reduzca. Una alternativa, que obliga al conocimiento del mercado en el cual se compite para no quedar en desventaja, es la disminución del tiempo de las actividades³⁹ aumentando los recursos asignados que se utilizan para llevarla a cabo, lo que aumentaría los costos directos y podría sacar a la empresa de la competencia.

3.2.3. La Fase de Control

La fase de control del método PERT-CPM empieza en el momento que se obtiene el proyecto, es decir, que se gana la licitación pública y se comienzan los trabajos. Raras veces ocurre que un proyecto se desarrolla tal y como fue planeado y programado. En el momento en que se presente cualquier desviación se deberá construir un nuevo diagrama de tiempo para la parte restante del proyecto.

Para monitorear y controlar el proyecto durante la fase de ejecución, se debe seguir su comportamiento en el diagrama de flechas, ya que el efecto de una demora en cierta actividad puede visualizarse mejor en él. Para lograr esto, se debe actualizar el diagrama de flechas asignando valores cero a las duraciones de las actividades que ya han terminado. A las actividades parcialmente terminadas, se les asignan valores equivalentes al tiempo que falta para concluir las. También se pueden agregar o quitar actividades, de tal forma que se deduce que las fases de planeación y programación son procesos continuos que, como sabemos, proporcionan información valiosa para tomar decisiones de tal forma que los objetivos de la empresa y del proyecto se cumplan.

Como todo proceso organizacional, el control es una etapa importante para disminuir el riesgo de pérdidas, sin embargo, cabe destacar que en este caso se trata de controlar la

³⁹ Existe un límite llamada tiempo de duración mínima, más allá del cuál, no puede hacerse ninguna reducción adicional de la duración de la actividad, aún cuando se asignaran mayores recursos a la actividad.



planeación y programación del proyecto y no de controlar el riesgo de la duración o cumplimiento de las actividades. Para tal efecto, se utilizan los escenarios que se trataron más arriba en este capítulo; y aún así, lo que éstos hacen es medir el riesgo del proyecto y no disminuirlo.

3.3. Evaluación, Limitaciones y Alcances

Con la finalidad de mostrar numéricamente cómo apoya el PERT-CPM en la toma de decisiones para la planeación de un proyecto financiado de creación de infraestructura de transmisión de energía eléctrica, a continuación se muestran los resultados de programar sin la ayuda de PERT-CPM y con él.

A partir de los datos preliminares que se muestran en la Tabla 2 (*Definición de Actividades de un proyecto de infraestructura de energía eléctrica*) y de los costos asignados en la Tabla 4 (*Costo total y mensual de las actividades del proyecto ejemplificado*) y suponiendo que las cifras se encuentran en miles de dólares americanos, se obtiene que el programa de desembolsos de obra es como el mostrado en la Figura 15 y que el costo directo de obra asciende a \$8,980 miles de dólares, distribuidos como se muestra en Gráfico 4.

Con el fin de poder evaluar numéricamente el valor de utilizar el PERT-CPM, se supone que tenemos un esquema de financiamiento en el cuál por un lado se tiene una línea de crédito a descuento⁴⁰ –otorgada por la Banca de Desarrollo– y una línea de crédito revolvente con la Banca Comercial. Ambos créditos deben ser garantizados con cartas de crédito o fianzas, cuyo costo se debe reflejar en el monto del contrato.

⁴⁰ Ver Figura 2. Esquema de Otorgamiento y Recuperación de Crédito: Modalidad Crédito a Descuento. Fuente: Banobras. Seminario de Financiamiento para las Empresas Constructoras. Octubre, 2001.

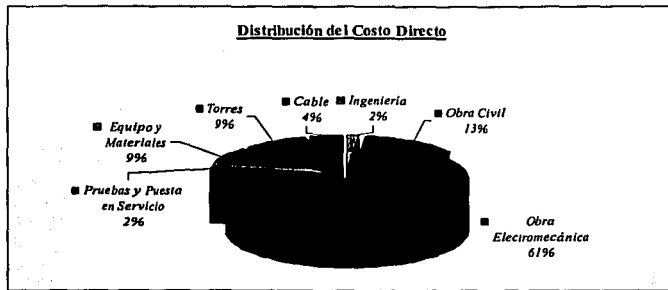


Gráfico 4. Distribución del Costo Directo del Proyecto Ejemplificado.

Las premisas de cálculo bajo las cuales se determina el monto del contrato, se resumen a continuación:

- ❖ El cliente tarda 15 días en reconocer el valor de la obra. Esto significa que el tiempo en que la CFE tarda en autorizar el avance de obra mensual es de 15 días. Normalmente, las Bases de Licitación especifican que el contratista debe entregar un reporte de avance mensual en los primeros cinco días del mes inmediato siguiente para que la CFE otorgue la Aceptación Provisional de los trabajos realizados durante el periodo. Como ya se mencionó, el reconocimiento de los trabajos ofrece la posibilidad de entregar el documento de aceptación como si se tratara de un factoraje. Este hecho también implica, en algunos casos, la obtención de un crédito revolvente para capital de trabajo en este periodo.
- ❖ El costo del corporativo es del 3% del costo directo de obra.
- ❖ El costo indirecto de obra es del 5% del costo directo de obra.
- ❖ El costo de la garantía de cumplimiento del proyecto (carta de crédito) es sobre el 10% del monto del contrato y tiene un costo anual del 2% del monto a garantizar. Este monto se paga al inicio del periodo que cubre y debe estar vigente durante el desarrollo de las obras.



- ❖ El costo de la garantía de calidad del proyecto (carta de crédito) es sobre el 5% del monto del contrato (valor de la obra) y tiene un costo anual del 2% del monto a garantizar. Esta carta sustituye la que garantiza el cumplimiento del contrato y tiene una vigencia de un año.
- ❖ No se considera inflación sobre equipo y materiales⁴¹.
- ❖ El seguro contra todo riesgo tiene una prima anual anticipada del 0.30% sobre el monto del contrato.
- ❖ El seguro de responsabilidad civil tiene una prima anual anticipada de 0.40% sobre \$25 millones de dólares.
- ❖ La SECODAM retiene el 0.50% del monto del contrato al momento en que la CFE liquida el proyecto.
- ❖ No se consideran costos por la obtención de los Derechos Inmobiliarios "B", cuotas sindicales, servicios de asesoría financiera, servicios de asesoría técnica ni requerimientos de supervisión.⁴²
- ❖ Se considera una utilidad del 10% sobre costo directo de obra, costo indirecto de obra y gastos corporativos.
- ❖ La tasa de interés de referencia del crédito a descuento es la tasa LIBOR a seis meses, que en este caso se supone del 1.86% y una sobretasa de 200 puntos por los primeros 15 meses y de 250 puntos porcentuales en adelante; más una sobretasa equivalente al I.S.R.⁴³
- ❖ La garantía del crédito a descuento es del 10% del crédito otorgado. En este caso se supone se dará una carta de crédito con un costo anual del 2% sobre el monto a garantizar.

⁴¹ Recuérdese que el contrato tiene la modalidad de precio alzado, por lo que no se permiten reclamaciones por incremento en el precio de materiales o equipo.

⁴² A estos conceptos, en la práctica, se les debe dar un valor.

⁴³ Esta tasa equivale al 5.15% de la tasa de referencia más la sobretasa.



- ❖ La comisión de compromiso del crédito a descuento se supone del 1.50% del monto del crédito y se paga al momento del cierre financiero.
- ❖ Se supone una comisión por saldos no dispuestos del crédito a descuento del 0.30% anual, la cual se paga semestralmente.
- ❖ La tasa de interés de referencia del crédito revolvente es la tasa LIBOR a seis meses, que en este caso se supone del 1.86% y una sobretasa de 300 puntos porcentuales.
- ❖ La comisión por apertura del crédito revolvente es del 1.00% del monto del crédito.
- ❖ La comisión por disposiciones es del 0.20% de cada una de ellas.
- ❖ La carta de crédito del crédito a descuento se garantizará con los recursos retenidos (15% del valor de obra descontado) en un fideicomiso de administración, mismo que tiene un rendimiento equivalente a la tasa LIBOR 6 meses.

Programación antes del PERT-CPM

Entonces, a partir de los datos preliminares de definición de actividades y de los costos asignados, el programa de desembolsos del proyecto ejemplificado es el que se muestra en la Figura 15.

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Total		
AI(S)	100	100	100	100	100																					500	
IK(S)	150																										150
CI(S)						30	30	30	30																		120
FI(S)										150	150	150															600
GS(S)														50	50	50	50	50									200
AI(SI)	100	100	100	100	100	100	100	100																			700
IK(SI)	500																										500
CI(SI)								100	100																		200
FI(SI)										200	200	200	200	200	200	200	200	200									1400
GS(SI)																			10	10	10	10	10				20
AL(T)	10	10	10	10																							40
BL(T)	130																										130
CL(T)					140	140	140	140	140																		700
DL(T)	800																										800
FL(T)	400																										400
PL(T)										1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300
GL(T)																				20	20	20	20	20	20	20	20
Total	2010	30	30	30	160	200	200	200	200	600	700	700	700	700	540	540	540	540	360	360	10	10	10	10	10	10	8940

Figura 15. Programa de desembolsos a partir de la definición y costo de actividades del proyecto ejemplificado de infraestructura de energía eléctrica.



Esta programación implica un avance de obra —como flujo de efectivo— tiene la distribución que se muestra en el Gráfico 5.

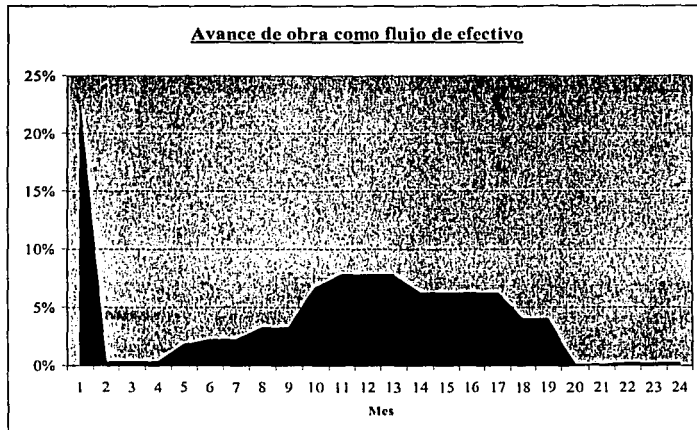


Gráfico 5. Avance de obra medido como flujo de efectivo del proyecto a partir del programa de la Figura 15.

Utilizando una hoja de cálculo para simular el efecto del costo de financiamiento bajo esta programación, se obtienen los siguientes resultados (Tabla 7):

Concepto	Miles de Dólares	En % del CD	En % del Monto del Contrato
Ingeniería	\$160.00	1.78%	1.32%
Obra Civil	\$1,200.00	13.36%	9.91%
Obra Electromecánica	\$5,500.00	61.25%	45.43%
Pruebas y Puesta en Servicio	\$140.00	1.56%	1.16%
Equipo y Materiales	\$780.00	8.69%	6.44%
Torres	\$800.00	8.91%	6.61%
Cable	\$400.00	4.45%	3.30%
Subtotal CD	\$8,980.00	100.00%	74.18%
Costo Indirecto de Obra	\$449.00	5.00%	3.71%



Concepto	Miles de Dólares	En % del CD	En % del Monto del Contrato
Gastos de Oficinas Centrales	\$269.40	3.00%	2.23%
Primas por Seguros	\$272.64	3.04%	2.25%
Garantías	\$109.96	1.22%	0.91%
Costo Financiero	\$994.61	11.08%	8.22%
Bancomext	\$809.82	9.02%	6.69%
Línea Revolvente	\$184.80	2.06%	1.53%
Retención SECODAM	\$60.53	0.67%	0.50%
Utilidad	\$969.84	10.80%	8.01%
Monto del Contrato	\$12,105.98	134.81%	100.00%

Tabla 7. Integración del Monto del Contrato bajo la Programación Preliminar del Proyecto Ejemplificado.

Así, el monto del contrato obtenido es de \$12,106 miles de dólares.

Aplicando los indicadores de gestión financiera propuestos en la primera parte de este trabajo, tenemos:

$$\frac{\text{Utilidad presupuestada}}{\text{Costos y gastos presupuestados}} = 8.71\%^{44}$$

$$\frac{\text{Costo de financiamiento}}{\text{Monto total del contrato}} = 8.22\%$$

$$\frac{\text{Costo de financiamiento}}{\text{Costo directo de obra}} = 11.08\%$$

Programación con PERT-CPM

Después de utilizar el PERT-CPM, se tiene una programación como se muestra en la Figura 16 y el comportamiento del flujo de efectivo se muestra en el Gráfico 6.

⁴⁴ Incluye el costo financiero.



TESIS CON TÍTULO DE ORIGEN



Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Total		
AGSO																										50	
AGO																											150
AGO																											300
AGO																											600
AGO																											40
AGS)																											70
AGS)																											500
AGS)																											300
AGS)																											1400
AGS)																											40
AGS)																											40
AGS)																											130
AGS)																											700
AGS)																											400
AGS)																											400
AGS)																											3500
AGS)																											60
Total	10	10	20	20	30	160	660	350	400	390	1590	600	600	700	700	700	700	370	370	370	370	20	20	20	20	8980	

Figura 16. Programa de desembolsos que disminuye el ciclo de efectivo del proyecto ejemplificado de creación de infraestructura para la transmisión de energía eléctrica.⁴⁵

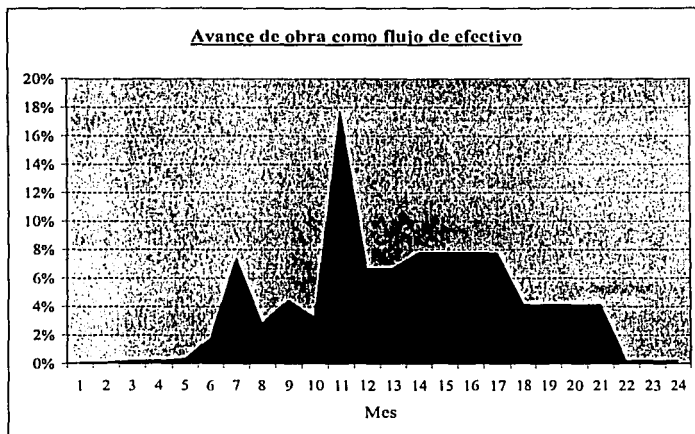


Gráfico 6. Avance de obra medido como flujo de efectivo del proyecto a partir del programa de la Figura 16.

⁴⁵ Ver Figura 13. Programa de obra que disminuye el ciclo de efectivo del proyecto ejemplificado de creación de infraestructura para la transmisión de energía eléctrica, de acuerdo a la 1ª regla general de las funciones de la holgura total y libre, y considerando a la 2ª regla sólo como advertencia.



Bajo los mismos supuestos antes mencionados, los resultados se presentan en Tabla 8.

Concepto	Miles de Dólares	En % del CD	En % del Monto del Contrato
Ingeniería	\$160.00	1.78%	1.34%
Obra Civil	\$1,200.00	13.36%	10.02%
Obra Electromecánica	\$5,500.00	61.25%	45.91%
Pruebas y Puesta en Servicio	\$140.00	1.56%	1.17%
Equipo y Materiales	\$780.00	8.69%	6.51%
Torres	\$800.00	8.91%	6.68%
Cable	\$400.00	4.45%	3.34%
Subtotal CD	\$8,980.00	100.00%	74.96%
Costo Indirecto de Obra	\$449.00	5.00%	3.75%
Gastos de Oficinas Centrales	\$269.40	3.00%	2.25%
Primas por Seguros	\$271.88	3.03%	2.27%
Garantías	\$108.82	1.21%	0.91%
Costo Financiero	\$871.47	9.70%	7.27%
Bancomext	\$692.70	7.71%	5.78%
Línea Revolvente	\$178.78	1.99%	1.49%
Retención SECODAM	\$59.90	0.67%	0.50%
Utilidad	\$969.84	10.80%	8.10%
Monto del Contrato	\$11,980.32	133.41%	100.00%

Tabla 8. Integración del Monto del Contrato bajo la Programación Optimizada del Proyecto Ejemplificado.

Aplicando nuevamente los indicadores de gestión financiera, tenemos:

$$\frac{\text{Utilidad presupuestada}}{\text{Costos y gastos presupuestados}} = 8.81\%^{46}$$

$$\frac{\text{Costo de financiamiento}}{\text{Monto total del contrato}} = 7.27\%$$

⁴⁶ Incluye el costo financiero.



$$\frac{\text{Costo de financiamiento}}{\text{Costo directo de obra}} = 9.70\%$$

Programación Preliminar vs. Programación Óptima

Como punto de partida para comparar los resultados obtenidos bajo cada de las programaciones de las actividades del proyecto ejemplificado, se muestra en el Gráfico 7.

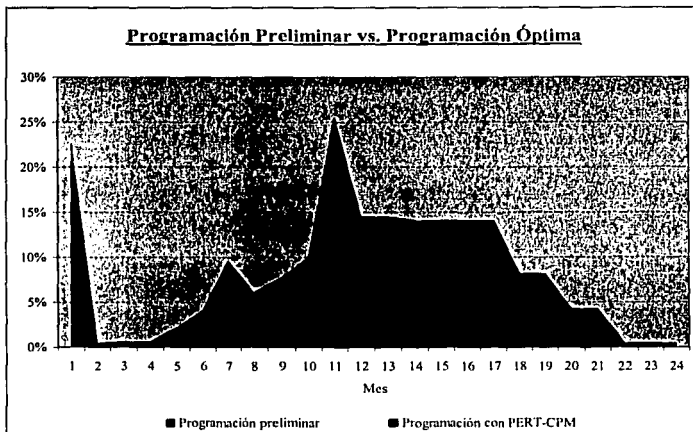


Gráfico 7. Comparación gráfica del avance de obra bajo una programación preliminar y una programación óptima obtenida a partir del PERT-CPM.

Como se puede observar, el mayor desembolso de efectivo bajo la programación preliminar se presenta en el mes 1, mientras que en la programación óptima, éste se realiza en el mes 11. Con esto tenemos que la programación obtenida bajo los lineamientos del PERT-CPM disminuye el ciclo de efectivo de algunas de las actividades del proyecto, es decir, disminuye el tiempo que pasa entre que se realiza el desembolso para llevarlas a cabo y el momento en el que el cliente paga el proyecto.



Ahora, comparando numéricamente los indicadores de gestión, se tienen los resultados de la Tabla 9.

<i>Indicador de Gestión</i>	<i>Programación Preliminar</i>	<i>Programación Optimizada</i>	<i>Variación Porcentual</i>
<u>Utilidad presupuestada</u> Costos y gastos presupuestados	8.71%	8.81%	1.14%
<u>Costo de financiamiento</u> Monto total del contrato	8.22%	7.27%	-11.46%
<u>Costo de financiamiento</u> Costo directo de obra	11.08%	9.70%	-12.38%

Tabla 9. Comparación de indicadores de gestión entre la programación preliminar y la programación óptima del proyecto ejemplificado.

La utilidad presupuestada en relación con los costos y gastos presupuestados, es un indicador el cual mientras más grande sea, es más conveniente. Así, se tiene que bajo la programación obtenida por el PERT-CPM se incrementa dicho indicador por lo que se ha obtenido un mejor resultado, a pesar de que en valores absolutos, parece no haber beneficio alguno al utilizar esta herramienta, ya que se obtiene el mismo resultado de \$969.84.⁴⁷

El indicador que relaciona el costo de financiamiento con el monto total del contrato disminuye en un 11.46% y el relacionado con el costo directo de obra, en un 12.38%. Con lo anterior se ha alcanzado la meta propuesta de la empresa o consorcio que pretende realizar el proyecto.

Es un hecho entonces que se ha mejorado el desempeño de la planeación del proyecto, a pesar de que el monto del contrato sólo disminuyó en un 1.04% que es, en valores absolutos, poco más que ahorro en el costo de financiamiento del contrato. Este porcentaje de disminución del monto del contrato, puede desvirtuar el resultado obtenido, sin

⁴⁷ En el proyecto ejemplificado, la utilidad se determina como un porcentaje del costo directo, del costo indirecto de obra y del de oficinas centrales y dado que estas cantidades no varían, la utilidad tampoco.



embargo, se debe considerar, en primer lugar, que éste es un ejemplo y que en la práctica el monto del contrato se integra con algunos conceptos más, mismos que incrementan el costo de financiarlos. Además se podría, por ejemplo, definir que la relación entre la utilidad y los costos sea un número específico, de tal manera que se pueda disminuir en mayor cantidad en monto del contrato que se pretende presentar en el concurso del proyecto. Por otro lado, no se debe olvidar que se está suponiendo que la competencia, no puede conseguir disminuir otros conceptos —costo directo e indirecto— por lo que disminuir el monto del contrato en la cantidad que se ha logrado disminuir el costo de financiamiento es suficiente para ser competitivos en el concurso del proyecto.

Para sustentar lo anterior, se supone que alguna de las empresas extranjeras logra conseguir un crédito que en lugar de pagar una sobretasa de 200 puntos por los primeros 15 meses y de 250 puntos porcentuales en adelante, obtiene 180 y 185 puntos adicionales a la tasa LIBOR respectivamente (situación apegada a la realidad), el monto de su oferta, bajo los mismos supuestos del ejemplo presentado, sería de \$11,939.99 que aún es mayor al obtenido bajo la programación con PERT-CPM en \$81.34 mil dólares.

En el anexo 1 se presentan los parámetros utilizados en la evaluación de la programación preliminar y óptima del proyecto. En el anexo 2, se presenta la hoja de cálculo que llevó a la obtención de los resultados bajo la programación preliminar; y en el anexo 3, para la programación óptima.

Limitaciones y Alcances del PERT-CPM

Hasta ahora, se ha podido demostrar que el hecho de utilizar el PERT-CPM para la planeación de las actividades de un proyecto financiado de creación de infraestructura de transmisión de energía eléctrica tiene varias ventajas —la determinación de las actividades críticas, la determinación de la holgura de tiempo para realizar aquellas que no lo son, la medición del riesgo de no terminar el proyecto en un tiempo determinado— además de



cumplir con la meta propuesta desde el punto de vista de la empresa o consorcio que lo realizará, si es el caso; y con el objetivo de este trabajo.

Sin embargo, se debe ser cuidadoso con el decidir directamente por la programación óptima obtenida bajo los lineamientos del PERT-CMP sin considerar algunas otras cuestiones. Por ejemplo, si la comisión por no disposición de crédito es muy alta, quizá no sea tan conveniente posponer el pago a algún proveedor y sí conseguir un descuento por pronto pago. Por otro lado, el pronto pago o realización de alguna actividad, asegura su terminación en tiempo, por lo que es importante tener siempre en cuenta la holgura con que se cuenta para realizarlas —obtenida utilizando el PERT-CPM— y si se trata de alguna actividad con riesgo, utilizar esta holgura a favor de la empresa.

Concretamente, se pueden mencionar como limitaciones de realizar las actividades en su tiempo extremo con la finalidad de disminuir su costo financiero, las siguientes:

- ❖ Si algo sale mal, se tiene menos tiempo para arreglarlo.
- ❖ Se pueden dejar de tomar descuentos por pronto pago.
- ❖ Se puede aumentar el costo de algunas comisiones bancarias.

En general, las limitaciones que se tienen al planear con la ayuda del PERT-CPM, se eliminan si se planea con el tiempo suficiente para analizar el costo de estas circunstancias.

Conclusiones

Una vez descrito el problema y como parte de un proceso de investigación en el que se analizaron otras alternativas (programación lineal principalmente), se determinó que una buena forma de apoyar la planeación de un proyecto de creación de infraestructura para la transmisión de energía eléctrica, es a través del PERT-CPM junto con un análisis de la implicación de sus resultados, para lo cual se propone realizar un modelo que se puede



implementar en una hoja de cálculo y que simule las interacciones de las variables que influyen el costo de financiamiento del proyecto y por lo tanto, en el monto del contrato.

La implementación del PERT-CPM implica 3 fases básicas –planeación, programación y control– y el resultado final permite tomar decisiones en relación a la forma de presentar la propuesta al cliente. Utilizarlo permite la disminución del ciclo de efectivo, a partir de su fase de programación, utilizando conceptos como el del tiempo de inicio más próximo, el más tardío, holguras en el tiempo de realización de las tareas y sobre todo de las actividades críticas del proyecto. Con lo anterior se disminuye el ciclo de efectivo de las actividades, de tal forma que las empresas constructoras mexicanas puedan ser competitivas en el mercado del sector eléctrico, dada la coyuntura actual del mismo.

El PERT-CPM es una herramienta de planeación al alcance de las empresas constructoras nacionales ya que existe en el mercado paquetería suficiente que puede ayudar al diseño de los diagramas de flechas y de tiempos y las personas relacionadas a la obra se sienten identificadas con los resultados que observan. De hecho, los paquetes utilizados para realizar programas de obra, cuentan con una vista del diagrama de CPM. El problema radica en que no se utiliza la información que proporciona, no se juega con los posibles resultados en los cambios de la programación de las tareas y no se buscan alternativas. A pesar de que la mayoría de estos programas computacionales se basan en un enfoque determinista, son de gran utilidad en lo referente al manejo de las redes de actividades y proporcionan un punto de partida para utilizar la incertidumbre implícita en todo proceso en el que intervenga el ser humano, esto es, un punto de partida para utilizar el PERT, mismo que incorpora la probabilidad de cumplimiento en tiempo de las actividades.

Se puede además, a partir de la información que proporciona el PERT-CPM y con base en la planeación de escenarios –conceptualizada como una forma de prevenir el futuro a través de la conversación estratégica– medir los riesgos inherentes al proyecto –utilizando una distribución de probabilidad– en relación a la duración de cada una de las actividades que



lo constituyen y utilizar estos resultados, tanto en la presentación de la oferta, como en el desarrollo y control del proyecto, si fuera el caso. Tan sólo desde este punto de vista, se logra una ventaja competitiva, sin olvidar por supuesto, aquellas que proporciona el que las organizaciones tengan una idea empresarial que conlleve al éxito de su misión.

Con relación a los planificadores de escenarios, sabemos que no son ni podrán ser sustituidos por paquetería. La determinación de la incertidumbre en la duración de las actividades –de la cual parte la delimitación de los escenarios a considerar– es una tarea que implica la conversación estratégica de las personas involucradas en el proyecto e informadas sobre él y el medio ambiente en el que se desarrolla o se pretende desarrollar. Independientemente de lo anterior, la fase de control –una vez que se tenga suficiente experiencia en este tipo de proyectos, con lo que se obtiene además información acerca del comportamiento de algunas variables– puede ser de gran valía para la construcción de los escenarios y a la inversa: la construcción de escenarios al medir ciertos riesgos, apoya el control de los proyectos.

Al utilizar un ejemplo simplificado de un proyecto del tipo que nos ocupa, se pudo observar que los indicadores de gestión determinados en la segunda parte de este trabajo –utilidad en relación a costos, costo de financiamiento en relación con el monto del contrato y costo de financiamiento en relación con el costo directo de obra– mejoraron una vez que se utilizó el PERT-CPM en 1.14%, 11.46% y 12.38%, respectivamente.

En el ejemplo presentado el monto del contrato no disminuye en un porcentaje importante (-1.04%) que permita pensar en dejar de planear de la forma en la que en la mayoría de las empresas constructoras mexicanas lo hace actualmente, sin embargo, este porcentaje representa poco más que el ahorro en el costo de financiamiento al planear con ayuda del PERT-CPM y dado el supuesto de que técnicamente una empresa extranjera no tiene ventajas sobre una mexicana, en valores absolutos, es una cantidad que permite entrar en competencia. Esto se comprobó suponiendo que una empresa extranjera consigue mejores



condiciones de financiamiento, logrando aún que el monto de contrato sea \$81.34 mil dólares menor. Por otro lado, esta diferencia porcentual podría incrementarse fijando el indicador de utilidad sobre costos, logrando una oferta aún más competitiva.

En anexos a este trabajo, se presentan los parámetros utilizados en la evaluación de la utilización del PERT-CPM y los cálculos antes y después de su uso.

Finalmente, cabe mencionar que independiente de las ventajas que ofrece el planear bajo los lineamientos del PERT-CPM, se debe ser cuidadoso de optar directamente por sus resultados ya que existen situaciones que pueden poner en riesgo la viabilidad del proyecto o simplemente encarecerlo, como podrían ser el tener muy altas comisiones por la no disposición del crédito, la pérdida de oportunidad de atractivos descuentos por pronto pago, etc.; consideraciones que hacen indispensable el análisis de sus implicaciones.

Fuentes de Consulta

- ❖ MENDENHALL, WILLIAM. Estadística Matemática con Aplicaciones. Ed. Grupo Editorial Iberoamérica. 2ª ed. México, 1994.
- ❖ TAHA, HAMDY A. Investigación de Operaciones. Ed. Alfaomega. 5ª ed. México, 1995.
- ❖ VAN DER HEIJDEN, KEES. Escenarios. El Arte de Prevenir el Futuro. Ed. Panorama. 2ª. ed. México, 2000.
- ❖ WILLIAMS, TERRY. Project Network Analysis. Software to Teach Operational Research. Department of Management Science, University of Strathclyde, Glasgow.



CONCLUSIONES GENERALES

Hoy en día la industria de la construcción vive un momento de transición. Las empresas constructoras mexicanas que han logrado superar la difícil etapa que ha atravesado esta industria en los últimos años, se encuentran en una lucha feroz por obtener los proyectos que les permitan seguir operando en el mercado nacional. Por tal razón y debido a que algunas empresas están participando con precios de pérdida, los nichos de negocio tradicionales cada vez son menos atractivos y más riesgosos. A partir de esto, se han identificado nuevas oportunidades de negocio; una de ellas, es la que representa participar en el sector eléctrico como constructor de la infraestructura necesaria para satisfacer la demanda mexicana de energía eléctrica.

Es importante mencionar que estos trabajos eran realizados por el Gobierno Federal a través de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), quien a partir de 1987 abrió a la iniciativa privada la posibilidad de participar en ellos. Sin embargo, sólo las empresas extranjeras fueron capaces de realizar las inversiones requeridas para este tipo de proyectos.

Actualmente, la reactivación del crédito y el cambio en la posición política del gobierno —que se ha interesado en la incorporación de las constructoras mexicanas a este sector— ha permitido pensar en incursionar en dicho mercado, no sin considerar las amenazas y debilidades implícitas:

- Estos proyectos han sido realizados exclusivamente por empresas constructoras extranjeras, por lo que las constructoras mexicanas aún no cuentan con experiencia. Es recomendable entonces realizar asociaciones estratégicas con aquellas empresas que, en su momento, fueron subcontratadas por la CFE (aún a pesar del temor que existe para asumir los riesgos inherentes).



- Las empresas extranjeras tiene cautivo a este sector, lo que incluye a los subcontratistas y proveedores del equipo requerido.
- El escaso acceso a financiamiento competitivo.

Estos factores hacen suponer que el determinar un modelo o técnica que apoye la toma de decisiones en la planeación de un proyecto de construcción de infraestructura para la transmisión de energía eléctrica y que considere al factor de financiamiento como determinante en el éxito de la adjudicación del proyecto, es una piedra angular para ser competitivos y eventualmente participar activamente en el sector eléctrico como constructores de la infraestructura requerida. Con este propósito, el presente trabajo introdujo una visión del proyecto como empresa, de tal forma que se utilizaran algunas de las herramientas disponibles de la Planeación, independientemente de ser un requisito establecido en las bases de licitación de los concursos de tales proyectos.

Un concepto importante en el desarrollo de este trabajo, fue el del ciclo de efectivo. El ciclo de efectivo se mide en tiempo, empieza en el momento de hacer desembolsos para realizar alguna actividad y termina cuando el cliente, en este caso CFE, liquida el costo de éstas. Como se ha mencionado, la CFE paga el proyecto (costo directo, indirecto, de financiamiento y utilidad) una vez que puede empezar a generar recursos a través de él (Obra Pública Financiada), por lo que el contratista tiene la obligación de financiarlo, ya sea con recursos propios (imposible bajo las condiciones actuales de las empresas mexicanas) o a través de deuda. De aquí la importancia de considerar al financiamiento como un factor determinante en el éxito de la adjudicación del proyecto y por lo tanto, de atender al ciclo de efectivo de tal manera que éste sea óptimo.

Cabe mencionar que a pesar de la importancia que tiene en el monto de la oferta el costo de financiamiento como tal (tasa de interés, plazo de crédito, garantías, comisiones, etc.), no nos centramos en éste, ya que es un factor no controlable por ser, en general, impuestas por las instituciones financieras que prestan los recursos o el riesgo-país. En cambio, lo que sí



se puede controlar y es lo que a este trabajo ocupa, es la optimización en la programación de los trabajos a realizar (ingeniería, suministro de equipo y materiales, obra civil, suministro de torres, suministro de cable, obra electromecánica, pruebas y puesta en marcha), de tal forma que su duración y su lugar en el tiempo, permitan la disminución del costo de financiamiento cuando éste se realiza a través de deuda. Este es un supuesto del presente trabajo, sin embargo, se sabe que el dinero tiene un costo de oportunidad si se trata de recursos propios.

Así, y después de seleccionar los conceptos importantes del proyecto, se buscó determinar un modelo que permitiera precisamente la optimización de la programación del proyecto. Cabe mencionar que en las expectativas iniciales estaba el encontrar una función o un modelo como los que tradicionalmente se utilizan en la Investigación de Operaciones (programación lineal, dinámica, etc.), sin embargo, durante el desarrollo del trabajo y como parte del proceso de investigación, se detectó lo útil y accesible que es el método conocido como PERT-CPM, ya que a partir de él se pueden tomar importantes decisiones acerca de la planeación del este tipo de proyectos, considerando al factor de financiamiento como determinante para su adjudicación, por ser éste el resultado del costo del dinero en el tiempo. Además, sus representaciones gráficas le son familiares a las personas responsables de la presentación de las propuestas técnicas y económicas de las licitaciones, pueden explicarlos y sustentarlos y son herramientas poderosas de discusión de alternativas. Cabe mencionar, como una referencia numérica de lo que se logra al utilizar el PERT-CPM, que en el ejemplo presentado se logró una mejora de los indicadores de gestión del proyecto (costo de financiamiento en relación con el monto del contrato y costo de financiamiento en relación con el costo directo de la obra) de entre 11% y 12%.

Como se puede observar en el desarrollo del trabajo, el PERT-CPM ayuda a analizar el impacto que tiene una actividad específica en el costo de financiamiento, ya que permite observar las alternativas que existen para su programación en el tiempo y bajo el concepto



de ciclo de efectivo —que es el que quiere disminuir— es como apoya la toma de decisiones en la planeación de este tipo de proyectos.

Como cualquier alternativa de solución de un problema, ésta no debe tomarse como una panacea, siempre debe de realizarse un análisis de las implicaciones de sus resultados y no caer —como suele hacerse— en resolver todos los casos de la misma forma, sino considerar sus características propias y las del medio ambiente que lo rodea.

Una aportación de este trabajo —ya que no se maneja en las empresas constructoras mexicanas— es la medición del riesgo a través de la determinación de escenarios para la duración de las actividades del proyecto. Esto se vuelve valioso al momento de decidir el monto del contrato, pues proporciona el nivel de riesgo que se está afrontando, lo que permite subir o bajar este precio de acuerdo a la posición que se quiere tomar en la competencia por el proyecto.

Finalmente cabe mencionar, que el caso considerado se refiere a un proyecto de construcción e instalación de líneas de transmisión y subestaciones eléctricas, sin embargo se puede extender fácilmente a cualquier tipo de proyecto, incluso no constructivo, ya que se parte del supuesto de que disminuyendo el ciclo de efectivo —que se reproduce en muchas otras circunstancias en donde se presenten flujos de efectivo— se disminuye el costo de financiamiento, independientemente de las condiciones del crédito o esquema que se utilice para financiar un proyecto dado.



GLOSARIO

BASES DE LICITACIÓN.- Bases que las dependencias y entidades ponen a disposición de los interesados, en las cuales se dan a conocer, entre otros aspectos, las especificaciones de los bienes, arrendamientos, servicios u obras públicas objeto de la licitación, los requisitos y condiciones de participación.

CICLO DE EFECTIVO.- Periodo entre el desembolso de efectivo y la cobranza de efectivo.

CONCEPTOS DE OBRA.- Conjunto de operaciones y materiales que, de acuerdo con las normas y especificaciones respectivas, integran cada una de las partes en que se dividen convencionalmente los estudios y proyectos; la ejecución y equipamiento de las obras, la puesta en servicio, su conservación o mantenimiento y la supervisión de estos trabajos con fines de medición y pago.

CONTRATISTA.- La persona física o moral que celebre contratos de obras públicas o de servicios relacionados con las mismas.

CONTRATOS.- Datos relevantes de los contratos que se suscriben con los proveedores o contratistas a los que se adjudicó alguna licitación pública, en los que se determinan los derechos y obligaciones de las partes.

CONTRATOS A PRECIO ALZADO.- Son los contratos en los cuales el importe de la remuneración o pago total fijo que deba cubrirse al contratista, será por la obra totalmente terminada, en una o varias exhibiciones, y la misma es ejecutada en el plazo establecido.

CONVOCANTE.- Dependencia o entidad que lleva a cabo la licitación pública.



CONVOCATORIA.- Documento que se publica en los medios que la Ley señala a efecto de convocar a los interesados a participar en una o más licitaciones públicas.

CRÉDITOS EXTERNOS.- Las licitaciones públicas que se llevan a cabo con financiamiento total o parcial proveniente de instituciones extranjeras. Por ejemplo: del Banco Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo, el Banco Interamericano de Reconstrucción y Fomento, entre otras.

DEPENDENCIAS.- Las unidades administrativas de la Presidencia de la República, las Secretarías de Estado, la Consejería Jurídica del Ejecutivo Federal y la Procuraduría General de la República.

EMPRESA.- Unidad productora de bienes y servicios homogéneos para lo cual organiza y combina el uso de factores de la producción.

Organización existente con medios propios y adecuados para alcanzar un fin económico determinado. Compañía o sociedad mercantil, constituida con el propósito de producir bienes y servicios para su venta en el mercado.

ESTRUCTURA DE CAPITAL.- Combinación de la financiación de la empresa o de un proyecto.

FACTORAJE.- Actividad financiera prevista en la Ley General de Organización y Actividades Auxiliares de Crédito, mediante la cual se establece un contrato de crédito para la obtención de liquidez inmediata, pudiendo ser ésta un pago único o una línea de crédito; la garantía de dicho crédito es la cesión en favor del factorante (quien otorga el crédito), el valor de las facturas (derechos de



cobro) por la producción de bienes y/o prestación de servicios del facturado (el receptor de crédito).

FALLOS.- Resultados de las licitaciones públicas que emiten las dependencias y entidades de la Administración Pública, en los que se adjudican a proveedores y contratistas los bienes, servicios, arrendamientos y obras públicas licitados.

El costo financiero del factoraje es el que asume el facturado por los servicios de administración y cobranza de los derechos de crédito.

FIANZA. Contrato de garantía en el que una persona llamada fiador, se compromete con el acreedor de otra persona a pagar por ésta, si ella no lo hace. Se conoce también como responsiva.

Depósito realizado por un acusado para asegurar su comparecencia ante los tribunales.

FINANCIAMIENTO. Es el conjunto de recursos monetarios financieros para llevar a cabo una actividad económica, con la característica de que generalmente se trata de sumas tomadas a préstamo que complementan los recursos propios.

FINANCIAMIENTO BANCARIO. Son los créditos concedidos por el sistema bancario a las familias, empresas privadas y sector público, así como valores emitidos por empresas privadas, sector público y banco central adquiridos por el sistema bancario.

INFRAESTRUCTURA. Es la red de instalaciones y obras de uso público y privado que constituye la espina dorsal de la planta física de un país, permite el crecimiento, la competitividad y el mejoramiento de la calidad de vida. Incluye los edificios públicos y privados, la red vial urbana, los sistemas de transporte público, la generación, transmisión y distribución de energía



eléctrica y gas, las presas y los sistemas integrados de riego y agua potable, el manejo y tratamiento de aguas residuales, las viviendas, las telecomunicaciones, las carreteras, los aeropuertos, los puertos y los ferrocarriles.

INVERSIÓN FINANCIADA. Se refiere a proyectos cuya ejecución se encomienda a empresas del sector privado, previa licitación pública. Las obligaciones que contraen las dependencias o entidades públicas por estas inversiones serán cubiertas con los ingresos que generen las mismas obras una vez que éstas sean recibidas, a su entera satisfacción, por la entidad contratante.

LICITACIONES DE OBRA PÚBLICA.- Licitaciones referentes a obras públicas y servicios relacionados con las mismas, que se detallan en los artículos 3º y 4º de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas.

LICITACIONES PÚBLICAS.- Licitaciones que emiten las dependencias y entidades de la Administración Pública mediante convocatoria pública para adquisiciones y arrendamientos de todo tipo de bienes, prestación de servicios de cualquier naturaleza y contratación de obras públicas y servicios relacionados con las mismas, para que libremente se presenten proposiciones solventes en sobre cerrado.

LICITANTE.- Persona que participa en cualquier procedimiento de licitación pública o bien de invitación a cuando menos tres personas.

OBRAS PÚBLICAS.- Trabajos que tengan por objeto construir, instalar, ampliar, adecuar, remodelar, restaurar, mantener, modificar y demoler bienes inmuebles, así como los servicios relacionados con ellas, a que se refieren los artículos 3º y 4º de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas.



PRECIOS DE PÉRDIDA. Se considera que una empresa constructora participa con precios de pérdida, cuando no integra el costo real de algún concepto al monto del contrato de su propuesta económica. Suele hacerse con conceptos que no representan un desembolso real de efectivo.

PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB). Es el valor total de los bienes y servicios producidos en el territorio de un país en un periodo determinado, libre de duplicaciones. Se puede obtener mediante la diferencia entre el valor bruto de producción y los bienes y servicios consumidos durante el propio proceso productivo, a precios comprador (consumo intermedio). Esta variable se puede obtener también en términos netos al deducirle al PIB el valor agregado y el consumo de capital fijo de los bienes de capital utilizados en la producción.

PRODUCTO INTERNO BRUTO A PRECIOS CONSTANTES. Es el valor del PIB medido a precios de un año base. Se le define como el producto que se obtiene en cada ejercicio eliminando las variaciones de los precios al valuarse cada uno de los productos y servicios prestados, por el precio de un año de referencia al que se le denomina año base, mismo que es definido por el Sistema de Cuentas Nacionales de México.

El producto a precios constantes es conocido también como "producto real" y resulta de tanta utilidad como su medición a precios corrientes, pues mientras que el primero permite el análisis de la evolución real de la producción y de los flujos de bienes y servicios, el producto a precios corrientes aporta información sobre flujos de tipo monetario.

PROPOSICIONES O PROPUESTAS TÉCNICAS.- Documentos que entrega el licitante en sobre cerrado en la fecha y hora estipulada por la convocante, con la información,



documentos y requisitos solicitados en las bases, para presentar su oferta de bienes, servicios, arrendamientos o de obra pública objeto de la licitación.

PROPOSICIONES O PROPUESTAS ECONÓMICAS.- Documentos que entrega el licitante en sobre cerrado en la fecha y hora estipulada por la convocante, con la información, documentos y requisitos solicitados en las bases, para presentar las condiciones de precio de la oferta de bienes, servicios, arrendamientos o de obra pública objeto de la licitación.

PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA PRODUCTIVA CON IMPACTO DIFERIDO EN EL REGISTRO DEL GASTO (PIDIREGAS). Son aquellas inversiones que realizan algunas entidades del Sector Paraestatal bajo control presupuestario directo, con financiamiento privado de largo plazo, para constituir activos generadores de ingresos cuyo impacto presupuestario se difiere en los subsecuentes ejercicios fiscales.

SECTOR ECONÓMICO. Conjunto de áreas homogéneas y entes pertenecientes a una actividad económica. En el ámbito del sector público, el sector económico, se refiere al conjunto de actividades homogéneas a cargo de una o varias secretarías, que tienen la función de llevarlas a cabo.

SISTEMA FINANCIERO. El Sistema Financiero Mexicano está constituido por un conjunto de instituciones que captan, administran y canalizan a la inversión, el ahorro tanto de nacionales como de extranjeros, y se integra por: Grupos Financieros, Banca Comercial, Banca de Desarrollo, Casas de Bolsa, Sociedades de Inversión, Aseguradoras, Arrendadoras Financieras, Afianzadoras, Almacenes Generales de Depósito, Uniones de Crédito, Casas de Cambio y Empresas de Factoraje.



TRANSMISIÓN DE ELECTRICIDAD.- La transmisión de electricidad consiste en transportar la electricidad en redes de alta tensión, a grandes distancias, de las plantas de generación hacia los centros de consumo. La red de transmisión está constituida físicamente por el conjunto de líneas, subestaciones y equipos eléctricos que se utilizan para este propósito.

TRATADOS.- Convenios regidos por el derecho internacional público, celebrados por escrito entre el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos y uno o varios sujetos de Derecho Internacional Público.



FUENTES DE CONSULTA

- ❖ Banco Interamericano de Desarrollo. Glosario de Términos Frecuentes en Materia de Adquisiciones. www.iadb.org/exr/proc/Sannex.htm
- ❖ Cámara de Diputados de la LVIII Legislatura. Gaceta Parlamentaria, año IV, número 857. 12 de octubre, 2001.
- ❖ Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. Reporte de la actividad de la Industria de la Construcción.
- ❖ Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. Seminario de Financiamiento para empresas constructoras. México, octubre 2001.
- ❖ Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. Situación de la Industria de la Construcción 2001.
- ❖ Secretaría de Energía. El sector energía en México. Análisis y prospectiva. México, 2000.
- ❖ MENDENHALL, WILLIAM. Estadística Matemática con Aplicaciones. Ed. Grupo Editorial Iberoamérica. 2ª ed. México, 1994.
- ❖ TAHA, HAMDY A. Investigación de Operaciones. Ed. Alfaomega. 5ª ed. México, 1995.
- ❖ VAN DER HEIJDEN, KEES. Escenarios. El Arte de Prevenir el Futuro. Ed. Panorama. 2ª. ed. México, 2000.
- ❖ WILLIAMS, TERRY. Project Network Analysis. Software to Teach Operational Research. Department of Management Science, University of Strathclyde, Glasgow.
- ❖ SECODAM Sistema Electrónico de Contrataciones Gubernamentales. Información y Ayudas – Licitantes – Conceptos y Definiciones. www.compranet.gob.mx

Opciones

Cifras en

Miles de Dólares

Costo Indirecto

De Obra 5.00% Oficina Central 3.00%

Utilidad sobre

Costo Directo Servicios
 Costo Indirecto
 Gastos Corporativos
 Seguros Supervisión
 Comisiones Otros CD
 Cartas de Crédito Secodam
 Costo Financiero CMIC

% de Utilidad

9.80%
10.00%
25.00%
30.00%

Asesor Financiero

Costo \$0.00
Pago en el mes 1

Asesor Técnico

Costo \$0.00
Distribución Mensual

Inflación en Equipo y Materiales

0.00%

Retención SECODAM

Costo 0.50%
Hasta el pago de CFE

Seguros

Contra todo riesgo

Proporción asumida
35%
65%
80%
100%

Costo 0.30%
del Monto del Contrato

Responsabilidad Civil

Proporción asumida
35%
65%
80%
100%

Costo 0.40%
RC por 25,000

Se pagan al inicio del proyecto

Costo Financiero L Revolvente

LIBOR (6 m) 1.86% a Julio, 2002
Spread
2.00%
2.50%
3.00%
3.50%

Total 4.86%

Apertura Cred 1.00% Cred.
Disp. Cred. 0.20% Del Crédito
Ret. en fid. 15.00% Bancomext

Monto reconocido de VO

95.00%
98.00%
99.00%
100.00%

Días en reconocer VO 15

Comisiones

Varios 0.00% Observaciones Cada 1 (MC)
SUTERM 0.00% Fija Mens (MC)

Costo Financiero Bancomext

LIBOR (6 m) 1.86% a Julio, 2002
Crecimiento Crecimiento 0%

Spread 15 Spread +15

1.80%	1.85%
2.00%	2.00%
2.50%	2.50%
2.70%	2.70%

Total 3.86% 4.36%

Días adicionales
% de VO's 100%
Garantía 10.00% MC 2.00P
Apertura Cred 1.50% Monto del Cred.
Disp. Cred. 0.00% Del Crédito
Saldos No Disp. 0.30% Anual
Rendimiento 1.86% Anual (LIBOR)
SobreTasa ISR 5.15% Sobre Tasa

Fianzas y Garantías

Garantía de Cumplimiento

Costo 2.00% Del 10% MC
Proporción asumida
65%
80%
90%
100%

Garantía de Calidad

Costo 2.00% Del 5% Tr
Proporción asumida
65%
80%
90%
100%

Fianza
 CC

Importe Días de Paro \$ - Meses 10 Del 2 al 11
 Relocalización de Fltes \$ - Meses 10 Del 2 al 11
 Derechos Immb. "B" \$ - Meses 9 Del 3 al 11

Requerimientos de Supervisión

\$ 200.00	Meses 1	Del 2 al 2
\$ 142.50	Meses 15	Del 3 al 17

Socios (OC, OE y P)

CI 0% Utilidad 0%
Dejan 20% Bono 10%

Descuentos

Cable Eq. Y Mat.
Porc. 0% Porc. 0%

Socios Equipo

Dejan 20% Bono 0%

Se les paga costo financiero

CMIC

Mensual
Costo 0.20%

Flujo de Efectivo
Ejemplo
Cifras en Miles de Dólares

Fecha	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Labor	1.84%	1.84%	1.86%	1.86%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%
Crecimiento LABOR (Puntas Adic.)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Costo Financiero Bancarios	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%
Costo Financiero BENTEL	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%

Costo Directo de Obra

Concepto	Miles de Dólares	MESES																										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
Fecha de Reconocimiento CFE		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
1	0	2,785	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	211	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	264	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	254	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	382	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	382	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	791	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	922	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,059	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	922	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	738	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	738	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	738	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	738	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	474	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	474	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26

Fecha de Reconocimiento CFE

1		30-11-02																										
2			30-12-02																									
3				30-1-03																								
4					30-2-03																							
5						30-3-03																						
6							30-4-03																					
7								30-5-03																				
8									30-6-03																			
9										30-7-03																		
10											30-8-03																	
11												30-9-03																
12													30-10-03															
13														30-11-03														
14															30-12-03													
15																30-1-04												
16																	30-2-04											
17																		30-3-04										
18																			30-4-04									
19																				30-5-04								
20																					30-6-04							
21																						30-7-04						
22																							30-8-04					
23																								30-9-04				
24																									30-10-04			
25																										30-11-04		

Reconocimiento de VO CFE	12.106	0	2.785	40	40	40	211	264	264	382	382	791	922	1.059	922	738	738	738	738	474	474	13	13	25	26	26	26	0
--------------------------	--------	---	-------	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----	----	----	----	----	---

Flujo de Efectivo
Ejemplo
Cifras en Miles de Dólares

Fecha	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Ejemplo	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%
Gobierno LISOR (Puntos Ad.)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Costo Financiero Bancario	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%
Costo Financiero BENTER	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%

Cuenta Directa de Obra

Concepto	Miles de Dólares	MESES																												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26			
Capital de Trabajo Base	10,262	2,536	32	32	32	173	216	216	313	313	648	756	942	756	605	605	605	389	389	11	11	22	22	34	0	0	0	0	0	
Disposición de Crédito	10,303	2,562	32	32	32	173	216	216	314	314	649	758	944	758	606	606	606	390	390	11	11	22	22	34	0	0	0	0	0	
Comenzos	41	26	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Comisión por Apertura	26	26	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Comisión por Depósitos	15	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Disposición real de Crédito	10,262	2,536	32	32	32	173	216	216	313	313	648	756	942	756	605	605	605	389	389	11	11	22	22	34	0	0	0	0	0	
Saldo Inicial	2,562	2,594	476	460	624	812	879	968	1,097	1,446	1,904	2,322	2,555	2,016	1,882	1,895	1,999	1,704	1,500	1,127	750	764	778	793	774	755	0	0	0	0
Intereses	144	10	11	2	2	2	4	4	4	6	8	9	8	8	8	7	7	6	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Amortización Capital	10,303	0	2,151	29	29	29	150	202	205	300	299	626	724	846	740	593	592	595	594	384	367	8	8	19	19	19	755	0	0	
Pago a Intereses	144	0	21	2	2	2	3	4	4	6	8	9	8	8	8	7	7	6	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Saldo Final	2,562	2,562	444	447	451	595	662	674	783	797	1,147	1,278	1,498	1,410	1,276	1,289	1,303	1,315	1,110	1,115	740	742	756	759	774	755	0	0	0	
Saldo de Intereses	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Resumen																														
Ingresos líquidos	11,241	2,536	32	32	32	173	216	216	313	313	648	756	942	756	605	605	605	389	389	11	11	22	22	34	0	0	0	980	0	
Egresos líquidos	10,262	2,536	32	32	32	173	216	216	313	313	648	756	942	756	605	605	605	389	389	11	11	22	22	34	0	0	0	0	0	
Aportación Socios (OC, OC y P)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Aportación Socios (Ejemplo)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Costo Financiero	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Aportación Socia (OC, OC y Aportación Socia (Ejemplo)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bonificación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Aportación Socia (OC, OC y Aportación Socia (Ejemplo)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Devolución Aportación Socia (C)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Devolución Aportación Socia (E)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
(Deficit)/Superavit	980	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	980	

Flujo de Efectivo
Ejemplo
Cifras en Miles de Dólares

Fecha	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Libro	1.80%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%
Crecimiento LIBORA (Puntos Adic.)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Costo Financiero Bancarios	3.86%	3.86%	3.86%	3.86%	3.86%	3.86%	3.86%	3.86%	3.86%	3.86%	3.86%	3.86%	3.86%	3.86%	3.86%	3.86%	3.86%	3.86%	3.86%	3.86%	3.86%	3.86%	3.86%	3.86%	3.86%	3.86%	3.86%	3.86%
Costo Financiero ENTIER	4.56%	4.56%	4.56%	4.56%	4.56%	4.56%	4.56%	4.56%	4.56%	4.56%	4.56%	4.56%	4.56%	4.56%	4.56%	4.56%	4.56%	4.56%	4.56%	4.56%	4.56%	4.56%	4.56%	4.56%	4.56%	4.56%	4.56%	4.56%

Costo Directo de Obra

Concepto	Miles de Dólares	MESES																											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
Ingeniería	156	10	10	20	20	30	30	20	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Obra Civil	1,200	0	0	0	0	0	0	140	240	240	290	190	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Obra Electromecánica	3,500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pruebas y Puesta en Servicio	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Equipo y Materiales	780	0	0	0	0	0	130	500	0	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Formas	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cable	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total	6,980	10	10	20	20	30	160	640	250	400	290	190	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Distribución de Costos y Utilidad

Concepto	Miles de Dólares	MESES																											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
Ingeniería	49	3	6	6	6	9	9	6	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Obra Civil	362	0	0	0	0	0	0	40	72	72	88	58	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Obra Electromecánica	1,473	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pruebas y Puesta en Servicio	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Equipo y Materiales	227	0	0	0	0	0	39	152	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Formas	243	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cable	121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Otros Gastos	272	136	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total	3,005	139	3	6	6	9	49	201	76	112	88	48	13	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Costos Indirectos Totales	449	1	1	1	1	2	8	33	13	20	15	80	30	35	25	25	25	25	19	19	19	19	1	1	1	0	0
Gastos de Oficinas Centrales	269	0	0	1	1	1	5	20	8	12	9	48	18	21	21	21	21	11	11	11	11	0	0	0	0	0	0
Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asesoría Financiera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asesoría Técnica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Primes por Seguro	272	136	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Toda Riscos	72	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Responsabilidad Civil	200	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gastos de	109	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
De Cumplimiento	48	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
De Calidad	12	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Crédito Bancario	49	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Comisiones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Varios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUTERH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo Financiero	871	202	13	2	3	7	24	13	27	23	23	32	22	48	40	43	44	40	42	29	28	26	12	4	4	3	3
Bancarios	603	179	12	1	2	1	21	13	18	10	10	39	31	23	24	20	33	12	11	6	7	0	1	0	0	0	0
Línea de Reservas	179	32	2	1	1	1	2	6	6	5	5	14	10	10	10	11	10	9	7	7	7	5	3	3	3	3	
Atención SECODAH	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ENH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos de Sucesión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Línea Maquinaria - Enche	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dan de Faro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reconstrucción de frentes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Derechos Inmobiliarios "B"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subtotal	2,030	286	14	4	5	6	37	72	77	55	56	159	356	96	96	99	100	96	71	49	47	45	14	5	18	3	63
Utilidad	970	1	1	2	2	3	17	71	27	43	31	172	65	65	76	76	76	76	40	40	40	2	2	2	2	0	0

VD de obra	11,840	149	11	26	24	19	209	861	326	522	378	2,073	918	782	913	913	913	487	487	487	26	26	26	0	0	0
Capital de Trail Res.	10,258	273	13	22	22	32	373	713	270	432	313	1,717	833	648	756	756	756	400	400	400	22	22	22	34	0	0

Flujo de Efectivo CIE	20 11=	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo CIE	11,920	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,920

117

Flujo de Efectivo
Ejemplo
Cifras en Miles de Dólares

Facta	1.040	11.140	20.140	31.140	41.140	51.140	61.140	71.140	81.140	91.140	101.140	111.140	121.140	131.140	141.140	151.140	161.140	171.140	181.140	191.140	201.140	211.140	221.140	231.140	241.140	251.140	261.140	
Leas	1.80%	1.80%	1.80%	1.80%	1.80%	1.80%	1.80%	1.80%	1.80%	1.80%	1.80%	1.80%	1.80%	1.80%	1.80%	1.80%	1.80%	1.80%	1.80%	1.80%	1.80%	1.80%	1.80%	1.80%	1.80%	1.80%	1.80%	1.80%
Comercio LIBOR (Futuros Ac.)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Costo Financiero Bancario	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%
Costo Financiero BDTER	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%	4.85%

Cuentas Directas de Otera

Concepto	Miles de Dólares	MESES																										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
VO a Decantar	11,920	0	146	13	76	26	79	228	856	324	519	376	2,063	914	778	908	908	908	908	460	460	460	460	26	26	26	0	0
Saldo del Crédito	11,920	0	146	161	187	213	252	460	1,316	1,640	2,159	2,535	4,598	5,512	6,290	7,198	8,106	9,014	9,923	10,403	10,883	11,363	11,843	11,894	11,894	11,894	11,894	11,894
Plus	9148	30148	20148	20148	20148	20148	20148	20148	20148	20148	20148	20148	20148	20148	20148	20148	20148	20148	20148	20148	20148	20148	20148	20148	20148	20148	20148	20148
Plus en Reservas	0	791	791	791	791	791	791	791	791	791	791	791	791	791	791	791	791	791	791	791	791	791	791	791	791	791	791	791
Costo Financiero	473	0	12	1	2	3	13	51	118	27	18	95	39	31	33	34	30	27	12	11	9	7	0	0	0	0	0	0
Pagos a Capital	11,920	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Saldo No Depreciados	11,920	11,772	11,779	11,773	11,707	11,668	11,465	10,605	10,280	9,761	9,385	7,322	6,409	5,630	4,722	3,814	2,906	1,998	1,518	1,038	558	78	52	26	0	0	0	0
Prorroga de Saldo No Dep.	19,742	19,161	18,613	18,171	17,701	16,728	16,023	15,240	14,083	12,827	11,671	10,515	9,359	8,203	7,047	5,891	4,735	3,579	2,423	1,267	107	340	1,000	79	0	0	0	0
Comisión por Apertura de Crédito	179	179	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Comisión por Depreciación	41	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Comisión por No Utilización	219	179	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total de Comisiones	219	179	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tasa Anualizada	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%
Retención de ISR sobre intereses	24	0	1	0	0	0	1	3	1	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Total	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Saldo Comisiones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponibilidad de Efectivo DE y VO a Decantar	11,382	0	136	12	24	24	17	194	803	305	490	357	1,949	873	746	874	873	876	873	467	468	472	472	26	26	26	0	0
DE y VO a Decantar	95%	0%	92%	92%	92%	93%	45%	93%	94%	94%	95%	94%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	97%	96%	97%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%

Financiamiento de Administración

Ingresos																												
Costo de Derechos de Cobro	11,920	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VOs anticipadas	11,382	0	136	12	24	24	17	194	803	305	490	357	1,949	873	746	874	873	876	873	467	468	472	472	26	26	26	0	0
Aportación Socia (OC, DE y P)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aportación Socia (Equivo)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Retención	1,707	0	20	2	4	4	3	29	120	46	74	54	292	131	112	131	131	131	131	70	71	71	4	4	4	4	4	
Retención Acumulada	0	20	22	26	29	32	61	182	227	301	354	617	778	890	1,021	1,152	1,283	1,414	1,484	1,554	1,625	1,696	1,700	1,703	1,707	1,707		
Retenimiento Retención	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Aportación Socia (OC, DE y P) Ac.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Retenimiento Socia (OC, DE y P)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aportación Socia (Equivo) Ac.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Retenimiento Socia (Equivo)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recursos Disponibles	21,595	0	116	18	20	20	15	165	683	260	417	303	1,656	742	634	743	742	745	742	397	398	400	402	22	21	22	11,920	
Pagos																												
Crédito Bancarot	11,920	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Crédito BDTER	10,437	0	117	18	20	20	15	165	683	260	417	303	1,656	742	634	743	742	745	742	397	398	400	402	22	21	22	11,920	
Saldo Inicial	0	0	19	21	24	28	31	60	180	227	300	355	648	780	893	1,026	1,158	1,291	1,425	1,497	1,570	1,643	1,716	1,723	1,729	1,736		
Ingresos	0	136	12	24	24	17	194	803	305	490	357	1,949	873	746	874	873	876	873	467	468	472	472	26	26	26	11,920		
Retenimientos	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Errores	0	117	10	20	20	15	165	683	260	417	303	1,656	742	634	743	742	745	742	397	398	400	402	22	21	22	12,081		
Saldo Final antes de Devolución	0	19	21	24	28	31	60	180	227	300	355	648	780	893	1,026	1,158	1,291	1,425	1,497	1,570	1,643	1,716	1,723	1,729	1,736	578		
Devolución	578	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Saldo Final	0	19	21	24	28	31	60	180	227	300	355	648	780	893	1,026	1,158	1,291	1,425	1,497	1,570	1,643	1,716	1,723	1,729	1,736	0		

Flujo de Efectivo
Ejemplo
Cifras en Miles de Dólares

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Fecha	1.9.98	1.9.99	31.12.00	31.12.01	31.12.02	31.12.03	31.12.04	31.12.05	31.12.06	31.12.07	31.12.08	31.12.09	31.12.10	31.12.11	31.12.12	31.12.13	31.12.14	31.12.15	31.12.16	31.12.17	31.12.18	31.12.19	31.12.20	31.12.21	31.12.22	31.12.23	31.12.24	31.12.25	31.12.26
Líbor	1.86%	1.86%	1.86%	1.86%	1.86%	1.86%	1.86%	1.86%	1.86%	1.86%	1.86%	1.86%	1.86%	1.86%	1.86%	1.86%	1.86%	1.86%	1.86%	1.86%	1.86%	1.86%	1.86%	1.86%	1.86%	1.86%	1.86%	1.86%	1.86%
Crecimiento LIBOR (Puntos Adic.)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Costo Financiero Bancario	3.65%	3.65%	3.65%	3.65%	3.65%	3.65%	3.65%	3.65%	3.65%	3.65%	3.65%	3.65%	3.65%	3.65%	3.65%	3.65%	3.65%	3.65%	3.65%	3.65%	3.65%	3.65%	3.65%	3.65%	3.65%	3.65%	3.65%	3.65%	3.65%
Costo Financiero BITTER	4.80%	4.80%	4.80%	4.80%	4.80%	4.80%	4.80%	4.80%	4.80%	4.80%	4.80%	4.80%	4.80%	4.80%	4.80%	4.80%	4.80%	4.80%	4.80%	4.80%	4.80%	4.80%	4.80%	4.80%	4.80%	4.80%	4.80%	4.80%	4.80%

Cuentas Directas de OTRAS	Concepto	Miles de Dólares	MESES																										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
Capital de Trabajo Fijo	10,254	373	11	22	22	32	173	713	270	432	313	1,717	833	648	756	756	756	756	400	400	400	400	22	22	34	0	0	0	0
Deposición de Crédito	10,299	395	11	22	22	32	173	714	271	433	314	1,721	835	649	758	758	758	758	400	400	400	400	22	22	34	0	0	0	0
Comisiones	41	21	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	2	1	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Comisión por Apertura	21	21																											
Comisión por Depósitos	20		0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	2	1	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Deposición real de Crédito	10,258	373	11	22	22	32	173	713	270	432	313	1,717	833	648	756	756	756	756	400	400	400	400	22	22	34	0	0	0	0
Saldo Inicial	395	406	313	326	340	494	1,195	1,305	1,061	1,120	2,428	2,970	1,975	1,999	2,130	2,154	2,178	1,842	1,508	1,518	1,526	1,154	779	794	776	757			
Intereses	138	2	2	1	1	2	5	5	4	5	10	12	8	8	9	9	9	8	6	6	6	5	3	3	3	3			
Amortización Capital	10,299	0	114	9	19	19	13	140	677	255	412	293	1,644	734	626	734	733	736	755	391	392	394	397	19	19	19	757		
Pago a Intereses	138	0	3	1	1	1	2	5	5	4	5	10	12	8	8	9	9	8	6	6	6	5	3	3	3	3			
Saldo Final	2,135	395	292	304	307	320	481	1,035	628	806	708	2,135	1,325	1,241	1,372	1,396	1,421	1,442	1,108	1,117	1,126	1,132	757	760	776	757	0		
Saldo de Intereses		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Resumen																													
Ingresos Equivos	11,236	373	11	22	22	32	173	713	270	432	313	1,717	833	648	756	756	756	756	400	400	400	400	22	22	34	0	0	978	
Español Equivos	10,258	373	11	22	22	32	173	713	270	432	313	1,717	833	648	756	756	756	756	400	400	400	400	22	22	34	0	0	0	0
Aportación Socios (OC, DE y P)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aportación Socios (Espanol)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo Financiero	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aportación Socios (OC, DE y Aportación Socios (Espanol)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bonificación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aportación Socios (OC, DE y Aportación Socios (Espanol)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deducción Aportación Socios (E)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deducción Aportación Socios (E (Debitos) Superavit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	978	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	978

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN