



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

PROPUESTA PARA ABORDAR EL PAGO DE LOS GASTOS GENERALES EN
CONTRATOS DE OBRAS SUBTERRÁNEAS

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

FELIPE ÁNDRES MEYNARD CAMPOS

PROFESOR GUÍA:
EDGARDO GONZÁLEZ LIZAMA

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
ADOLFO OCHOA LLANGATO
WILLIAM WRAGG LARCO

SANTIAGO DE CHILE
2021

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR AL
TÍTULO DE: Ingeniero Civil
POR: Felipe Meynard Campos
FECHA: Abril 2021
PROFESOR GUÍA: Edgardo González Lizama

Propuesta para abordar el pago de los gastos generales en
contratos de obras subterráneas

Si bien los gastos generales se calculan en función del tiempo que tomará desarrollar una obra, su forma de pago durante la ejecución de ésta no se realiza en función del tiempo transcurrido, sino que en función del avance físico traducido a avance económico según los costos directos asignados a las unidades de obra que se van ejecutando. En contratos que se pagan a suma alzada, el desacople entre tiempo transcurrido y avance físico tiene impactos acotados. En el caso de la ejecución de obras subterráneas, pagadas típicamente a serie de precios unitarios debido la variabilidad del suelo y por tanto, a la variabilidad de las secciones de fortificación, se experimentan cambios de programa y de plazo respecto de la situación base licitada que impactan la trayectoria de pago de los gastos generales.

Una manera de equilibrar la trayectoria de pago de los gastos generales ante cambios de programa y/o de plazo es incorporar la variable tiempo en el pago de los gastos generales. Para este efecto se define el concepto de gastos generales ponderados por unidad de obra, donde la ponderación significa equilibrar el peso del costo directo y del tiempo de ejecución (o rendimiento de construcción) de dicha unidad de obra. La ponderación se realiza en base a los costos directos y a los tiempos de ejecución estimados por el Contratista durante la licitación de la obra, y no a los efectivamente sucedidos durante la construcción. Para la determinación del peso del costo directo y del tiempo de ejecución de cada unidad de obra en los gastos generales ponderados de la misma, intervienen los costos y tiempos de todas las unidades, lo que tiene un símil con los procesos de análisis jerárquico, cuyos conceptos se utilizan en el presente trabajo. A partir de la definición de los gastos generales ponderados se desarrolla el concepto de Método de Equilibrio de pago de gastos generales, cuyos procedimientos permiten abordar también un mayor pago de gastos generales ante obras adicionales solicitadas por el Mandante.

Para simplificar la comprensión del Método de Equilibrio, se presenta el desarrollo de un primer ejemplo a partir de una situación base (situación de licitación), donde si bien varía el suelo y por tanto la distribución de secciones de fortificación, no varía el plazo de la obra, lo que resulta en un total de gastos generales equivalentes al de la situación base, aunque pagado con una trayectoria diferente. Ya en un segundo ejemplo se considera que la variación de la distribución de secciones de fortificación altera el plazo de la obra y por tanto, los gastos generales. En un tercer ejemplo se presenta el caso de una obra adicional solicitada por el Mandante. Los ejemplos permiten apreciar que el equilibrio, o cambio de trayectoria, se puede lograr desde que se avizora el cambio de distribución de secciones o desde que se solicita la obra adicional.

Agradecimientos

A mi familia y amigos, en especial a mis padres.

También a mi profesor guía don Edgardo González, quien me acompañó durante este proceso.

Tabla de Contenido

1. Introducción.....	1
1.1. MOTIVACIÓN	1
1.2. OBJETIVOS	2
1.2.1. <i>Objetivo General</i>	2
1.2.2. <i>Objetivos Específicos</i>	2
1.3. GUÍA DE LECTURA	2
2. Estudio de Antecedentes	3
2.1. DIRECCIÓN DE PROYECTOS	3
2.1.1. <i>¿Qué es la Dirección de Proyectos?</i>	3
2.1.2. <i>Grupos de Procesos Básicos</i>	4
2.1.3. <i>Gestión de los Costos de un Proyecto</i>	5
2.1.4. <i>Control de los Costos</i>	6
2.2. VARIABILIDAD DE LOS GASTOS GENERALES	7
2.3. PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO	7
2.3.1. <i>Procesos del AHP</i>	7
3. Desarrollo del Método de Equilibrio	9
3.1. DEFINICIÓN CONCEPTUAL DEL MÉTODO DE EQUILIBRIO	9
3.2. DEFINICIÓN MATEMÁTICA DEL MÉTODO DE EQUILIBRIO	10
3.2.1. <i>Definición del vector de proporciones</i>	10
3.2.2. <i>Definición de los gastos generales ponderados</i>	13
3.2.3. <i>Tasa de pago por avance</i>	13
3.2.4. <i>Trayectoria de pago de los gastos generales</i>	14
3.2.5. <i>Comentarios</i>	14
3.3. COMPORTAMIENTO DEL MÉTODO DE EQUILIBRIO.....	15
3.3.1. <i>Si costo directo y tiempo de ejecución son fijos</i>	15
3.3.2. <i>Si tiempo de ejecución y factores de importancia son fijos</i>	17
3.3.3. <i>Si costo directo y factores de importancia son fijos</i>	18
3.4. AJUSTE DE LA TASA DE PAGO POR AVANCE ANTE SITUACIONES DE CAMBIO	20
3.4.1. <i>Ajuste por cambio de distribución de secciones</i>	20
3.4.2. <i>Ajuste por cambio debido a obra adicional</i>	21
3.4.3. <i>Formulación general para ajustes de la tasa de pago por avance</i>	21
4. Aplicación del Método de Equilibrio.....	23
4.1. SITUACIÓN DE LICITACIÓN	23
4.2. SITUACIÓN 1: CAMBIO DE DISTRIBUCIÓN SIN AFECTACIÓN DEL PLAZO	24
4.3. SITUACIÓN 2: CAMBIO DE DISTRIBUCIÓN CON AFECTACIÓN DEL PLAZO	26
4.4. SITUACIÓN 3: OBRA ADICIONAL	29
5. Conclusiones	31
6. Bibliografía.....	32
Anexo A: Tablas de Cálculo Situaciones de Estudio	33
Anexo B: Tablas de Calculo Comportamiento del Método de Distribución	47

Índice de Tablas

Tabla 3.1: Datos ejemplo	15
Tabla 3.2: Distribución gastos generales con FICD = 1	15
Tabla 3.3: Distribución gastos generales por costo directo	16
Tabla 3.4: Distribución gastos generales con Flte = 1	16
Tabla 3.5: Distribución gastos generales por tiempo de ejecución.....	16
Tabla 4.1: Datos ejemplo Situación de Licitación para aplicación del Método de Equilibrio	23
Tabla 4.2: Datos ejemplo Situación de Licitación' para aplicación del Método de Equilibrio	23
Tabla 4.3: Resumen tasa de pago por avance Situación 1.....	26
Tabla 4.4: Resumen tasa de pago por avance Situación 2.....	28
Tabla 4.5: Resumen tasa de pago por avance Situación 3.....	30

Índice de Figuras

Figura 2.1: Diagrama de flujo del control integrado de cambios.....	6
Figura 2.2: Estructura del Proceso de Análisis Jerárquico.....	8
Figura 3.1: Vector de proporciones de una unidad de obra.....	12
Figura 3.2: Variación de gastos generales a costo directo y tiempo de ejecución fijos.....	17
Figura 3.3: Variación de gastos generales a tiempo de ejecución y factores de importancia fijos .	18
Figura 3.4: Variación de gastos generales a costo directo y factores de importancia fijos.....	19
Figura 3.5: Variación de gastos generales con factores de importancia equivalentes y fijos	19
Figura 4.1: Gastos generales acumulados Situación 1	25
Figura 4.2: Gastos generales acumulados Situación 1 (Detalle)	25
Figura 4.3: Gastos generales mensuales Situación 1	26
Figura 4.4: Gastos generales acumulados Situación 2.....	27
Figura 4.5: Gastos generales mensuales Situación 2	28
Figura 4.6: Gastos generales mensuales Situación 3	29

1. Introducción

1.1. Motivación

Existen diversas formas de pago para un contrato de construcción, siendo las más extendidas las modalidades a suma alzada y a serie de precios unitarios. En los contratos de obras subterráneas típicamente se utiliza la segunda modalidad, puesto que le permite al Mandante no traspasarle al Contratista el riesgo de la variabilidad del suelo al establecer un pago según sea la sección de fortificación a construir.

Para efectos de la licitación de un contrato de obras subterráneas, por ejemplo de un túnel, el Mandante establece como situación base una determinada distribución de secciones de fortificación y como consecuencia de ello, un determinado plazo. Y si bien está perfectamente estandarizado cómo proceder respecto del costo directo ante una variación de la distribución de secciones de fortificación, no sucede lo mismo con los gastos generales, que se ven impactados por el cambio de programa y/o de plazo que implica la variación de distribución referida.

Como se señala en [1], los gastos generales corresponden a aquellos gastos que permiten la administración del contrato como los gastos de oficina central, de oficina de terreno, costo de personal superior y dirección de la obra, costos de boletas de garantía, costos financieros, costos relativos a seguridad y de compromisos ambientales, topografía, etc. En otras palabras, todos aquellos costos que no son un costo directo. Dichos gastos generales se expresan como un porcentaje de los costos directos y afectan por igual a todas las partidas del itemizado o unidades de obra.

Una explicación simplificada para la conformación de las ofertas económicas en los proyectos de obras subterráneas, como por ejemplo el utilizado por el Metro de Santiago en sus licitaciones de construcción de túneles, es definir los tipos de fortificación o de sostenimiento que se aplican a los distintos tipos de suelo que se excavan. Por tanto, si varía el tipo de suelo, variará también el tipo de fortificación que se debe ejecutar lo largo del trazado y por tanto, el programa y/o el plazo de la obra.

Con la consideración anterior es evidente que el costo final de la obra no será el mismo con el cual se adjudicó el contrato. Las incertidumbres originadas por el plazo, con su consiguiente impacto sobre los gastos generales, pueden significar para el contrato un mayor precio de licitación de parte de los Contratistas con el fin de mitigar eventuales riesgos, además del establecimiento de estrategias de cobro de gastos generales que permitan equilibrar los costos asociados ante eventuales cambios en el programa, aun cuando el plazo no varíe. Como se señala en las conclusiones de [1], durante la obra se generan reclamos por parte del Contratista por supuestos déficit de gastos generales que no han sido cubiertos apropiadamente por las herramientas administrativas del contrato.

Conforme a lo expuesto, el presente trabajo de título elabora una propuesta para equilibrar y/o modificar el pago de los gastos generales ante las situaciones expuestas, lo que se puede extender también al caso de la necesidad de obras adicionales.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Establecer un método para equilibrar la trayectoria de pago de los gastos generales en obras subterráneas según costo directo y según tiempo de ejecución de las distintas unidades de obra ante cambios de programa y/o de plazo debido a la variabilidad del suelo y ante la necesidad de obras adicionales.

A este método se le denominará Método de Equilibrio para el pago de los Gastos Generales, o simplemente, Método de Equilibrio y se expresa mediante el concepto y cálculo de los gastos generales ponderados por unidad de obra.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Definir el concepto y los procedimientos de cálculo de los gastos generales ponderados por unidad de obra
- Desarrollo de ejemplos con el uso del Método de Equilibrio

1.3. Guía de Lectura

En el Capítulo 2 se presenta un estudio de antecedentes que se enfoca en la dirección de proyectos y en los fundamentos del proceso de análisis jerárquico (AHP). El AHP constituye la base para la conceptualización de los gastos generales ponderados por unidad de obra que dan forma al Método de Equilibrio.

En el Capítulo 3 se presenta el desarrollo conceptual y matemático del Método de Equilibrio. Se comienza con la definición del concepto de gastos generales ponderados por unidad de obra y tras ello se continúa con la definición de los procedimientos de cálculo, que incluye la definición de la tasa de pago por avance que da forma finalmente a la trayectoria de pago de los gastos generales. Luego, se hacen los primeros comentarios del modelo y a continuación, se presenta el comportamiento del modelo frente a distintas condiciones de borde, lo que ayuda a su comprensión. Para finalizar este capítulo, se presenta cómo cambia la tasa de pago por avance cuando se produce un cambio de distribución de las unidades de obra que altera el plazo de ésta y cómo cambia también cuando el Mandante solicita una obra adicional.

En el Capítulo 4 se presentan ejemplos de aplicación del Método de Equilibrio, cuyos cálculos se detallan en el Anexo A, mientras que en el Capítulo 5 se presentan las conclusiones y las oportunidades que se derivan del método.

Finalmente, el Capítulo 6 se presenta la bibliografía utilizada. Las 5 primeras referencias son mencionadas explícitamente en el trabajo. Se agregan otras 6 referencias que fueron consultadas de manera general.

2. Estudio de Antecedentes

2.1. Dirección de Proyectos

2.1.1. ¿Qué es la Dirección de Proyectos?

El Project Management Institute [2] (en adelante PMI) define la dirección de proyectos como la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto para cumplir con los requisitos del mismo. Esto se logra mediante la aplicación e integración adecuada de los procesos básicos de la dirección de proyectos, tales como iniciación, planificación, ejecución, control y cierre. Finalmente son los profesionales quienes definen el enfoque específico a la hora de gestionar un proyecto, ya que mientras algunos se centran en el control y el seguimiento, otros se enfocan en los aspectos de liderazgo y gestión de personas.

Adicional a lo expuesto en esta definición, la dirección de un proyecto gestiona a los interesados y aborda las diferentes necesidades e inquietudes para de esta manera cumplir con los requisitos del proyecto y generar los entregables. Para esto, es necesario definir las restricciones del proyecto, que incluyen el alcance, tiempo, costo, riesgo y calidad.

Las restricciones del proyecto se relacionan entre sí, por lo que el cambio en una ellas, provoca el cambio inmediato en alguna otra. Por ejemplo, si el cronograma es acortado, a menudo el presupuesto necesita ser incrementado a fin de añadir recursos adicionales para completar la misma cantidad de trabajo en menos tiempo. De este punto se extrae el hecho de que una correcta determinación de la metodología constructiva tiene una implicancia directa en los costos de un proyecto de ingeniería civil.

El entendimiento de la dirección de proyectos es crítico para una organización que es gestionada por proyectos. En ningún caso el tiempo, costo o esfuerzo dedicado a la gestión del proyecto debe entenderse como una pérdida, por el contrario, es un elemento imprescindible para lograr la calidad del resultado final.

2.1.2. Grupos de Procesos Básicos

Como bien describe el PMI [2], los proyectos están compuestos por procesos. Un proceso corresponde a una serie de acciones y actividades relacionadas entre sí que se realizan para crear un resultado.

Los procesos en la dirección de proyectos se pueden dividir en cinco grupos:

- **Proceso de Iniciación**

Autorización del Proyecto.

- **Proceso de Planificación**

Definición de los objetivos y selección de la mejor alternativa que define el curso de acción requerido para lograr los objetivos y el alcance pretendido.

- **Proceso de Ejecución**

Aquellos procesos realizados para completar los trabajos definidos en el proceso de planificación con el fin de cumplir los objetivos.

- **Proceso de Control**

Se asegura de que los objetivos del proyecto se cumplan a través del monitoreo y la medición regular del progreso, de esta manera se identifican las variaciones que se deben ejecutar sobre el plan cuando sea necesario.

- **Proceso de Cierre**

Formaliza la aceptación del producto, servicio o resultado, y termina ordenadamente el proyecto o una fase del mismo.

Los grupos de procesos están relacionados entre sí a través de los resultados que producen, donde los resultados de unos corresponden a la entrada de otros.

2.1.3. Gestión de los Costos de un Proyecto

Para el PMI [2], la gestión de los costos de un proyecto incluye los procesos requeridos para gestionar los costos de modo de completar el proyecto dentro del presupuesto aprobado. Esto engloba los siguientes procesos:

- **Planificar la Gestión de los Costos**

En este proceso se define cómo se ha de estimar, presupuestar, gestionar, monitorear y controlar los costos del proyecto.

- **Estimar los Costos**

El proceso consiste en estimar los recursos monetarios necesarios para completar las actividades del proyecto. Este proceso se realiza más de una vez durante el transcurso de su desarrollo, ya que, en la medida que más información se proporcione por parte de las otras áreas del conocimiento, mayor será la precisión que se podrá establecer en la estimación.

- **Determinar el Presupuesto**

En este proceso se establece una línea base de costos autorizado. Para este proceso ya se debe contar con una serie de costos estimados de actividades individuales o paquetes de trabajo autorizados y que su suma representará la línea base. Esta línea base será el punto de comparación para evaluar el desempeño de los costos del proyecto. La línea base no incluye las reservas de gestión.

- **Controlar los Costos**

Este proceso consiste en monitorear la situación del proyecto para contabilizar los costos reales y gestionar cambios en la línea base de costo. El principal esfuerzo en este proceso consiste en analizar la relación uso de fondos del proyecto y el trabajo real efectuado.

Alguna de las actividades que incluye este proceso son: monitorear lo gastado con la línea base, realizar acciones para mantener los costos dentro los límites establecidos por la organización, monitorear el desempeño del trabajo con relación a los fondos o asegurarse que las solicitudes de cambio se lleven a cabo de manera oportuna.

El presente trabajo de título se relaciona principalmente con el proceso de Controlar los Costos.

2.1.4. Control de los Costos

En la adjudicación de un contrato, el Mandante le reconoce al Contratista dos tipos de costos: costos directos y gastos generales. Estos costos deben ser controlados por medio de la línea base y analizando la relación de lo gastado a la fecha y lo realizado. El objetivo de esta memoria es de proporcionar una herramienta para el control de los gastos generales y en concreto, cuantificar sus variaciones ante cualquier cambio de su línea base aprobada.

Para actualizar el presupuesto es requisito previo que se realice un control integrado de cambios donde, por medio de este proceso, se analizan los antecedentes para luego gestionar los cambios aprobados. Las herramientas reconocidas por el PMBOK corresponden a las siguientes:

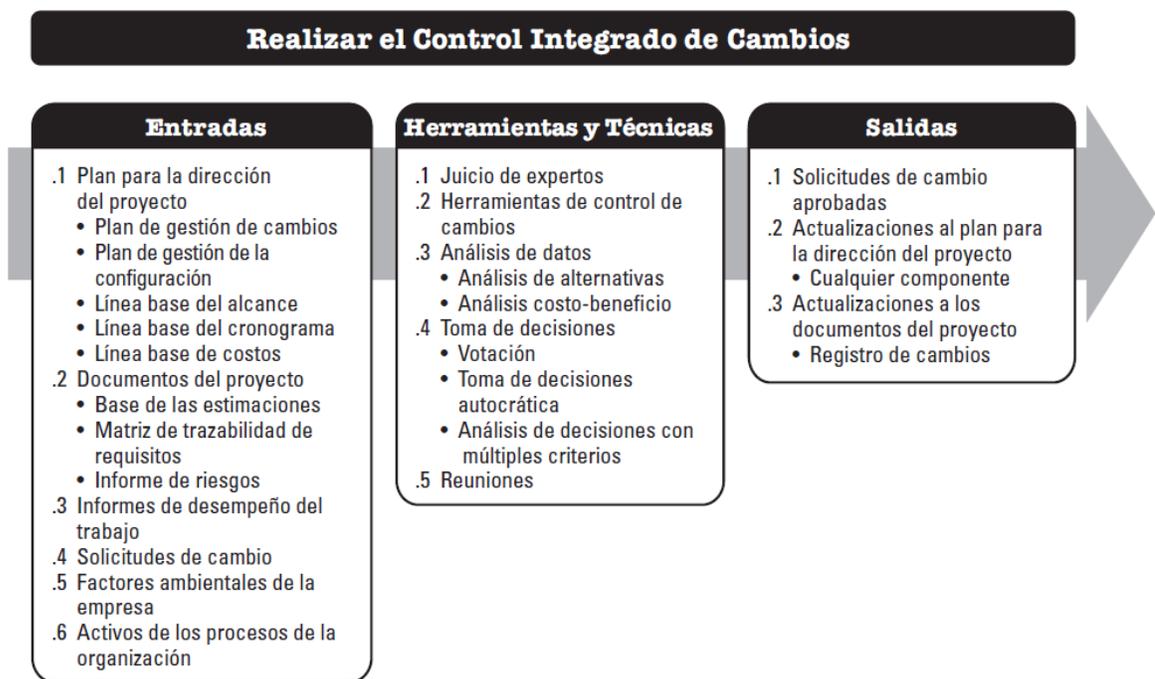


Figura 2.1: Diagrama de flujo del control integrado de cambios

Fuente: Project Management Institute. (PMI) (2017). [2]

En el presente trabajo, los cambios de la línea base original (la establecida en la licitación) se originan en cambios de programa y/o de plazo debido a la variabilidad del suelo y/o a obras adicionales. La entrada es una solicitud de cambio por parte del Contratista o del Mandante, mientras que la salida, la solicitud de cambio aprobada. El presente trabajo de título desarrolla una herramienta para establecer cómo varían los gastos generales ante los cambios referidos.

2.2. Variabilidad de los gastos generales

La variabilidad de los gastos generales como consecuencia de cambios de programa o de plazo es un concepto extendido. En la Legislación de Perú [3] se definen los gastos generales variables como *“aquellos que están directamente relacionados con el tiempo de ejecución de la obra y por lo tanto pueden incurrirse a lo largo del todo el plazo de ejecución de la prestación a cargo del Contratista”*.

No existe un estándar contractual para abordar la variabilidad de los gastos generales por programa o plazo. Conforme a los objetivos del trabajo de título, en adelante se procederá a desarrollar un método para el efecto, al que se le denomina Método de Equilibrio.

Como se señalara previamente, este método se basa en la definición del concepto de gastos generales ponderados por unidad de obra, donde la ponderación significa equilibrar el peso del costo directo y del tiempo de ejecución (o rendimiento) de dicha unidad de obra.

Para ponderar el costo directo y el tiempo de ejecución se utilizan conceptos que provienen del proceso de análisis jerárquico.

2.3. Proceso de Análisis Jerárquico

La determinación de gastos generales para cada unidad de obra importante se basa en la teoría matemática de la dominación, teoría aplicada en el proceso de análisis jerárquico (AHP) [4]. Su aplicación se fundamenta por la característica que poseen los gastos generales frente a sus variables costo directo y tiempo de ejecución, ambas directamente proporcionales con los gastos generales. Frente a esta característica, se pretende determinar la dominación de una unidad de obra frente a las demás de forma de establecer el porcentaje de gastos generales que se asocia a cada una de ellas.

2.3.1. Procesos del AHP

Los procesos que establece este análisis son los siguientes:

1. Desarrollo de la estructura jerárquica: Se estructuran y establecen los criterios y subcriterios.

Árbol de Jerarquías

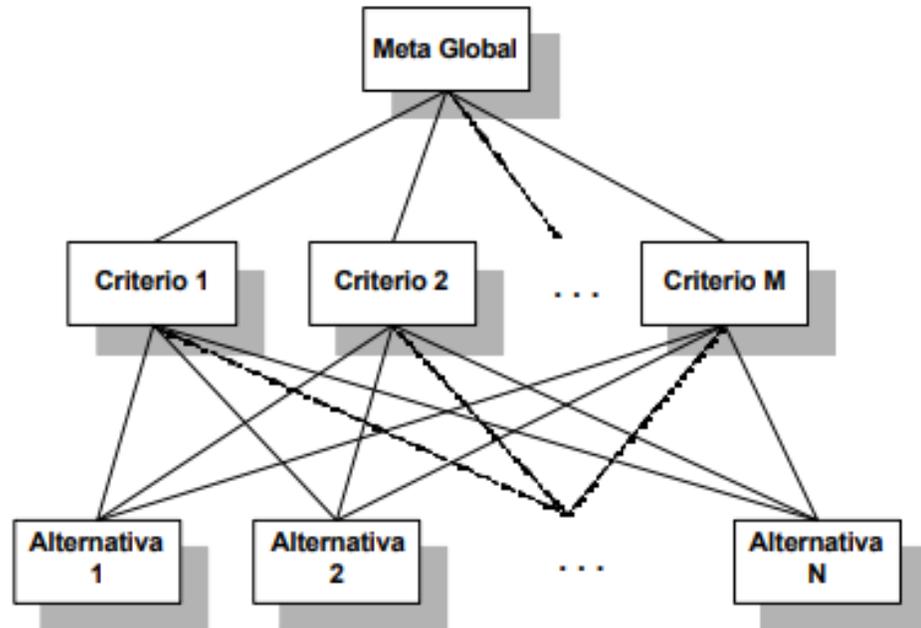


Figura 2.2: Estructura del Proceso de Análisis Jerárquico

Fuente: Toskano Hurtado, Gérard Bruno (2005). [5]

2. Representación de los juicios de valor: Se establece la escala de evaluación, la más utilizada corresponde a la escala de Saaty.
3. Construcción de las matrices de juicio de valor y matrices normalizadas: Se comparan los diferentes criterios por pares, de forma de establecer la dominancia entre cada una, esto se realiza para los criterios y subcriterios. Finalmente, se comparan las diferentes alternativas por pares frente a cada subcriterio y criterio. Todas las matrices son normalizadas por la suma de su columna para que estén bajo la misma norma y así sean comparables.
4. Cálculo de los vectores de prioridad y consistencia: Se calculan los vectores propios de cada matriz, desarrollados en el proceso anterior, de forma de establecer la dominancia de cada alternativa frente a cada criterio y subcriterio. Estas pasan a construir la matriz de decisión cuyas columnas son las alternativas y las filas los criterios.
5. Análisis de resultados: En este último paso se determina la dominancia de cada alternativa frente a los criterios para su análisis y toma de la decisión. Para esto existen dos principales métodos los cuales son el método de las potencias (Saaty) y el método de priorización (Aguaron y Moreno-Jiménez) [4].

3. Desarrollo del Método de Equilibrio

3.1. Definición conceptual del Método de Equilibrio

Si bien los gastos generales se calculan en función del tiempo que tomará desarrollar una obra, su forma de pago durante la ejecución de ésta no se realiza en función del tiempo transcurrido, sino que en función del avance físico traducido a avance económico según los costos directos asignados a las unidades de obra que se van ejecutando.

Conforme a lo expuesto, el total de gastos generales se puede expresar como:

$$GG_T = \sum_{i=1}^n GG_i \quad (3.1)$$

Donde

GG_T : Total de gastos generales de la obra

GG_i : Gastos generales de la unidad de obra i como prorrata de su costo directo

En contratos que se pagan a suma alzada, el desacople entre tiempo transcurrido y avance físico tiene impactos acotados. En el caso de la ejecución de obras subterráneas, pagadas típicamente a serie de precios unitarios debido la variabilidad del suelo y por tanto, a la variabilidad de las secciones de fortificación, se experimentan cambios de programa y de plazo respecto de la situación base licitada que impactan la trayectoria de pago de los gastos generales.

Una manera de equilibrar la trayectoria de pago de los gastos generales ante cambios de programa y/o de plazo es incorporar la variable tiempo en el pago de los gastos generales. Para este efecto se define el concepto de gastos generales ponderados por unidad de obra, donde la ponderación significa equilibrar el peso del costo directo y del tiempo de ejecución (o rendimiento de construcción) de dicha unidad de obra. La ponderación se realiza en base a los costos directos y a los tiempos de ejecución estimados por el Contratista durante la licitación de la obra, y no a los efectivamente sucedidos durante la construcción.

Para la determinación del peso del costo directo y del tiempo de ejecución de cada unidad de obra en los gastos generales ponderados de la misma, intervienen los costos y tiempos de todas las unidades, lo que tiene un símil con los procesos de análisis jerárquico, cuyos conceptos se utilizan en el presente trabajo. A partir de la definición de los gastos generales ponderados se desarrolla el concepto de Método de Equilibrio de pago de gastos generales, cuyos procedimientos permiten abordar también un mayor pago de gastos generales ante obras adicionales solicitadas por el Mandante.

Como se podrá apreciar en los ejemplos desarrollados en el Anexo A, la formulación de ponderación que se propone permite ir ajustando los valores de GG_i en cuanto se avizora el cambio de distribución de secciones o desde que se solicita la obra adicional.

Antes de continuar, considérese la siguiente redefinición:

GG_i : Gastos generales ponderados de la unidad de obra i

En la sección siguiente se desarrolla la formulación de GG_i .

3.2. Definición matemática del Método de Equilibrio

3.2.1. Definición del vector de proporciones

Costo directo y tiempo de ejecución de una unidad de obra i se pueden entender como un vector \vec{v}_i en un espacio vectorial en R^2 ($\alpha CD_i, \beta te_i$). El vector se inicia en el origen, pues a costo directo y tiempo de ejecución nulos, los gastos generales son nulos. Conforme a este comportamiento es que se plantea realizar una distribución de los gastos generales a partir de la dominancia que tiene cada unidad de obra i sobre cada unidad de obra j , bajo un total de gastos generales, costos directos por unidad de obra y tiempos de ejecución por unidad de obra ya conocidos al inicio de la obra.

Este mismo comportamiento se observa en el proceso de análisis jerárquico y por la misma razón, el mecanismo de distribución de los gastos generales se inspira en éste. La estructuración para la distribución de los gastos generales corresponde a considerar las unidades de obra como las alternativas y a las variables de los gastos generales, costo directo y tiempo de ejecución, como los criterios. No se implementan subcriterios.

Determinar la escala de evaluación y las matrices de juicio de valor son pasos no necesarios para las comparaciones entre alternativas y criterios. Como se señala en [5], el objetivo de su aplicación es determinar la dominancia de una alternativa frente a un criterio, los que como ya se indicara, tienen valores conocidos desde el inicio de la obra.

A continuación se definen los elementos necesarios para concluir con la definición del vector asociado a la unidad de obra i , \vec{v}_i . Se comienza por las definiciones más básicas, asociadas a las proporciones del costo directo y del tiempo de ejecución de cada unidad de obra, respecto del costo directo total y del plazo total de la obra. Así se tiene:

$$\lambda_{CD_i} = \frac{CD_i}{CD_T} \quad (3.2)$$

$$\lambda_{te_i} = \frac{te_i}{te_T} \quad (3.3)$$

Donde,

λ_{CD_i} : Proporción del costo directo de la unidad de obra i sobre el total

λ_{te_i} : Proporción del tiempo de ejecución de la unidad de obra i sobre el total

CD_i : Costo directo considerado para la unidad de obra i (durante la licitación)

te_i : Tiempo de ejecución considerado para la unidad de obra i (durante la licitación)

CD_T : Costo directo total de la obra (calculado en la licitación)

te_T : Plazo total de la obra (impuesto/calculado en la licitación)

Los axiomas que se deben cumplir corresponden a reciprocidad, homogeneidad, jerarquías y sistemas con dependencia y, expectativas. Todas estas se cumplen, debido a que existe una jerarquía consistente para cada criterio.

Nótese que el costo directo considerado para cada unidad de obra representa la estimación elaborada por el Contratista para la presentación de su oferta y no necesariamente el costo directo final, por tanto, debe entenderse como un costo directo asignado. Lo mismo sucede con el tiempo de ejecución para la realización de cada unidad de obra, es decir, corresponde a un tiempo asignado en la oferta, tiempo que no sólo es función de la experiencia previa del Contratista, sino que también, es función del plazo total del obra impuesto por el Mandante en la licitación.

Nótese también que:

$$CD_T = \sum_{i=1}^n CD_i \quad (3.4)$$

$$te_T = \sum_{i=1}^n te_i \quad (3.5)$$

Donde

n : Cantidad de unidades de obra

Además, cabe destacar que te_i se calcula a partir de la siguiente relación:

$$te_i = \frac{L_i}{rend_i} \quad (3.6)$$

Donde

L_i : Longitud total de la unidad de obra i (impuesta en la licitación)

$rend_i$: Rendimiento de construcción de la ud de obra i (impuesto/calculado en la licitac)

Por parte, la matriz de juicio de valor, donde se analiza la dominancia entre los diferentes criterios (costo directo vs tiempo de ejecución), debe ser desarrollada por medio del juicio experto, siguiendo los pasos señalados por el Proceso de Análisis Jerárquico [5]. La resultante de este análisis corresponde a la definición de factores de importancia que cumplen la siguiente relación:

$$FI_{CD} + FI_{te} = 1 \quad (3.7)$$

Donde

FI_{CD} : Factor de importancia para el costo directo

FI_{te} : Factor de importancia para el tiempo de ejecución

En el caso del presente trabajo, a ambos factores de importancia se les asigna un valor equivalente a 0.5. Existen formulaciones para asignarles valores distintos a los factores de importancia, como funciones entrelazadas con otras variables, pero para los objetivos del trabajo, basta con los valores indicados.

A partir de estos factores, se definen las proporciones ajustadas como:

$$\lambda'_{CD_i} = FI_{CD} \lambda_{CD_i} \quad (3.8)$$

$$\lambda'_{te_i} = FI_{te} \lambda_{te_i} \quad (3.9)$$

Donde

λ'_{CD_i} : Proporción del costo directo ajustado de la unidad de obra i sobre el total

λ'_{te_i} : Proporción del tiempo de ejecución ajustado de la unidad de obra i sobre el total

Finalmente, el vector asociado a la unidad de obra i se define como:

$$\vec{v}_i = (\lambda'_{CD_i}, \lambda'_{te_i}) \quad (3.10)$$

Donde

\vec{v}_i : Vector de proporciones de costo directo y de tiempo de ejecución de la unidad de obra i (en adelante simplemente vector de proporciones de la unidad de obra i)

La representación gráfica del vector de proporciones de una unidad de obra cualquiera es la siguiente:

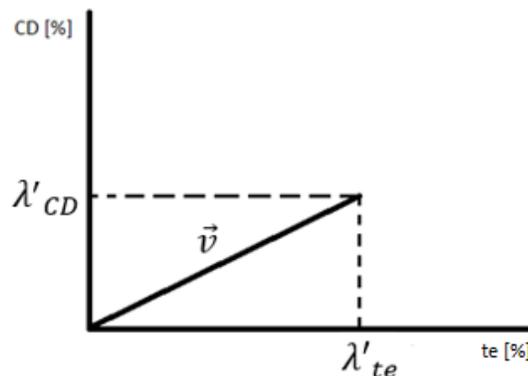


Figura 3.1: Vector de proporciones de una unidad de obra

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.2. Definición de los gastos generales ponderados

Por medio de los vectores de proporciones de todas las unidades de obra se determina la matriz de decisión, cuyas filas corresponden a cada unidad de obra y las columnas, a las variables de los gastos generales (costo directo y tiempo de ejecución).

A partir de esta matriz, de $2 \times n$, con n igual a la cantidad de unidades de obra, se define el porcentaje de gastos generales de cada unidad de obra según:

$$||\vec{v}_i|| = \sqrt{\lambda'_{CD_i}{}^2 + \lambda'_{te_i}{}^2} \quad (3.11)$$

$$\lambda_i = \frac{||\vec{v}_i||}{\sum_{j=1}^n ||\vec{v}_j||} \quad (3.12)$$

Donde

λ_i : Proporción de gastos generales ponderados de la unidad de obra i sobre el total

$||\vec{v}_i||$: Norma del vector de proporciones a la unidad de obra i

Finalmente:

$$GG_i = GG_T * \lambda_i \quad (3.13)$$

Donde

GG_i : Gastos generales ponderados de la unidad de obra i

GG_T : Total de gastos generales de la obra

La trayectoria de pago de los gastos generales de la obra se presenta en la sección 3.2.4., previa definición de la tasa de pago por avance en la sección 3.2.3.

3.2.3. Tasa de pago por avance

La tasa de pago por avance, indexada al metro lineal de avance, se define como:

$$tpa_i^{ml} = \frac{GG_i}{L_i} \quad (3.14)$$

Donde,

tpa_i^{ml} : Tasa de pago por avance de la unidad de obra i (indexada a un metro lineal)

L_i : Longitud total de la unidad de obra i (impuesta en la licitación)

3.2.4. Trayectoria de pago de los gastos generales

Con independencia de si el Contratista logra cumplir los tiempos de ejecución (o los rendimientos de construcción) considerados en su oferta para sus unidades de obra, el pago de los gastos generales en el instante t queda definido por:

$$GG(t) = \sum_{i=1}^n tpa_i^{ml} [l_i(t) - l_i(t^*)] \quad (3.15)$$

Donde,

$GG(t)$: Pago de gastos generales en el instante t

$l_i(t)$: Avance de la unidad de obra i en el instante t

t^* : Instante del último cobro de gastos generales

3.2.5. Comentarios

Cabe destacar que si se considera la definición típica de GG_i en la ecuación 3.14 y por extensión, en la 3.15, es decir, gastos generales de la unidad de obra i sólo como prorrata de su costo directo, la tasa de pago por avance y el pago de los gastos generales reflejan la forma estándar en que se procede actualmente, donde los tiempos de ejecución (o los rendimientos de construcción asignados) no influyen en el pago de los gastos generales.

Siguiendo con la definición típica de GG_i , unidades de obra con igual costo directo pero con distinto rendimiento, tendrán igual pago de gastos generales por avance. De este modo, si la obra comienza con las unidades de obra de mejor rendimiento de construcción, los gastos generales se pagarán en una proporción superior a la razón entre el tiempo transcurrido y el plazo total de la obra. Si la obra comienza por las unidades de obra de menor rendimiento sucederá lo contrario, no obstante que ambos casos el valor total de gastos generales de la obra es el mismo. En el primer caso sin embargo, el Mandante ve perjudicado su flujo financiero, mientras que el segundo, lo ve perjudicado el Contratista. Casos similares a los anteriores pueden establecerse cuando se tienen unidades de obra de distinto costo directo pero de igual rendimiento, donde también sucederá que en un caso se ve perjudicada o favorecida una parte y en el otro caso lo contrario.

El Método de Equilibrio tiene como objetivo entonces, equalizar lo expuesto en los dos párrafos anteriores, para que ninguna parte sufra un desbalance financiero. Y como se señalara anteriormente, el Método de Equilibrio no sólo permite afrontar situaciones relativas a cambios de programa de la obra ante un mismo plazo total, sino que también, permite afrontar situaciones en las que se produce un cambio de distribución de las unidades de obra que altera el plazo y en las que se produce un cambio debido a la solicitud de obras adicionales por parte del Mandante. En la sección 3.4 se presenta la formulación necesaria para abordar estas situaciones. De modo previo, en la sección siguiente, se presenta el comportamiento del Método de Equilibrio frente a la variación de los distintos parámetros del modelo.

3.3. Comportamiento del Método de Equilibrio

En esta sección se estudia el comportamiento del Método de Equilibrio por medio del estudio de las condiciones de borde del modelo, para entender e interpretar las variaciones de sus 4 variables sobre la proporción de los gastos generales ponderados de cada unidad de obra (λ). Estas variables son:

1. Costo directo (λ_{CD}),
2. Tiempo de ejecución (λ_{te})
3. Factor de importancia para el costo directo (FI_{CD})
4. Factor de importancia para el tiempo de ejecución (FI_{te})

3.3.1. Si costo directo y tiempo de ejecución son fijos

Si λ_{CD} y λ_{te} son fijos, λ dependerá sólo de los factores de importancia. De este modo, si $FI_{CD} = 1$, y por tanto $FI_{te} = 0$, se tendrá que $\lambda = \lambda_{CD}$, es decir, que la proporción de los gastos generales de cada unidad de obra dependerá exclusivamente del costo directo de la misma unidad, lo que representa la forma estándar de ponderar los gastos generales.

Para ejemplificar lo expuesto, considérese el siguiente ejemplo:

- GG_T : UF 100.000 (Total de gastos generales de la obra)
- CD_T : UF 360.000 (Costo directo total de la obra calculado en la licitación)
- te_T : 18 meses (Plazo total de la obra impuesto/calculado en la licitación)

Tabla 3.1: Datos ejemplo

Unidad de Obra	te [mes]	CD [UF]
1	9	144000
2	2	54000
3	4	72000
4	3	90000
Suma	18	360000

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.2: Distribución gastos generales con $FI_{CD} = 1$

Unidad de Obra	λ_{CD} [%]	λ_{te} [%]	FI_{CD} [%]	FI_{te} [%]	$\ v\ $ [%]	λ [%]	GG_i [UF]
1	0.40	0.50	1.00	0.00	0.40	0.40	40000.00
2	0.15	0.11	1.00	0.00	0.15	0.15	15000.00
3	0.20	0.22	1.00	0.00	0.20	0.20	20000.00
4	0.25	0.17	1.00	0.00	0.25	0.25	25000.00
				suma	1.00	1.00	100000.00

Fuente: Elaboración Propia.

Y como ya se indicara, lo expuesto en la tabla 3.2 se puede calcular directamente según lo indicado en la tabla 3.3.

Tabla 3.3: Distribución gastos generales por costo directo

Unidad de Obra	CD [UF]	GG _T /CD _T * CD [UF]	GG _i [UF]
1	144000.00	0.28 * 144000.00	40000.00
2	54000.00	0.28 * 54000.00	15000.00
3	72000.00	0.28 * 72000.00	20000.00
4	90000.00	0.28 * 90000.00	25000.00
GG _T /CD _T [UF/UF]	0.28	0.28 * 360000.00	100000.00

Fuente: Elaboración Propia.

Por otra parte, si $FI_{te} = 1$, y por tanto $FI_{CD} = 0$, se tendrá que $\lambda = \lambda_{te}$, es decir, que la proporción de los gastos generales de cada unidad de obra dependerá exclusivamente del tiempo de ejecución de la misma unidad, lo que se expresa en las tablas 3.4 y 3.5.

Tabla 3.4: Distribución gastos generales con $FI_{te} = 1$

Unidad de Obra	λ_{CD} [%]	λ_{te} [%]	FICD [%]	Fite [%]	$\ v\ $ [%]	λ [%]	GG _i [UF]
1	0.40	0.50	0.00	1.00	0.50	0.50	50000.00
2	0.15	0.11	0.00	1.00	0.11	0.11	11111.11
3	0.20	0.22	0.00	1.00	0.22	0.22	22222.22
4	0.25	0.17	0.00	1.00	0.17	0.17	16666.67
				suma	1.00	1.00	100000.00

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.5: Distribución gastos generales por tiempo de ejecución

Unidad de Obra	te [mes]	GG _T /te _T * te [UF]	GG _i [UF]
1	9.00	5555.55 * 9	50000.00
2	2.00	5555.55 * 2	11111.11
3	4.00	5555.55 * 4	22222.22
4	3.00	5555.55 * 3	16666.67
GG _T /te _T [UF/mes]	5555.56	5555.55 * 18	100000.00

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 3.2 se grafica la unidad de obra 1 en el espacio $(\lambda'_{te}, \lambda'_{CD})$. En ella se observa cómo varía la proporción de los gastos generales de esta unidad (medida en porcentaje) donde, en la medida que $FI_{CD} = 0 \rightarrow 1$, y por consecuencia $FI_{te} = 1 \rightarrow 0$, los gastos generales de esta unidad pasan del 50% a un 40% o bien, con los datos de este ejemplo, de UF 50.000 a UF 40.000.

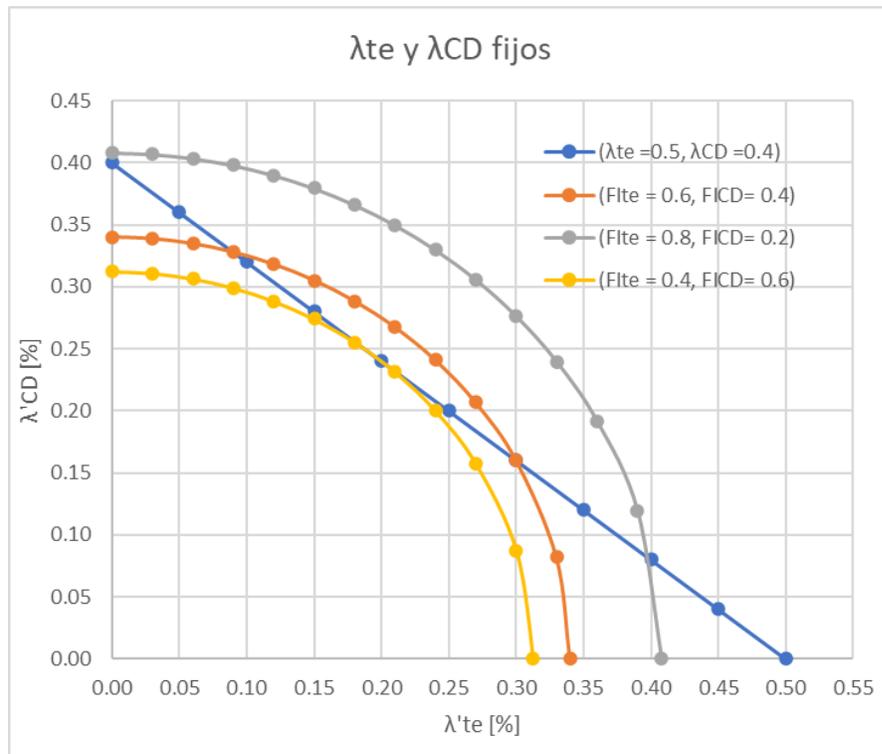


Figura 3.2: Variación de gastos generales a costo directo y tiempo de ejecución fijos
Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 3.2 se pueden observar también las curvas de nivel que conforman las distintas combinaciones de FI_{CD} y FI_{te} sujetas a $FI_{CD} + FI_{te} = 1$. El análisis gráfico permite advertir que existen dos combinaciones de factores de importancia que pueden proporcionar un mismo valor de gasto general. Esta equivalencia ocurre cuando el vector de una unidad de obra descrito en $(\lambda'_{te}, \lambda'_{CD})$ se iguala con el vector de otra unidad de obra. Esto indica que el gasto general de una unidad de obra de bajo costo directo, pero que requiere de un tiempo de ejecución elevado, puede llegar a ser pagado de igual forma que el de unidad de obra que requiere de un menor tiempo de ejecución pero que posee un alto costo directo.

3.3.2. Si tiempo de ejecución y factores de importancia son fijos

En la figura 3.3 se presenta un ejemplo para el caso $\lambda_{te} = 0.5$, $FI_{CD} = 0.3$ y $FI_{te} = 0.7$. El análisis gráfico permite advertir que conforme aumenta λ_{CD} de cualquier unidad de obra, aumenta también la proporción de los gastos generales de dicha unidad.

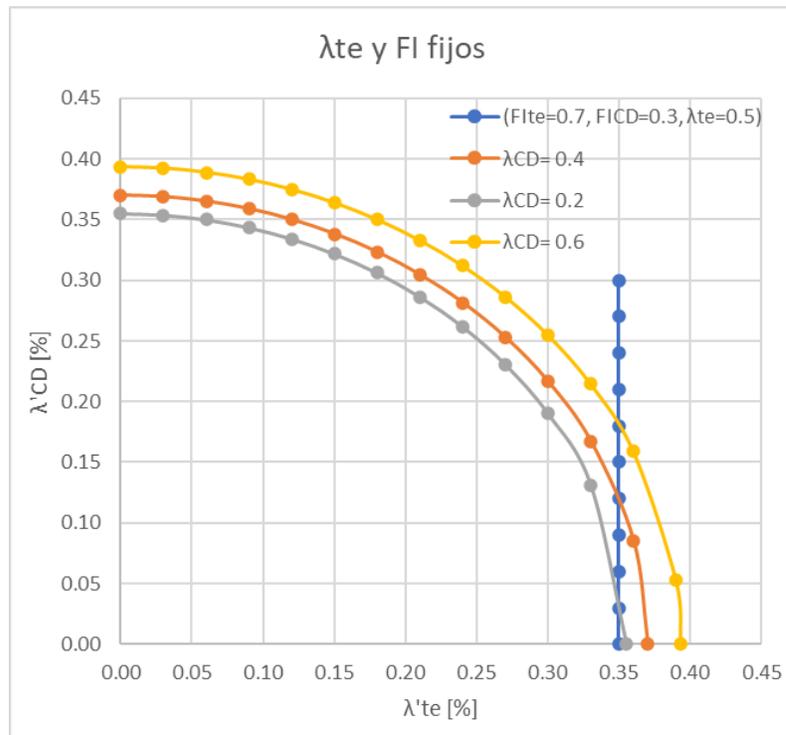


Figura 3.3: Variación de gastos generales a tiempo de ejecución y factores de importancia fijos
Fuente: Elaboración Propia.

3.3.3. Si costo directo y factores de importancia son fijos

En la figura 3.4 se presenta un ejemplo para el caso $\lambda_{CD} = 0.4$, $FI_{CD} = 0.3$ y $FI_{te} = 0.7$. El análisis gráfico permite advertir que conforme aumenta λ_{te} de cualquier unidad de obra, aumenta también la proporción de los gastos generales de dicha unidad. Es una situación inversa a la anterior.

Al comparar las Figuras 3.3 y 3.4 se observa que las curvas de λ_{CD} y λ_{te} , no obstante tener los mismos valores, no presentan distancias equivalentes en cada gráfico. Esto se debe a dos razones; la primera se explica por la diferencia de magnitud entre el tiempo de ejecución ($\lambda_{te} = 0.5$) y el costo directo ($\lambda_{CD} = 0.4$); la segunda, y de mayor peso, se explica por la diferencia entre los factores de importancia utilizados en los ejemplos, donde se le asigna mayor importancia al tiempo de ejecución respecto del costo directo, lo que provoca que las variaciones del tiempo de ejecución sobre los gastos generales tengan un impacto mayor que las variaciones del costo directo.

En la figura 3.5 se presentan gráficos similares a los de las Figuras 3.3 y 3.4, pero con $FI_{CD} = 0.5$ y $FI_{te} = 0.5$ en ambos casos y con $\lambda_{te} = 0.6$ y $\lambda_{CD} = 0.6$ según corresponda. Esta vez sí se puede observar simetría en ambos gráficos.

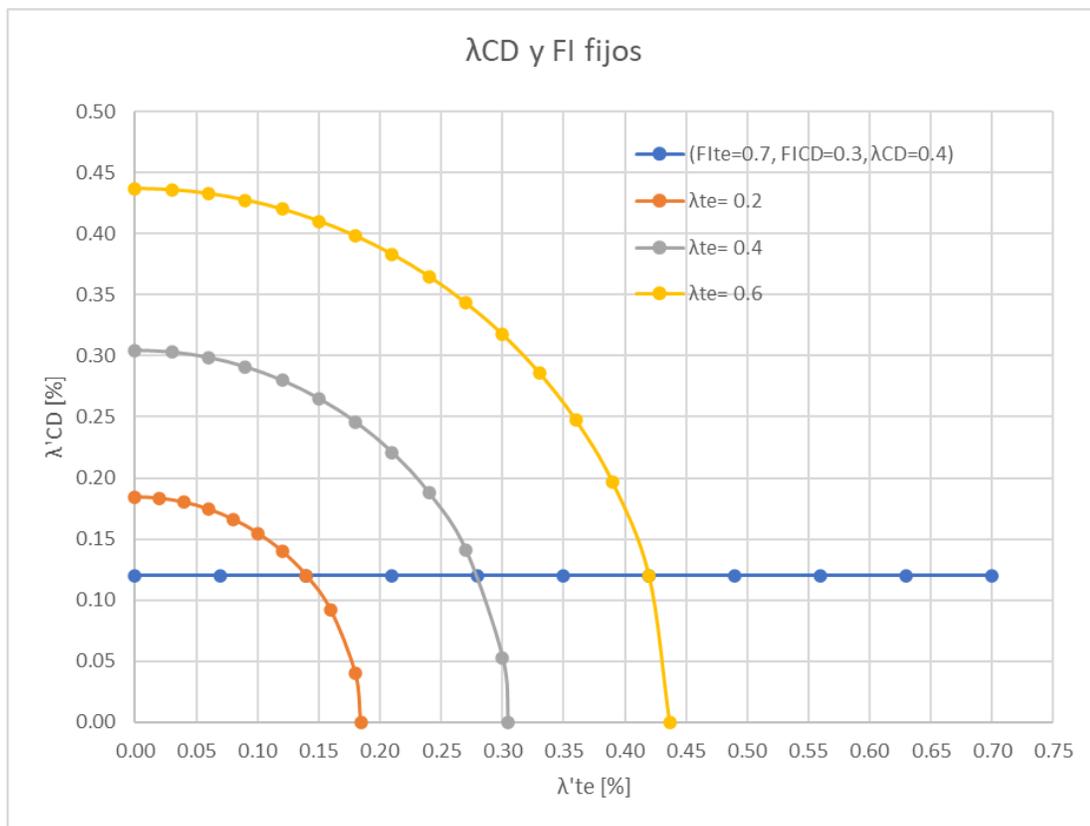


Figura 3.4: Variación de gastos generales a costo directo y factores de importancia fijos
Fuente: Elaboración Propia.

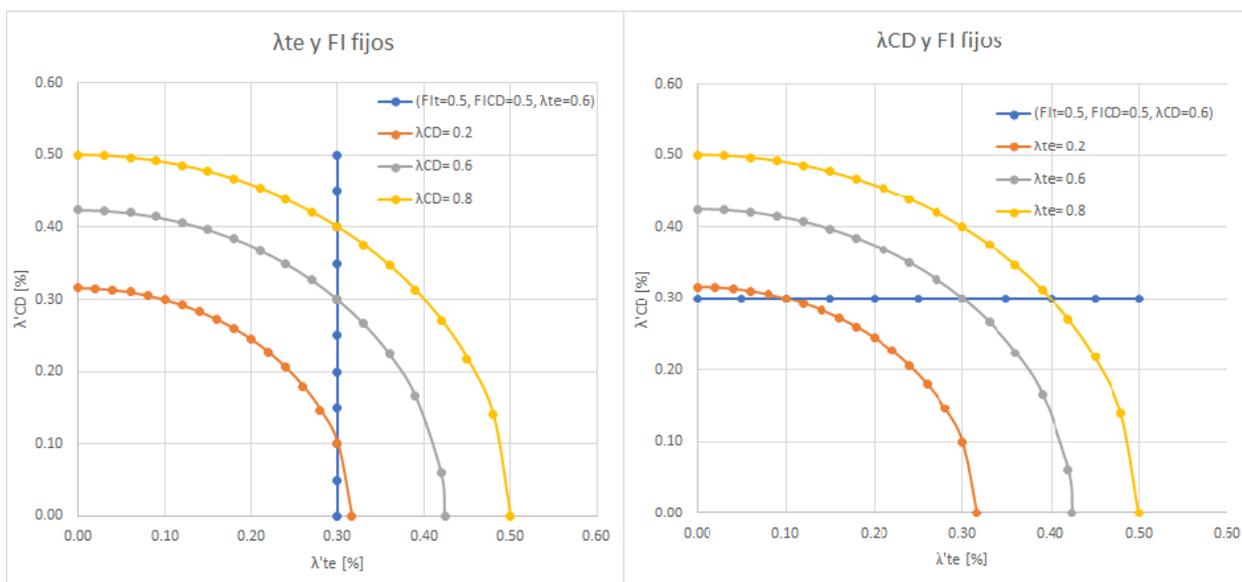


Figura 3.5: Variación de gastos generales con factores de importancia equivalentes y fijos
Fuente: Elaboración Propia.

3.4. Ajuste de la tasa de pago por avance ante situaciones de cambio

En reiteradas oportunidades del presente trabajo ya se ha adelantado que el Método de Equilibrio no sólo permite afrontar situaciones relativas a cambios de programa de la obra ante un mismo plazo total, sino que también, permite afrontar situaciones en las que se produce un cambio de distribución de las unidades de obra que altera el plazo y en las que se produce un cambio debido a la solicitud de obras adicionales por parte del Mandante.

3.4.1. Ajuste por cambio de distribución de secciones

Un cambio de distribución de las unidades de obra respecto de la situación de licitación (situación base), como lo puede ser por ejemplo, un cambio de la distribución de las secciones de fortificación de un túnel debido a la variabilidad del suelo puede tener como consecuencia respecto del plazo total de la obra, tres casos. El primero de ellos es que se mantenga el plazo, mientras que el segundo y tercero, que el plazo se reduzca o aumente, respectivamente.

Cabe destacar que el tercer caso, al significar un aumento del plazo total de la obra, siempre significa un aumento del total de gastos generales. No sucede lo equivalente en el segundo caso, donde la reducción del plazo total de la obra no siempre supone una reducción del total de los gastos generales, puesto que, en un amplio rango, tal reducción desincentivaría al Contratista a terminar la obra lo antes posible, lo que no sería deseable para el Mandante.

Retomando el tercer caso, cabe destacar también, que no siempre los contratos de construcción de obras subterráneas que se pagan a precios unitarios establecen a priori un mecanismo que reconozca un mayor plazo de la obra y por tanto, un mayor pago de los gastos generales, no obstante que si se reconoce y se paga el mayor costo directo que pueden tener escenarios adversos mediante la lógica misma de la serie de precios unitarios.

Un ejemplo del primer caso se presenta en la sección 4.2 de capítulo siguiente, consignado como Situación 1, mientras que en la sección 4.3, consignada como Situación 2, se presenta un ejemplo del segundo y tercer caso. De modo previo, en la sección 4.1 se presenta la Situación de Licitación. Los cálculos de todas las situaciones se presentan en el Anexo A.

En la sección 3.4.3 se presenta la formulación general para los ajustes de la tasa de pago por avance ante situaciones de cambio.

3.4.2. Ajuste por cambio debido a obra adicional

Una solicitud de obra adicional siempre supone un aumento de plazo y por tanto un aumento del total de los gastos generales. En el caso de una obra adicional, los contratos de construcción de cualquier naturaleza y con cualquier forma de pago contemplan mecanismos para reconocer el mayor costo directo, lo mismo que el mayor plazo y el mayor monto de gastos generales. Los procedimientos desarrollados en el presente trabajo sirven también para abordar los cambios debido a una obra adicional.

Un ejemplo de este caso se presenta en la sección 4.4, mientras que los cálculos, en el Anexo A.

3.4.3. Formulación general para ajustes de la tasa pago por avance

Conforme a lo expuesto, en todos los casos se modifica la tasa de pago por avance de cada unidad de obra, lo mismo que las tasas de pago por avance del resto de las unidades de obra, sea porque la primera unidad cambió modificando al resto (en términos físicos) o sea porque los mismos procedimientos matemáticos conllevan ello, lo que se observa al revisar las formulaciones de los términos que concurren a la definición de la tasa de pago por avance.

A continuación se presenta cómo cambia la formulación ya desarrollada cuando es necesario ajustar la tasa de pago por avance:

$$\lambda_{CD_{ci}} = \frac{CD_i - CD_{Ri}}{CD_T - CD_{RT}} \quad (3.16)$$

$$\lambda_{te_{ci}} = \frac{te_i - te_{Ri}}{te_T - te_{RT}} \quad (3.17)$$

$$\Delta GG = \sum_{i=1}^n tpa_i^{ml} \text{rend}_i \Delta te_i \quad (3.18)$$

$$GG_{ci} = (GG_T - GG_P + \Delta GG) * \lambda_{ci} \quad (3.19)$$

$$tpa_{ci}^{ml} = \frac{GG_{ci}}{L_i - L_{Ri}} \quad (3.20)$$

$$GG(t) = \sum_{i=1}^n tpa_{ci}^{ml} [l_i(t) - l_i(t^*)] \quad (3.21)$$

Donde

$\lambda_{CD_{ci}}$: Proporción del costo directo de la unidad de obra i sobre el total luego del cambio

CD_i : Costo directo considerado para la unidad de obra i (recalculado luego del cambio)

CD_{Ri} : Costo directo de la unidad de obra i ya realizado previo a cambio (1)

CD_T : Costo directo total de la obra (recalculado luego del cambio)

CD_{RT} : Costo directo de la obra ya realizado previo a cambio (1)

$\lambda_{te_{ci}}$: Prop. del tiempo de ejec. de la unidad de obra i sobre el total luego del cambio

te_i : Tiempo de ejecución considerado para la unidad de obra i (rec luego del cambio)

te_{Ri} : Tiempo de ejecución de la unidad de obra i ya realizado previo a cambio (1)

te_T : Plazo total de la obra (recalculado luego del cambio)

te_{RT} : Plazo de la obra ya realizado previo a cambio (1)

ΔGG : Incremento total de gastos generales previsto por el cambio

tpa_i^{ml} : Tasa de pago por avance de la unidad de obra i por licitación (index a ml)

$rend_i$: Rendimiento de construcción de la ud de obra i (impuesto/calculado en la licitac)

Δte_i : Incremento de tiempo de ejecución de la unidad de obra i producto del cambio (3)

n : Cantidad de unidades de obra

GG_{ci} : Gastos generales ponderados de la unidad de obra i luego del cambio

GG_T : Total de gastos generales de la obra (calculado en la licitación)

GG_P : Total de gastos generales de la obra ya pagados previo a cambio (2)

λ_{ci} : Proporción de gastos generales ponderados de la unidad de obra i sobre el total, calculado en base a $\lambda_{CD_{ci}}$ y $\lambda_{te_{ci}}$

tpa_{ci}^{ml} : Tasa de pago por avance de la unidad de obra i luego del cambio (index a ml)

L_i : Longitud total de la unidad de obra i (recalculada luego del cambio)

L_{Ri} : Longitud total de la unidad de obra i ya realizada previo a cambio (1)

$GG(t)$: Pago de gastos generales en el instante t

$l_i(t)$: Avance de la unidad de obra i en el instante t

t^* : Instante del último cobro de gastos generales

(1): Costos directos y tiempos de ejecución según programa de la licitación

(2): Gastos generales considerados según avance de programa de la licitación

(3): Incremento de tiempo según rendimiento de construcción de la licitación

4. Aplicación del Método de Equilibrio

4.1. Situación de Licitación

La Situación de Licitación se entiende como la situación base, es decir, como la situación en virtud de la cual se adjudica la obra, situación que se mantiene durante el desarrollo de ésta en ausencia de un cambio de programa y/o de distribución de secciones de fortificación. Así entendido, la aplicación del Método de Equilibrio a una Situación de Licitación corresponde al desarrollo de un ejemplo donde se calculan todas las variables definidas en la sección 3.2, cuyo objetivo es pagar los gastos generales de una obra considerando no solo el peso del costo directo de las distintas unidades de obra, sino que también, el tiempo de ejecución (o el rendimiento de construcción) de cada una de ellas.

Para ejemplificar esta situación, se hace uso de un ejemplo, caracterizado por los siguientes datos:

- L : 1 Km (Longitud total de la obra)
- GG_T : UF 100.000 (Total de gastos generales de la obra)
- te_T : 18 meses (Plazo total de la obra impuesto/calculado en la licitación)

Tabla 4.1: Datos ejemplo Situación de Licitación para aplicación del Método de Equilibrio

Sección de fortificación	A	B
Distribución licitación [%]	50	50
CD_i [UF/ml]	300	450
$rend_i$ [ml/mes]	56	56

Fuente: Elaboración Propia.

En las tablas A.1 a A.5 del Anexo A se presenta el desarrollo de los cálculos formulados por las ecuaciones de la sección 3.2 (considerando $FI_{CD} = FI_{te} = 0.5$).

Para reforzar la comprensión del Método de Equilibrio se desarrolla un segundo ejemplo considerando una modificación de los rendimientos de construcción, que dan origen a una Situación de Licitación' según la tabla 2.

Tabla 4.2: Datos ejemplo Situación de Licitación' para aplicación del Método de Equilibrio

Sección de fortificación	A	B
Distribución licitación [%]	50	50
CD_i [UF/ml]	300	450
$rend_i$ [ml/mes]	63	50

Fuente: Elaboración Propia.

En las tablas A.6 a A.10 del Anexo A se presenta el desarrollo de los cálculos formulados también por las ecuaciones de la sección 3.2. Debido al cambio de rendimientos de construcción, las tasas de pago por avance también cambian, de tal suerte, que aquella sección que ahora considera un mejor rendimiento de construcción, disminuye su tasa de pago por avance y viceversa, lo que es consistente con la lógica del método, de equilibrar el pago de los gastos generales según el tiempo de ejecución.

Para ahondar en la comprensión del Método de Equilibrio, a continuación, se presentan tres situaciones de estudio donde se calculan las variables definidas en la sección 3.4, considerando $FI_{CD} = FI_{te} = 0.5$. Estas situaciones son:

1. Cambio de distribución de secciones de fortificación sin afectación del plazo
2. Cambio de distribución de secciones de fortificación con afectación del plazo
3. Obra adicional

Cabe destacar que el desarrollo de las situaciones asume que en el monto del cambio, la obra se encuentra en ejecutada según el programa y el plazo original, es decir, según la situación de licitación.

La primera situación de estudio tiene como caso base la Situación de Licitación, ya que para que haya un cambio de distribución de secciones de fortificación sin afectación de plazo se requiere que ambas secciones tengan el mismo rendimiento de construcción. La segunda situación por su parte, tiene como caso base la Situación de Licitación', donde las secciones de fortificación tienen rendimientos de construcción distintos. La tercera situación, podría tener como caso base la Situación de Licitación o la Situación de Licitación'. Se considera esta última para su desarrollo en el presente trabajo.

4.2. Situación 1: Cambio de distribución sin afectación del plazo

La primera situación de estudio corresponde a cuando se produce un cambio de distribución de las secciones de fortificación durante la ejecución de la obra, pero sin alteración de plazo. Esta situación se presenta cuando se sobrestima la distribución de una sección sobre la otra, generando un cambio en los costos directos previstos al inicio de la obra.

En cuanto a los gastos generales, un cambio es posible en la medida de que el plazo del contrato se vea modificado, por lo tanto, esta situación, no implica un cambio en el monto de los gastos generales de la obra. Sólo implica un cambio en la trayectoria de pago de éstos. Para esta situación de estudio se desarrollan 2 casos respecto de la situación base o Situación de Licitación:

- a. Caso A: Al finalizar el mes 3, se tiene conocimiento de que la sección A aumentará a 700 ml y la sección B se reducirá a 300 ml.
- b. Caso B: Al finalizar el mes 3, se tiene conocimiento de que la sección B aumentará a 700 ml y la sección A se reducirá a 300 ml.

En el Anexo A se desarrollan ambos casos, en las tablas A.11 a A.20. En las figuras 4.1 y 4.2 se presenta el resultado de estos desarrollos mediante la gráfica de los gastos generales acumulados, que dan cuenta de trayectorias de pago distintas pero que concluyen con un mismo monto total de gastos generales.

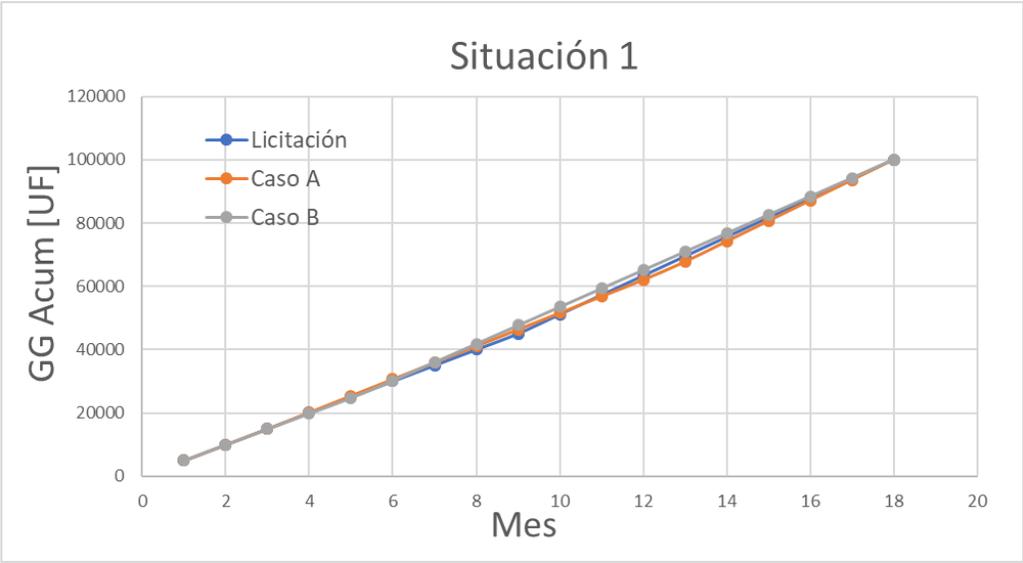


Figura 4.1: Gastos generales acumulados Situación 1
Fuente: Elaboración Propia.

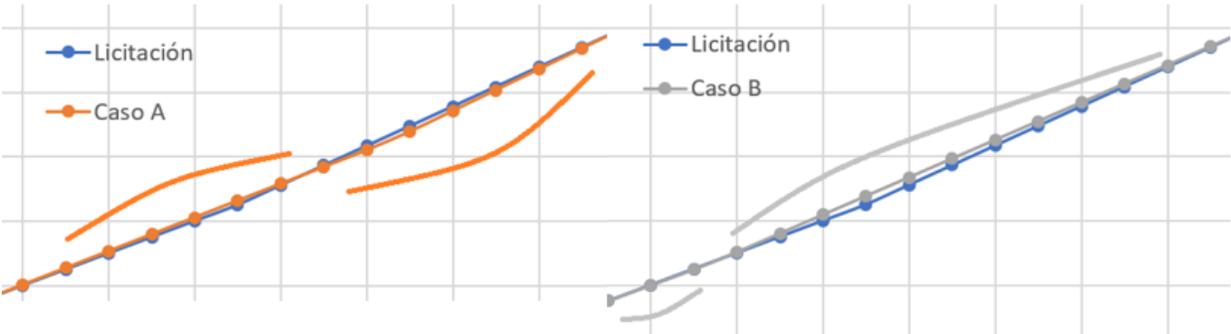


Figura 4.2: Gastos generales acumulados Situación 1 (Detalle)
Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 4.3, donde se grafica el pago de los gastos generales de mes en mes, se observa un resultado que dice relación con los costos directos y con las longitudes de las secciones luego de los cambios. En el caso A, la tasa de pago por avance aumenta para ambas secciones, mientras que en el caso B, sucede lo contrario. En la tabla 4.2 se presenta un resumen de las tasas de pago por avance de la Situación 1.

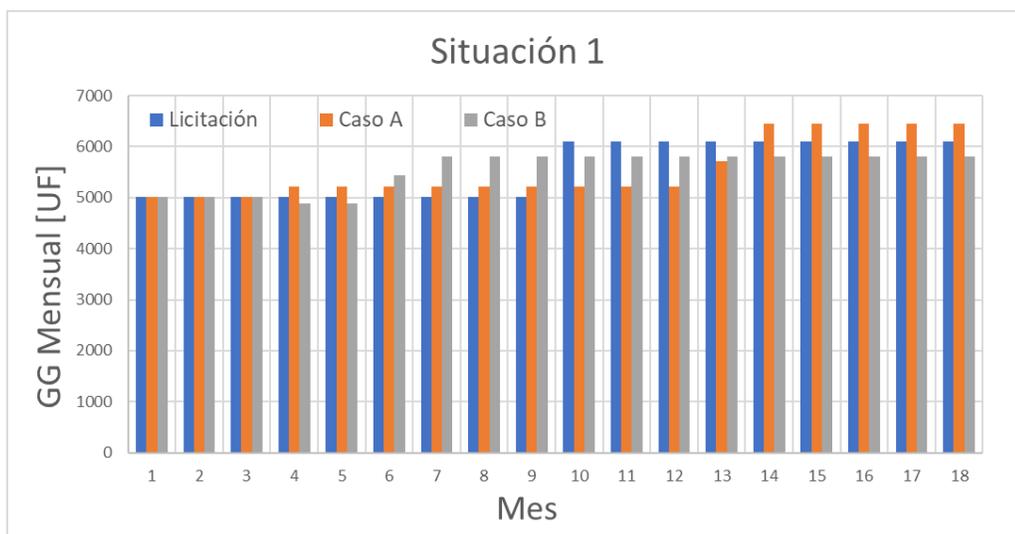


Figura 4.3: Gastos generales mensuales Situación 1

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4.3: Resumen tasa de pago por avance Situación 1

	Sección	λ_{CD} %	λ_{te} %	λ %	Tasa de pago [UF/ml]
Licitación	A	0.40	0.50	0.45	90.10
	B	0.60	0.50	0.55	109.90
Caso A	A	0.54	0.64	0.59	94.06
	B	0.46	0.36	0.41	116.06
Caso B	A	0.11	0.16	0.14	87.99
	B	0.89	0.84	0.86	104.64

Fuente: Elaboración Propia.

4.3. Situación 2: Cambio de distribución con afectación del plazo

Como segunda situación de estudio, es interesante analizar en principio la misma situación anterior, es decir, de cambio de distribución de las secciones de fortificación, pero esta vez con alteración de plazo, lo que es más realista.

Los casos a desarrollar son:

- Caso A: Al finalizar el mes 3, se tiene conocimiento de que la sección A aumentará a 700 ml y la sección B se reducirá a 300 ml.
- Caso B: Al finalizar el mes 3, se tiene conocimiento de que la sección B aumentará a 700 ml y la sección A se reducirá a 300 ml.

Debido a los rendimientos de construcción de las secciones de fortificación (ver tabla 4.2), el Caso A supone una reducción del plazo total de la obra (ver tabla A.21 del Anexo A). Como se indicó en la sección 3.4.1 la reducción del plazo total de la obra no siempre supone una reducción del total de los gastos generales, puesto que, en un amplio rango, tal reducción desincentivaría al Contratista a terminar la obra lo antes posible, lo que no sería deseable para el Mandante.

En el caso A si, aunque el total de gastos generales no cambie, si cambiará la tasa de pago por avance, lo que le permitirá al Contratista cobrar los gastos generales totales en un menor plazo, como se aprecia en la figura 4.4 y con mayor detalle, en la tablas A.22 a A.26 del Anexo A.

En la contraparte, el caso B significa un aumento del plazo total de la obra (ver tabla A.27 del Anexo A). Cómo ya se ha mencionado, no existe un estándar para reconocer el mayor monto de gastos generales que representa este caso. El Método de Equilibrio, por medio de las formulaciones presentadas en la sección 3.4.3, ofrece una propuesta para el caso.

En la tabla A.28 del Anexo A se presenta el monto adicional de gastos generales, lo mismo que su nuevo total, mientras que en la tablas A.29 a A.33, se desarrollan los cálculos subsecuentes. En la figura 4.4 se aprecia gráficamente el mayor monto de gastos generales el caso B.

Nótese de las tablas indicadas para el caso B, que el monto adicional de gastos generales se suma al total de gastos generales que todavía no han sido pagados y a partir de este monto se hace la nueva distribución de gastos generales ponderados de las unidades de obra.

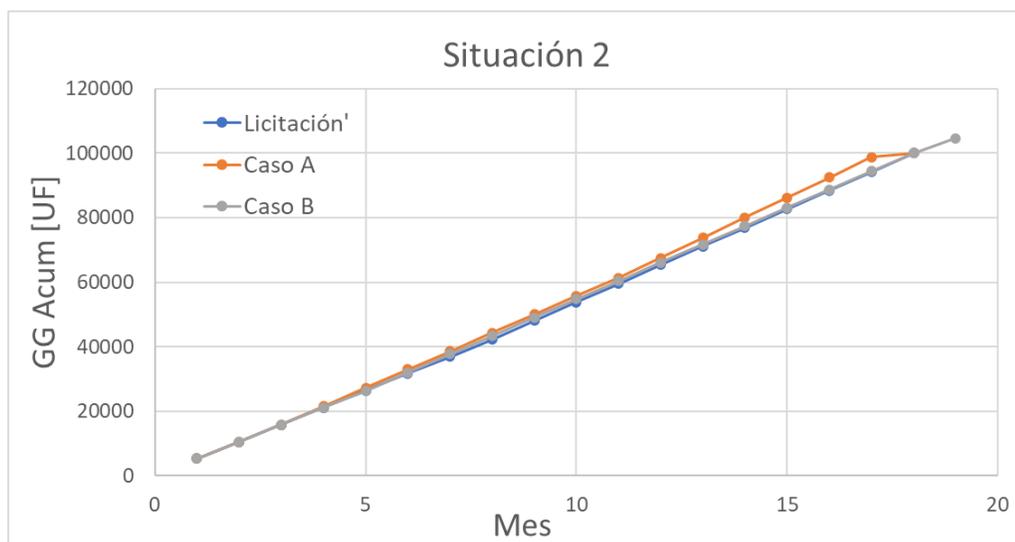


Figura 4.4: Gastos generales acumulados Situación 2

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 4.5 se presenta el pago de los gastos generales de mes en mes, mientras que en la tabla 4.4, un resumen de las tasas de pago por avance de la Situación 2.

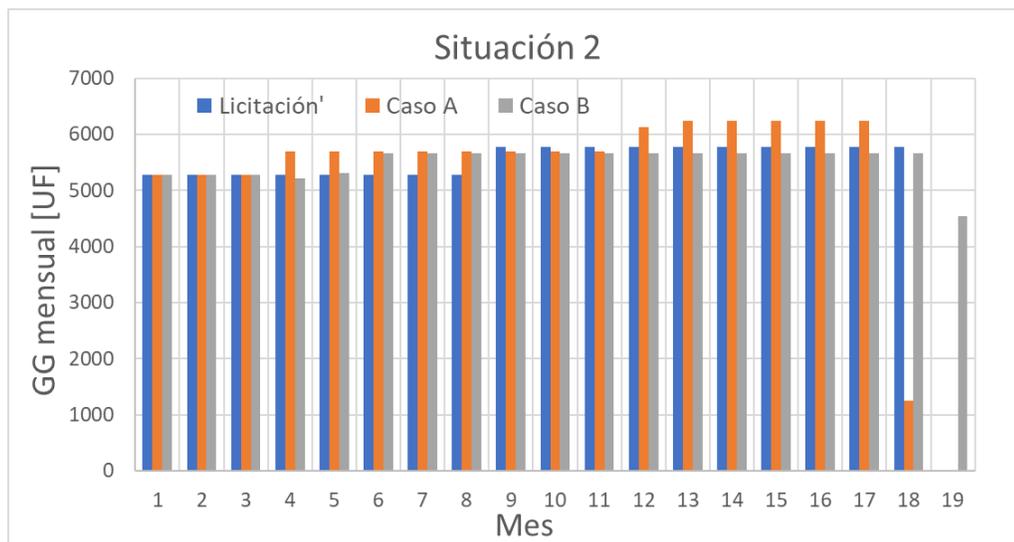


Figura 4.5: Gastos generales mensuales Situación 2

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4.4: Resumen tasa de pago por avance Situación 2

	Sección	$\lambda_{CD} \%$	$\lambda_{te} \%$	$\lambda \%$	Tasa de pago [UF/ml]
	Licitación'	A	0.40	0.44	0.42
	B	0.60	0.56	0.58	115.52
Caso A	Sección	$\lambda_{CD} \%$	$\lambda_{te} \%$	$\lambda \%$	Tasa de pago [UF/ml]
	A	0.53	0.58	0.55	91.12
	B	0.47	0.42	0.45	124.88
Caso B	Sección	$\lambda_{CD} \%$	$\lambda_{te} \%$	$\lambda \%$	Tasa de pago [UF/ml]
	A	0.10	0.11	0.11	83.38
	B	0.90	0.89	0.89	113.43

Fuente: Elaboración Propia.

4.4. Situación 3: Obra adicional

Esta situación de estudio, que considera como situación base la Situación de Licitación', considera que no existe un cambio de distribución de secciones de fortificación durante la ejecución de la obra, pero al final del mes 15, el Mandante solicita al Contratista realizar una obra adicional.

Esta obra adicional requerirá de un mayor plazo y por tanto, de un monto adicional de gastos generales. Para esta situación de estudio se considera el desarrollo de 3 casos:

- Caso A: La obra adicional es 500 ml de Sección A
- Caso B: La obra adicional es 500 ml de Sección B
- Caso C: La obra adicional es 250 ml de Sección A y 250 ml de Sección B

En las tablas A.34 a A.54 del Anexo A se pueden revisar los cálculos del Método de Equilibrio que aplican para los 3 casos. En la figura 4.6 se presenta el pago de los gastos generales de mes en mes, mientras que en la tabla 4.5, un resumen de las tasas de pago por avance de la Situación 3.

La figura 4.6 permite observar que el monto adicional de gastos generales es mayor en la medida que el costo directo de la o las secciones sean mayores, teniendo como mínimo el caso A, como máximo el caso B y como punto medio el caso C.

También se observa que el pago de los gastos generales de mes en mes en virtud de la obra adicional es semejante a lo pagado durante la obra original, no obstante los ajustes de las tasas de pago por avance. No son los mismos valores si, puesto que la obra adicional se conoce antes de que concluya la obra originalmente pactada.

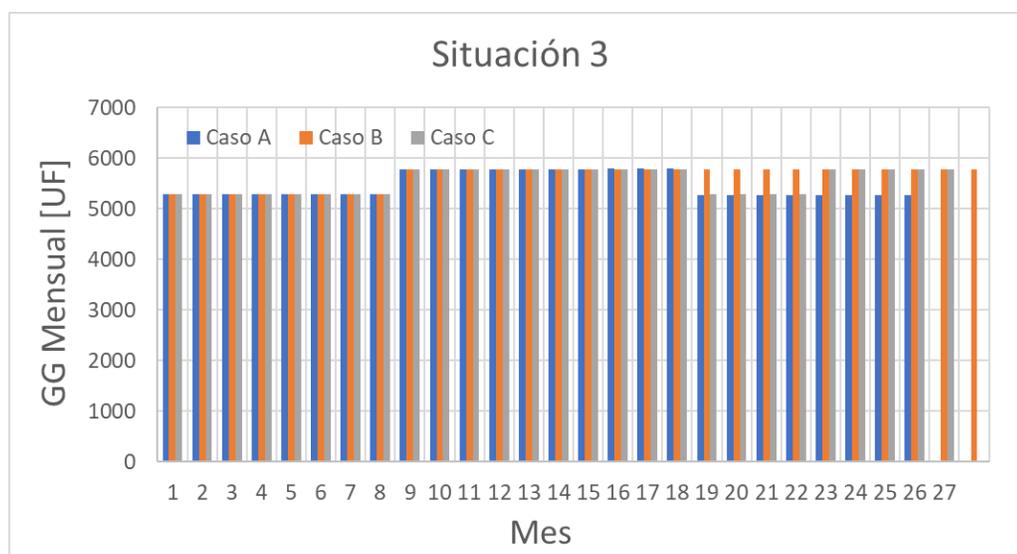


Figura 4.6: Gastos generales mensuales Situación 3

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4.5: Resumen tasa de pago por avance Situación 3

Licitación'	Sección	λ_{CD} %	λ_{te} %	λ %	Tasa de pago [UF/ml]
	A	0.40	0.44	0.42	84.48
B	0.60	0.56	0.58	115.52	
Caso A	Sección	λ_{CD} %	λ_{te} %	λ %	Tasa de pago [UF/ml]
	A	0.69	0.73	0.71	84.36
B	0.31	0.27	0.29	115.91	
Caso B	Sección	λ_{CD} %	λ_{te} %	λ %	Tasa de pago [UF/ml]
	A	0.00	0.00	0.00	0.00
B	1.00	1.00	1.00	115.52	
Caso C	Sección	λ_{CD} %	λ_{te} %	λ %	Tasa de pago [UF/ml]
	A	0.29	0.33	0.31	84.58
B	0.71	0.67	0.69	115.46	

Fuente: Elaboración Propia.

5. Conclusiones

La propuesta desarrollada en el presente trabajo para abordar el pago de los gastos generales en contratos de construcción de obras subterráneas a través del Método de Equilibrio ha demostrado ser consistente, tanto en su formulación como en el desarrollo de distintas situaciones, abordando desde la situación de licitación hasta situaciones donde se presentan cambios típicos para este tipo de obras.

Se destacan dos fortalezas del Método de Equilibrio, la formulación básica (sección 3.2) y la formulación general para ajustes (sección 3.4). La formulación básica permite abordar la situación de licitación, que se entiende como la situación base, es decir, como la situación en virtud de la cual se adjudica la obra, situación que se mantiene durante el desarrollo de ésta en ausencia de un cambio de programa y/o de distribución de secciones de fortificación, o bien, en ausencia de obras adicionales. La formulación general para ajustes por su parte, permite abordar estos cambios referidos.

Una oportunidad de mejora para el Método de Equilibrio desarrollado es incorporar en su formulación el conocimiento que se va adquiriendo de los rendimientos de construcción durante la ejecución de la obra. Las situaciones ejemplificadas asumen que en el momento de los cambios, el programa de obras se encuentra en línea con la planificación de la situación de licitación, lo que no necesariamente es así. En cualquier caso, se estima que la formulación de método permite acotar y compartir los riesgos entre Mandante y Contratista de un modo más equilibrado que el de las licitaciones estándar, lo que debiera redundar en menores costos de construcción y en menores situaciones de arbitraje.

Sin perjuicio de lo anterior, los Mandantes deben hacer sus mejores esfuerzos por caracterizar la distribución de los diferentes tipos de suelo de la mejor forma posible de modo previo al inicio de la obra y, los Contratistas por su parte, sus mejores esfuerzos por levantar adecuadamente los rendimientos de construcción conforme avanza la obra con el objeto de enfrentar las situaciones de cambio durante la obra con información objetiva.

Una línea de investigación alternativa que se puede plantear para el Método de Equilibrio desarrollado, es considerar a los gastos generales como un precio unitario más, donde los Contratistas estimen a priori, tanto el peso del costo directo y de los tiempos de ejecución de las distintas unidades de obra sobre los gastos generales, como el precio que tendrían éstos frente a cambios o aumentos de obra. Estos valores eventuales requerirían ser debidamente ponderados en la adjudicación de la obra, ya que si no se establecen con el debido peso, podrían ser demasiado elevados.

6. Bibliografía

- [1] López Jünemann, Macarena (2019). Gastos Generales en Chile y Deficiencias del RCOP. 3/10/2020, de Mercurio Legal. Sitio web: <https://www.elmercurio.com/legal/noticias/opinion/2019/09/12/gastos-generales-en-chile-y-deficiencias-del-rcop.aspx>
- [2] Project Management Institute (2017). Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). Sexta edición. Project Manajement Institute, Inc.
- [3] Decreto Legislativo N° 1017, Lima, Perú, 31 de diciembre de 2008.
- [4] Moreno Jiménez, Jose María (2002). El Proceso Analítico Jerárquico (AHP). Fundamentos, Metodología y Aplicaciones.
- [5] Toskano Hurtado, Gérard Bruno (2005). El Proceso de Analisis Jerarquico (AHP) como Herramienta para la Toma decisiones en la Selección de Proveedores. Monografía Para Optar el Título Profesional de: Licenciado en Investigación Operativa. Facultad de Ciencias Matemáticas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- [6] Del Pino, Manuel (2012). Apuntes de clase MA2001 Cálculo en Varias Variables. Ingeniería Matemática. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile
- [7] Departamento de Ingeniería Matemática (2012). Apuntes de clase 1102 Álgebra Lineal. Ingeniería Matemática. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile
- [8] González, Edgardo (2019). Apuntes de clase CI5501 Métodos Constructivos. Ingeniería Civil. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile.
- [9] Pozo, Juan Carlos (2020). Apuntes de clase CI5534 Construcción de Túneles. Ingeniería Civil. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile.
- [10] Peterson, Steven J. (2012). Construction Accounting and Financial Management. Second Edition. Upper Saddle River, New Jersey. Pa: Pearson.
- [11] The Institute of Chartered Accountants of India (2017). Cost and Management Accounting. Edition: July, 2017. Pa: The Institute of Chartered Accountants of India.

Anexo A: Tablas de Cálculo Situaciones de Estudio

Situación de Licitación

Licitación

Tabla A.1: Proporciones del costo directo de la secciones A y B

Sección	PU [UF/ml]	Longitud [ml]	L Realizado [ml]	Costo Directo [UF]	λ_{CD} [%]
A	300	500	0	150000	0.40
B	450	500	0	225000	0.60

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.2: Proporciones del tiempo de ejecución de las secciones A y B

Sección	Rend [ml/mes]	Longitud [ml]	L Realizado [ml]	te [mes]	λ_{te} [%]
A	56	500	0	9	0.50
B	56	500	0	9	0.50

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.3: Proporciones de gastos generales ponderados de las secciones A y B

Sección	λ_{CD} [%]	λ_{te} [%]	FICD [%]	Flte [%]	$\ v\ $ [%]	λ [%]
A	0.40	0.50	0.5	0.5	0.32	0.45
B	0.60	0.50	0.5	0.5	0.39	0.55

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.4: Tasas de pago por avance

Sección	GG T [UF]	λ [%]	GG [UF]	Tasa de pago [UF/ml]
A	100000	0.45	45050	90
B	100000	0.55	54950	110

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.5: Trayectoria de pago de los gastos generales

Mes	Avance Físico [ml]		Tasa de Pago [UF/ml]		A Pagar [UF]		GG Mensual [UF]	GG Acum [UF]
	A [ml]	B [ml]	A [UF/ml]	B [UF/ml]	A [UF]	B [UF]		
1	56	0	90	110	5006	0	5006	5006
2	56	0	90	110	5006	0	5006	10011
3	56	0	90	110	5006	0	5006	15017
4	56	0	90	110	5006	0	5006	20022
5	56	0	90	110	5006	0	5006	25028
6	56	0	90	110	5006	0	5006	30033
7	56	0	90	110	5006	0	5006	35039
8	56	0	90	110	5006	0	5006	40044
9	56	0	90	110	5006	0	5006	45050
10	0	56	90	110	0	6106	6106	51156
11	0	56	90	110	0	6106	6106	57261
12	0	56	90	110	0	6106	6106	63367
13	0	56	90	110	0	6106	6106	69472
14	0	56	90	110	0	6106	6106	75578
15	0	56	90	110	0	6106	6106	81683
16	0	56	90	110	0	6106	6106	87789
17	0	56	90	110	0	6106	6106	93894
18	0	56	90	110	0	6106	6106	100000

Fuente: Elaboración Propia.

Licitación'

Tabla A.6: Proporciones del costo directo de la secciones A y B

Sección	PU [UF/ml]	Longitud [ml]	L Realizado [ml]	Costo Directo [UF]	λ_{CD} [%]
A	300	500	0	150000	0.40
B	450	500	0	225000	0.60

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.7: Proporciones del tiempo de ejecución de las secciones A y B

Sección	Rend [ml/mes]	Longitud [ml]	L Realizado [ml]	te [mes]	λ_{te} [%]
A	63	500	0	8	0.44
B	50	500	0	10	0.56

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.8: Proporciones de gastos generales ponderados de las secciones A y B

Sección	λ_{CD} [%]	λ_{te} [%]	FICD [%]	Fite [%]	$\ v\ $ [%]	λ [%]
A	0.40	0.44	0.5	0.5	0.30	0.42
B	0.60	0.56	0.5	0.5	0.41	0.58

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.9: Tasas de pago por avance

Sección	GG T [UF]	λ [%]	GG [UF]	Tasa de pago [UF/ml]
A	100000	0.42	42238	84
B	100000	0.58	57762	116

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.10: Trayectoria de pago de los gastos generales

Mes	Avance Físico [ml]		Tasa de Pago [UF/ml]		A Pagar [UF]		GG Mensual [UF]	GG Acum [UF]
	A [ml]	B [ml]	A [UF/ml]	B [UF/ml]	A [UF]	B [UF]		
1	63	0	84	116	5280	0	5280	5280
2	63	0	84	116	5280	0	5280	10559
3	63	0	84	116	5280	0	5280	15839
4	63	0	84	116	5280	0	5280	21119
5	63	0	84	116	5280	0	5280	26399
6	63	0	84	116	5280	0	5280	31678
7	63	0	84	116	5280	0	5280	36958
8	63	0	84	116	5280	0	5280	42238
9	0	50	84	116	0	5776	5776	48014
10	0	50	84	116	0	5776	5776	53790
11	0	50	84	116	0	5776	5776	59567
12	0	50	84	116	0	5776	5776	65343
13	0	50	84	116	0	5776	5776	71119
14	0	50	84	116	0	5776	5776	76895
15	0	50	84	116	0	5776	5776	82671
16	0	50	84	116	0	5776	5776	88448
17	0	50	84	116	0	5776	5776	94224
18	0	50	84	116	0	5776	5776	100000

Fuente: Elaboración Propia.

Situación 1: Cambio de distribución, sin afectación del plazo

Caso A

Tabla A.11: Proporciones del costo directo de las secciones A y B

Sección	PU [UF/ml]	Longitud [ml]	L Realizado [ml]	Costo Directo [UF]	λ_{CD} [%]
A	300	700	167	160000	0.54
B	450	300	0	135000	0.46

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.12: Proporciones del tiempo de ejecución de las secciones A y B

Sección	Rend [ml/mes]	Longitud [ml]	L Realizado [ml]	te [mes]	λ_{te} [%]
A	56	700	167	10	0.64
B	56	300	0	5	0.36

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.13: Proporciones de gastos generales ponderados de las secciones A y B

Sección	λ_{CD} [%]	λ_{te} [%]	FICD [%]	Fite [%]	$\ v\ $ [%]	λ [%]
A	0.54	0.64	0.5	0.5	0.42	0.59
B	0.46	0.36	0.5	0.5	0.29	0.41

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.14: Tasas de pago por avance

Sección	GG T [UF]	λ [%]	GG [UF]	Tasa de pago [UF/ml]
A	84983	0.59	50165	94
B	84983	0.41	34818	116

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.15: Trayectoria de pago de los gastos generales

Mes	Avance Físico [ml]		Tasa de Pago [UF/ml]		A Pagar [UF]		GG Mensual [UF]	GG Acum [UF]
	A [ml]	B [ml]	A [UF/ml]	B [UF/ml]	A [UF]	B [UF]		
1	56	0	90	110	5006	0	5006	5006
2	56	0	90	110	5006	0	5006	10011
3	56	0	90	110	5006	0	5006	15017
4	56	0	94	116	5226	0	5226	20242
5	56	0	94	116	5226	0	5226	25468
6	56	0	94	116	5226	0	5226	30693
7	56	0	94	116	5226	0	5226	35919
8	56	0	94	116	5226	0	5226	41144
9	56	0	94	116	5226	0	5226	46370
10	56	0	94	116	5226	0	5226	51596
11	56	0	94	116	5226	0	5226	56821
12	56	0	94	116	5226	0	5226	62047
13	33	22	94	116	3135	2579	5714	67761
14	0	56	94	116	0	6448	6448	74209
15	0	56	94	116	0	6448	6448	80657
16	0	56	94	116	0	6448	6448	87104
17	0	56	94	116	0	6448	6448	93552
18	0	56	94	116	0	6448	6448	100000

Fuente: Elaboración Propia.

Caso B

Tabla A.16: Proporciones del costo directo de la secciones A y B

Sección	PU [UF/ml]	Longitud [ml]	L Realizado [ml]	Costo Directo [UF]	λ_{CD} [%]
A	300	300	167	40000	0.11
B	450	700	0	315000	0.89

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.17: Proporciones del tiempo de ejecución de las secciones A y B

Sección	Rend [ml/mes]	Longitud [ml]	L Realizado [ml]	te [mes]	λ_{te} [%]
A	56	300	167	2.4	0.16
B	56	700	0	12.6	0.84

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.18: Proporciones de gastos generales ponderados de las secciones A y B

Sección	λ_{CD} [%]	λ_{te} [%]	Fl _{CD} [%]	Fl _{te} [%]	$\ v\ $ [%]	λ [%]
A	0.11	0.16	0.5	0.5	0.10	0.14
B	0.89	0.84	0.5	0.5	0.61	0.86

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.19: Tasas de pago por avance

Sección	GG T [UF]	λ [%]	GG [UF]	Tasa de pago [UF/ml]
A	84983	0.14	11732	88
B	84983	0.86	73251	105

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.20: Trayectoria de pago de los gastos generales

Mes	Avance Físico [ml]		Tasa de Pago [UF/ml]		A Pagar [UF]		GG Mensual [UF]	GG Acum [UF]
	A [ml]	B [ml]	A [UF/ml]	B [UF/ml]	A [UF]	B [UF]		
1	56	0	90	110	5006	0	5006	5006
2	56	0	90	110	5006	0	5006	10011
3	56	0	90	110	5006	0	5006	15017
4	56	0	88	105	4888	0	4888	19905
5	56	0	88	105	4888	0	4888	24793
6	22	33	88	105	1955	3488	5443	30237
7	0	56	88	105	0	5814	5814	36050
8	0	56	88	105	0	5814	5814	41864
9	0	56	88	105	0	5814	5814	47678
10	0	56	88	105	0	5814	5814	53491
11	0	56	88	105	0	5814	5814	59305
12	0	56	88	105	0	5814	5814	65118
13	0	56	88	105	0	5814	5814	70932
14	0	56	88	105	0	5814	5814	76746
15	0	56	88	105	0	5814	5814	82559
16	0	56	88	105	0	5814	5814	88373
17	0	56	88	105	0	5814	5814	94186
18	0	56	88	105	0	5814	5814	100000

Fuente: Elaboración Propia.

Situación 2: Cambio de distribución, con afectación del plazo

Caso A

Tabla A.21: Evaluación de la afectación del plazo

Sección	Rend [ml/mes]	Distribución Antes [ml]	Distribución Ahora [ml]	Diferencia [ml]	te [mes]
A	63	500	700	200	3.2
B	50	500	300	-200	-4

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.22: Proporciones del costo directo de la secciones A y B

Sección	PU [UF/ml]	Longitud [ml]	L Realizado [ml]	Costo Directo [UF]	λ_{CD} [%]
A	300	700	188	153750	0.53
B	450	300	0	135000	0.47

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.23: Proporciones del tiempo de ejecución de las secciones A y B

Sección	Rend [ml/mes]	Longitud [ml]	L Realizado [ml]	te [mes]	λ_{te} [%]
A	63	700	188	8	0.58
B	50	300	0	6	0.42

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.24: Proporciones de gastos generales ponderados de las secciones A y B

Sección	λ_{CD} [%]	λ_{te} [%]	Fl _{CD} [%]	Fl _{te} [%]	$\ v\ $ [%]	λ [%]
A	0.53	0.58	0.5	0.5	0.39	0.55
B	0.47	0.42	0.5	0.5	0.32	0.45

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.25: Tasas de pago por avance

Sección	GG T [UF]	λ [%]	GG [UF]	Tasa de pago [UF/ml]
A	84161	0.55	46697	91
B	84161	0.45	37464	125

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.26: Trayectoria de pago de los gastos generales

Mes	Avance Físico [ml]		Tasa de Pago [UF/ml]		A Pagar [UF]		GG Mensual [UF]	GG Acum [UF]
	A [ml]	B [ml]	A [UF/ml]	B [UF/ml]	A [UF]	B [UF]		
1	63	0	84	116	5280	0	5280	5280
2	63	0	84	116	5280	0	5280	10559
3	63	0	84	116	5280	0	5280	15839
4	63	0	91	125	5695	0	5695	21534
5	63	0	91	125	5695	0	5695	27229
6	63	0	91	125	5695	0	5695	32923
7	63	0	91	125	5695	0	5695	38618
8	63	0	91	125	5695	0	5695	44313
9	63	0	91	125	5695	0	5695	50008
10	63	0	91	125	5695	0	5695	55702
11	63	0	91	125	5695	0	5695	61397
12	13	40	91	125	1139	4995	6134	67531
13	0	50	91	125	0	6244	6244	73775
14	0	50	91	125	0	6244	6244	80019
15	0	50	91	125	0	6244	6244	86263
16	0	50	91	125	0	6244	6244	92507
17	0	50	91	125	0	6244	6244	98751
18	0	10	91	125	0	1249	1249	100000

Fuente: Elaboración Propia.

Caso B

Tabla A.27: Evaluación de la afectación del plazo

Sección	Rend [ml/mes]	Distribución Antes [ml]	Distribución Ahora [ml]	Diferencia [ml]	te [mes]
A	63	500	300	-200.0	-3.2
B	50	500	700	200.0	4.0

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.28: Monto adicional y nuevo total de gastos generales

Sección a Realizar	B
Plazo Adicional [mes]	0.8
GG mensual con Rend. de Lic. [UF/mes]	5776.2
GG Adicional [UF]	4621.0
GG pendiente [UF]	84160.8
GG T [UF]	88781.7

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.29: Proporciones del costo directo de la secciones A y B

Sección	PU [UF/ml]	Longitud [ml]	L Realizado [ml]	Costo Directo [UF]	λ_{CD} [%]
A	300	300	188	33750	0.10
B	450	700	0	315000	0.90

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.30: Proporciones del tiempo de ejecución de las secciones A y B

Sección	Rend [ml/mes]	Longitud [ml]	L Realizado [ml]	te [mes]	λ_{te} [%]
A	63	300	188	2	0.11
B	50	700	0	14	0.89

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.31: Proporciones de gastos generales ponderados de las secciones A y B

Sección	λ_{CD} [%]	λ_{te} [%]	Fl _{CD} [%]	Fl _{te} [%]	$\ v\ $ [%]	λ [%]
A	0.10	0.11	0.5	0.5	0.07	0.11
B	0.90	0.89	0.5	0.5	0.63	0.89

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.32: Tasas de pago por avance

Sección	GG T [UF]	λ [%]	GG [UF]	Tasa de pago [UF/ml]
A	88782	0.11	9380	83
B	88782	0.89	79401	113

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.33: Trayectoria de pago de los gastos generales

Mes	Avance Físico [ml]		Tasa de Pago [UF/ml]		A Pagar [UF]		GG Mensual [UF]	GG Acum [UF]
	A [ml]	B [ml]	A [UF/ml]	B [UF/ml]	A [UF]	B [UF]		
1	63	0	84	116	5280	0	5280	5280
2	63	0	84	116	5280	0	5280	10559
3	63	0	84	116	5280	0	5280	15839
4	63	0	83	113	5211	0	5211	21051
5	50	10	83	113	4169	1134	5303	26354
6	0	50	83	113	0	5672	5672	32025
7	0	50	83	113	0	5672	5672	37697
8	0	50	83	113	0	5672	5672	43368
9	0	50	83	113	0	5672	5672	49040
10	0	50	83	113	0	5672	5672	54712
11	0	50	83	113	0	5672	5672	60383
12	0	50	83	113	0	5672	5672	66055
13	0	50	83	113	0	5672	5672	71726
14	0	50	83	113	0	5672	5672	77398
15	0	50	83	113	0	5672	5672	83069
16	0	50	83	113	0	5672	5672	88741
17	0	50	83	113	0	5672	5672	94412
18	0	50	83	113	0	5672	5672	100084
19	0	40	83	113	0	4537	4537	104621

Fuente: Elaboración Propia.

Situación 3: Obra adicional

Caso A

Tabla A.34: Evaluación de la afectación del plazo

Sección	Rend [ml/mes]	Distribución Antes [ml]	Distribución Ahora [ml]	Diferencia [ml]	te [mes]
A	63	500	1000	500	8
B	50	500	500	0	0

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.35: Monto adicional y nuevo total de gastos generales

Sección a Realizar	A	B	Total
Plazo Adicional [mes]	8.0	0	8.0
GG mensual con Rend de Lic. [UF/mes]	5280	5776	-
GG Adicional [UF]	42238	0	42238
GG pendiente [UF]			17329
GG T [UF]			59567

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.36: Proporciones del costo directo de la secciones A y B

Sección	PU [UF/ml]	Longitud [ml]	L Realizado [ml]	Costo Directo [UF]	λ_{cd} [%]
A	300	1000	500	150000	0.69
B	450	500	350	67500	0.31

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.37: Proporciones del tiempo de ejecución de las secciones A y B

Sección	Rend [ml/mes]	Longitud [ml]	L Realizado [ml]	te [mes]	λ_{te} [%]
A	63	1000	500	8	0.73
B	50	500	350	3	0.27

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.38: Proporciones de gastos generales ponderados de las secciones A y B

Sección	λ_{cd} [%]	λ_{te} [%]	FICD [%]	Fite [%]	$\ v\ $ [%]	λ [%]
A	0.69	0.73	0.5	0.5	0.50	0.71
B	0.31	0.27	0.5	0.5	0.21	0.29

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.39: Tasas de pago por avance

Sección	GG T [UF]	λ [%]	GG [UF]	Tasa de pago [UF/ml]
A	59567	0.71	42180	84
B	59567	0.29	17387	116

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.40: Trayectoria de pago de los gastos generales

Mes	Avance Fisico [ml]		Tasa de Pago [UF/ml]		A Pagar [UF]		GG Mensual [UF]	GG Acum [UF]
	A [ml]	B [ml]	A [UF/ml]	B [UF/ml]	A [UF]	B [UF]		
1	63	0	84	116	5280	0	5280	5280
2	63	0	84	116	5280	0	5280	10559
3	63	0	84	116	5280	0	5280	15839
4	63	0	84	116	5280	0	5280	21119
5	63	0	84	116	5280	0	5280	26399
6	63	0	84	116	5280	0	5280	31678
7	63	0	84	116	5280	0	5280	36958
8	63	0	84	116	5280	0	5280	42238
9	0	50	84	116	0	5776	5776	48014
10	0	50	84	116	0	5776	5776	53790
11	0	50	84	116	0	5776	5776	59567
12	0	50	84	116	0	5776	5776	65343
13	0	50	84	116	0	5776	5776	71119
14	0	50	84	116	0	5776	5776	76895
15	0	50	84	116	0	5776	5776	82671
16	0	50	84	116	0	5796	5796	88467
17	0	50	84	116	0	5796	5796	94263
18	0	50	84	116	0	5796	5796	100058
19	63	0	84	116	5272	0	5272	105331
20	63	0	84	116	5272	0	5272	110603
21	63	0	84	116	5272	0	5272	115876
22	63	0	84	116	5272	0	5272	121148
23	63	0	84	116	5272	0	5272	126421
24	63	0	84	116	5272	0	5272	131693
25	63	0	84	116	5272	0	5272	136965
26	63	0	84	116	5272	0	5272	142238

Fuente: Elaboración Propia.

Caso B

Tabla A.41: Evaluación de la afectación del plazo

Sección	Rend [ml/mes]	Distribución Antes [ml]	Distribución Ahora [ml]	Diferencia [ml]	te [mes]
A	63	500	500	0	0
B	50	500	1000	500	10

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.42: Monto adicional y nuevo total de gastos generales

Sección a Realizar	A	B	Total
Plazo Adicional [mes]	0.0	10	10.0
GG mensual con Rend de Lic. [UF/mes]	5280	5776	-
GG Adicional [UF]	0	57762	57762
GG pendiente [UF]			17329
GG T [UF]			75091

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.43: Proporciones del costo directo de la secciones A y B

Sección	PU [UF/ml]	Longitud [ml]	L Realizado [ml]	Costo Directo [UF]	λ_{CD} [%]
A	300	500	500	0	0.00
B	450	1000	350	292500	1.00

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.44: Proporciones del tiempo de ejecución de las secciones A y B

Sección	Rend [ml/mes]	Longitud [ml]	L Realizado [ml]	te [mes]	λ_{te} [%]
A	63	500	500	0	0.00
B	50	1000	350	13	1.00

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.45: Proporciones de gastos generales ponderados de las secciones A y B

Sección	λ_{CD} [%]	λ_{te} [%]	FICD [%]	Fite [%]	$\ v\ $ [%]	λ [%]
A	0.00	0.00	0.5	0.5	0.00	0.00
B	1.00	1.00	0.5	0.5	0.71	1.00

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.46: Tasas de pago por avance

Sección	GG T [UF]	λ [%]	GG [UF]	Tasa de pago [UF/ml]
A	75091	0.00	0	0
B	75091	1.00	75091	116

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.47: Trayectoria de pago de los gastos generales

Mes	Avance Físico [ml]		Tasa de Pago [UF/ml]		A Pagar [UF]		GG Mensual [UF]	GG Acum [UF]
	A [ml]	B [ml]	A [UF/ml]	B [UF/ml]	A [UF]	B [UF]		
1	63	0	84	116	5280	0	5280	5280
2	63	0	84	116	5280	0	5280	10559
3	63	0	84	116	5280	0	5280	15839
4	63	0	84	116	5280	0	5280	21119
5	63	0	84	116	5280	0	5280	26399
6	63	0	84	116	5280	0	5280	31678
7	63	0	84	116	5280	0	5280	36958
8	63	0	84	116	5280	0	5280	42238
9	0	50	84	116	0	5776	5776	48014
10	0	50	84	116	0	5776	5776	53790
11	0	50	84	116	0	5776	5776	59567
12	0	50	84	116	0	5776	5776	65343
13	0	50	84	116	0	5776	5776	71119
14	0	50	84	116	0	5776	5776	76895
15	0	50	84	116	0	5776	5776	82671
16	0	50	0	116	0	5776	5776	88448
17	0	50	0	116	0	5776	5776	94224
18	0	50	0	116	0	5776	5776	100000
19	0	50	0	116	0	5776	5776	105776
20	0	50	0	116	0	5776	5776	111552
21	0	50	0	116	0	5776	5776	117329
22	0	50	0	116	0	5776	5776	123105
23	0	50	0	116	0	5776	5776	128881
24	0	50	0	116	0	5776	5776	134657
25	0	50	0	116	0	5776	5776	140433
26	0	50	0	116	0	5776	5776	146210
27	0	50	0	116	0	5776	5776	151986
28	0	50	0	116	0	5776	5776	157762

Fuente: Elaboración Propia.

Caso C

Tabla A.48: Evaluación de la afectación del plazo

Sección	Rend [ml/mes]	Distribución Antes [ml]	Distribución Ahora [ml]	Diferencia [ml]	te [mes]
A	63	500	750	250	4
B	50	500	750	250	5

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.49: Monto adicional y nuevo total de gastos generales

Sección a Realizar	A	B	Total
Plazo Adicional [mes]	4.0	5	9.0
GG mensual con Rend de Lic. [UF/mes]	5280	5776	-
GG Adicional [UF]	21119	28881	50000
GG pendiente [UF]			17329
GG T [UF]			67329

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.50: Proporciones del costo directo de la secciones A y B

Sección	PU [UF/ml]	Longitud [ml]	L Realizado [ml]	Costo Directo [UF]	λ_{CD} [%]
A	300	750	500	75000	0.29
B	450	750	350	180000	0.71

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.51: Proporciones del tiempo de ejecución de las secciones A y B

Sección	Rend [ml/mes]	Longitud [ml]	L Realizado [ml]	te [mes]	λ_{te} [%]
A	63	750	500	4	0.33
B	50	750	350	8	0.67

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.52: Proporciones de gastos generales ponderados de las secciones A y B

Sección	λ_{CD} [%]	λ_{te} [%]	FICD [%]	Fite [%]	$\ v\ $ [%]	λ [%]
A	0.29	0.33	0.5	0.5	0.22	0.31
B	0.71	0.67	0.5	0.5	0.49	0.69

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.53: Tasas de pago por avance

Sección	GG T [UF]	λ [%]	GG [UF]	Tasa de pago [UF/ml]
A	67329	0.31	21145	85
B	67329	0.69	46184	115

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.54: Trayectoria de pago de los gastos generales

Mes	Avance Físico [ml]		Tasa de Pago [UF/ml]		A Pagar [UF]		GG Mensual [UF]	GG Acum [UF]
	A [ml]	B [ml]	A [UF/ml]	B [UF/ml]	A [UF]	B [UF]		
1	63	0	84	116	5280	0	5280	5280
2	63	0	84	116	5280	0	5280	10559
3	63	0	84	116	5280	0	5280	15839
4	63	0	84	116	5280	0	5280	21119
5	63	0	84	116	5280	0	5280	26399
6	63	0	84	116	5280	0	5280	31678
7	63	0	84	116	5280	0	5280	36958
8	63	0	84	116	5280	0	5280	42238
9	0	50	84	116	0	5776	5776	48014
10	0	50	84	116	0	5776	5776	53790
11	0	50	84	116	0	5776	5776	59567
12	0	50	84	116	0	5776	5776	65343
13	0	50	84	116	0	5776	5776	71119
14	0	50	84	116	0	5776	5776	76895
15	0	50	84	116	0	5776	5776	82671
16	0	50	85	115	0	5773	5773	88444
17	0	50	85	115	0	5773	5773	94217
18	0	50	85	115	0	5773	5773	99990
19	63	0	85	115	5286	0	5286	105276
20	63	0	85	115	5286	0	5286	110563
21	63	0	85	115	5286	0	5286	115849
22	63	0	85	115	5286	0	5286	121135
23		50	85	115	0	5773	5773	126908
24		50	85	115	0	5773	5773	132681
25		50	85	115	0	5773	5773	138454
26		50	85	115	0	5773	5773	144227
27		50	85	115	0	5773	5773	150000

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo B: Tablas de Calculo Comportamiento del Método de Distribución

Costo directo y tiempo de ejecución fijos

Tabla A.55: Variación de los gastos generales, λ_{CD} y λ_{te} fijos.

Fite [%]	FICD [%]	λ_{te} [%]	λ_{CD} [%]	λ'_{te} [%]	λ'_{CD} [%]	λ [%]
1.00	0.00	0.50	0.40	0.50	0.00	0.50
0.90	0.10	0.50	0.40	0.45	0.04	0.45
0.80	0.20	0.50	0.40	0.40	0.08	0.41
0.70	0.30	0.50	0.40	0.35	0.12	0.37
0.60	0.40	0.50	0.40	0.30	0.16	0.34
0.50	0.50	0.50	0.40	0.25	0.20	0.32
0.40	0.60	0.50	0.40	0.20	0.24	0.31
0.30	0.70	0.50	0.40	0.15	0.28	0.32
0.20	0.80	0.50	0.40	0.10	0.32	0.34
0.10	0.90	0.50	0.40	0.05	0.36	0.36
0.00	1.00	0.50	0.40	0.00	0.40	0.40

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.56: Curva de Nivel para $\lambda = 31\%$.

λ [%]	λ'_{te} [%]	λ'_{CD} [%]
0.31	0.00	0.31
0.31	0.03	0.31
0.31	0.06	0.31
0.31	0.09	0.30
0.31	0.12	0.29
0.31	0.15	0.27
0.31	0.18	0.26
0.31	0.21	0.23
0.31	0.24	0.20
0.31	0.27	0.16
0.31	0.30	0.09
0.31	0.31	0.00

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.57: Curva de Nivel para $\lambda = 34\%$.

λ [%]	λ'_{te} [%]	λ'_{CD} [%]
0.34	0.00	0.34
0.34	0.03	0.34
0.34	0.06	0.33
0.34	0.09	0.33
0.34	0.12	0.32
0.34	0.15	0.31
0.34	0.18	0.29
0.34	0.21	0.27
0.34	0.24	0.24
0.34	0.27	0.21
0.34	0.30	0.16
0.34	0.33	0.08
0.34	0.34	0.00

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.58: Curva de Nivel para $\lambda = 41\%$.

λ [%]	λ'_{te} [%]	λ'_{CD} [%]
0.41	0.00	0.41
0.41	0.03	0.41
0.41	0.06	0.40
0.41	0.09	0.40
0.41	0.12	0.39
0.41	0.15	0.38
0.41	0.18	0.37
0.41	0.21	0.35
0.41	0.24	0.33
0.41	0.27	0.31
0.41	0.30	0.28
0.41	0.33	0.24
0.41	0.36	0.19
0.41	0.39	0.12
0.41	0.41	0.00

Fuente: Elaboración Propia.

Tiempo de ejecución y factores de importancia fijos

Tabla A.59: Variación de los gastos generales, factor de importancia y Plazo fijos.

Fite [%]	FICD [%]	λ_{te} [%]	λ_{CD} [%]	λ'_{te} [%]	λ'_{CD} [%]	λ [%]
0.70	0.30	0.50	0.00	0.35	0.00	0.35
0.70	0.30	0.50	0.10	0.35	0.03	0.35
0.70	0.30	0.50	0.20	0.35	0.06	0.36
0.70	0.30	0.50	0.30	0.35	0.09	0.36
0.70	0.30	0.50	0.40	0.35	0.12	0.37
0.70	0.30	0.50	0.50	0.35	0.15	0.38
0.70	0.30	0.50	0.60	0.35	0.18	0.39
0.70	0.30	0.50	0.70	0.35	0.21	0.41
0.70	0.30	0.50	0.80	0.35	0.24	0.42
0.70	0.30	0.50	0.90	0.35	0.27	0.44
0.70	0.30	0.50	1.00	0.35	0.30	0.46

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.60: Curva de Nivel para $\lambda = 36\%$.

λ [%]	λ'_{te} [%]	λ'_{CD} [%]
0.36	0.00	0.36
0.36	0.03	0.35
0.36	0.06	0.35
0.36	0.09	0.34
0.36	0.12	0.33
0.36	0.15	0.32
0.36	0.18	0.31
0.36	0.21	0.29
0.36	0.24	0.26
0.36	0.27	0.23
0.36	0.30	0.19
0.36	0.33	0.13
0.36	0.36	0.00

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.61: Curva de Nivel para $\lambda = 37\%$.

λ [%]	λ'_{te} [%]	λ'_{CD} [%]
0.37	0.00	0.37
0.37	0.03	0.37
0.37	0.06	0.37
0.37	0.09	0.36
0.37	0.12	0.35
0.37	0.15	0.34
0.37	0.18	0.32
0.37	0.21	0.30
0.37	0.24	0.28
0.37	0.27	0.25
0.37	0.30	0.22
0.37	0.33	0.17
0.37	0.36	0.09
0.37	0.37	0.00

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.62: Curva de Nivel para $\lambda = 39\%$.

λ [%]	λ'_{te} [%]	λ'_{CD} [%]
0.39	0.00	0.39
0.39	0.03	0.39
0.39	0.06	0.39
0.39	0.09	0.38
0.39	0.12	0.37
0.39	0.15	0.36
0.39	0.18	0.35
0.39	0.21	0.33
0.39	0.24	0.31
0.39	0.27	0.29
0.39	0.30	0.25
0.39	0.33	0.21
0.39	0.36	0.16
0.39	0.39	0.05
0.39	0.39	0.00

Fuente: Elaboración Propia.

Costo directo y factores de importancia fijos

Tabla A.63: Variación de los gastos generales, costo directo y factor de importancia fijos.

Fite [%]	FlCD [%]	λ_{te} [%]	λ_{CD} [%]	λ'_{te} [%]	λ'_{CD} [%]	λ [%]
0.70	0.30	0.00	0.40	0.00	0.12	0.12
0.70	0.30	0.10	0.40	0.07	0.12	0.14
0.70	0.30	0.20	0.40	0.14	0.12	0.18
0.70	0.30	0.30	0.40	0.21	0.12	0.24
0.70	0.30	0.40	0.40	0.28	0.12	0.30
0.70	0.30	0.50	0.40	0.35	0.12	0.37
0.70	0.30	0.60	0.40	0.42	0.12	0.44
0.70	0.30	0.70	0.40	0.49	0.12	0.50
0.70	0.30	0.80	0.40	0.56	0.12	0.57
0.70	0.30	0.90	0.40	0.63	0.12	0.64
0.70	0.30	1.00	0.40	0.70	0.12	0.71

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.64: Curva de Nivel para $\lambda = 18\%$.

λ [%]	λ'_{te} [%]	λ'_{CD} [%]
0.18	0.00	0.18
0.18	0.02	0.18
0.18	0.04	0.18
0.18	0.06	0.17
0.18	0.08	0.17
0.18	0.10	0.15
0.18	0.12	0.14
0.18	0.14	0.12
0.18	0.16	0.09
0.18	0.18	0.04
0.18	0.18	0.00

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.65: Curva de Nivel para $\lambda = 30\%$.

λ [%]	λ'_{te} [%]	λ'_{CD} [%]
0.30	0.00	0.30
0.30	0.03	0.30
0.30	0.06	0.30
0.30	0.09	0.29
0.30	0.12	0.28
0.30	0.15	0.27
0.30	0.18	0.25
0.30	0.21	0.22
0.30	0.24	0.19
0.30	0.27	0.14
0.30	0.30	0.05
0.30	0.30	0.00

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.66: Curva de Nivel para $\lambda = 44\%$.

λ [%]	λ'_{te} [%]	λ'_{CD} [%]
0.44	0.00	0.44
0.44	0.03	0.44
0.44	0.06	0.43
0.44	0.09	0.43
0.44	0.12	0.42
0.44	0.15	0.41
0.44	0.18	0.40
0.44	0.21	0.38
0.44	0.24	0.36
0.44	0.27	0.34
0.44	0.30	0.32
0.44	0.33	0.29
0.44	0.36	0.25
0.44	0.39	0.20
0.44	0.42	0.12
0.44	0.44	0.00

Fuente: Elaboración Propia.