

UNIVERSIDAD DEL BÍO BÍO

Facultad de Ciencias Empresariales

Departamento de Administración y Auditoría



MEMORIA PARA OPTAR AL
TÍTULO DE INGENIERO COMERCIAL

“Estrategia de control presupuestario para los distintos contratos del departamento de Ingeniería de ENAP Refinería Bio Bío”

Alumno: Morales Valdés, Pedro

Profesor Guía: Muñoz Carreño, Cristian

Concepción, 2017

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. OBJETIVOS	6
2.1 Objetivo General	6
2.2 Objetivos Específicos.....	6
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	7
4. METODOLOGÍA	8
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO	9
1. PRESUPUESTO	9
1.1.1 Concepto de Presupuesto.....	9
1.1.2 Funciones de los presupuestos	10
1.1.3 Importancia de los presupuestos.....	10
1.1.4 Objetivos de los presupuestos	11
1.1.5 Requisitos para un presupuesto	11
1.1.6 Técnicas de Cálculo	12
1.1.7 Motivos del fracaso de la elaboración de un presupuesto.	13
1.1.8 Desviaciones presupuestarias.....	14
1.2 CONTRATOS.....	15
1.2.1 Definición de contrato de construcción.....	15
1.2.2 Principios básicos de un contrato	15
1.2.3 Participantes de un contrato de construcción	15
1.2.4 Tipos de contratos de construcción	16
CAPITULO 2: ANTECEDENTES GENERALES.....	19
2.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.....	19
2.1.1 ENAP Refinerías S.A.....	19
2.1.2 Misión ENAP Refinerías S.A.....	20
2.1.3 Visión ENAP Refinerías S.A	20
2.1.4 Estructura Organizacional	20
2.1.5 Plantas de ENAP Refinerías S.A.....	21
2.1.6 Líneas de negocios	22
2.1.7 Áreas de la empresa.....	23
2.2 ENAP REFINERÍAS BIO BÍO.....	23
2.2.1 Áreas funcionales de ENAP Refinería Bio Bío.....	23

2.2.2 Organigrama ENAP Refinerías Bio Bío.....	24
2.2.3 Descripción Unidad de Planificación y Control	25
2.2.4 Principales funciones y responsabilidades	25
CAPITULO 3: IDENTIFICACIÓN DEL MODELO DE ESTIMACIÓN DE DESVIACIONES PRESUPUESTARIAS	27
3.1 ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF COST ENGINEERING (AACE International)	27
3.1.1 Sistema de clasificación estimados de costos.....	27
3.2 METODOLOGÍA GESTIÓN INTEGRAL DE PROYECTOS (MGIP)	28
3.2.1 Objetivos de la MGIP	29
3.2.2 Beneficios de la MGIP	30
3.2.3 Proceso para el desarrollo de proyectos	31
3.2.4 Procedimiento de Estimación de Costos	34
3.2.5 Clasificación de los Estimados de Costo.....	34
3.2.6 Nivel de información en cada estimado de costo	37
3.2.7 Procedimientos necesarios para un adecuado control de costo	38
3.2.8 Fuentes típicas de riesgo relativas al costo del proyecto	38
3.3 DIAGRAMA DE PARETO	39
3.3.1 Análisis de Pareto.....	39
3.4 METODOLOGÍA EMPLEADA PARA DETECTAR DESVIACIONES PRESUPUESTARIAS DE LOS CONTRATOS.....	40
3.5 DESVIACIONES.....	44
3.6 PRINCIPALES CAUSAS QUE GENERAN DESVIACIONES EN LAS ESTIMACIONES DE COSTOS	48
3.7 ESTRATEGIAS POR CATEGORÍA	50
CONCLUSIÓN	58
BIBLIOGRAFÍA.....	60

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Organigrama ENAP Refinería Bio Bío	24
Ilustración 2: Etapas del proceso de desarrollo de proyectos	32
Ilustración 3: Objetivos puertas de decisión Fuente: MGIP	33
Ilustración 4: Etapas Proceso y de decisión de Desarrollo “Proyectos” de ENAP	34
Ilustración 5: Matriz de clasificación de costos estimados MGIP-ENAP	35
Ilustración 6: Distribución de contratos en pesos ponderados por categoría.....	43
Ilustración 7: "Diagrama de Quiebre Propuesto y Entregables"	52
Ilustración 8: “Diagrama de Quiebre Propuesto y Partidas”	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de clasificación de estimados de costos para las industrias de procesos Fuente: AACE International	28
Tabla 2: Nivel de información en cada estimado de costo Fuente: MGIP	37
Tabla 3: Número de contratos obtenidos por años	40
Tabla 4: Número de contratos obtenidos por categoría	41
Tabla 5: Pesos ponderados y porcentajes de contratos obtenidos por categoría	42
Tabla 6: Clasificación de costos estimados para cada categoría	44
Tabla 7: Desviaciones presupuestarias de contratos tipo EPC	45
Tabla 8: Desviaciones presupuestarias de contratos tipo Obras	46
Tabla 9: Desviaciones presupuestarias de contratos tipo Servicios de ingeniería	47
Tabla 10: Tabla modelo de categorización profesional por especialidad civil	54

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Índice de desviación presupuestaria	45
Ecuación 2: Total precio Unitario	56

1. INTRODUCCIÓN

El tema principal de esta memoria de título dice relación con los fundamentos, ejecución y evaluación de los presupuestos, y las desviaciones que presentan, estos mismos, al comparar los costos de los distintos contratos del departamento de ingeniería de ENAP refinería Bio Bío.

Para ello es importante estudiar los conceptos de autores relacionados con los presupuestos y analizar la importancia que tienen en el control financiero de las organizaciones, ya que, resultan ser fundamentales al momento de tomar decisiones y diseñar planes de acción que cumplan con las metas en un entorno de incertidumbre.

Una de las grandes ventajas de un presupuesto, es que permite tomar decisiones encaminadas al logro de objetivos y evitar eludir los problemas conforme se van presentando. El presupuesto también juega un papel clave en la previsión, planeación, organización, coordinación, dirección, y control de las operaciones y sus resultados.

Un presupuesto es un plan, una estimación, por lo tanto, los gastos presupuestados y en general, toda la información es supuesta, es por esto que se deben estimar sobre una base, para que no resulte un presupuesto irreal.

Esta investigación busca dar como resultado propuestas de mejoras a las desviaciones presupuestarias que se detecten en los contratos que se presentan dentro del marco de proyectos de inversión e iniciativas operacionales del departamento de Ingeniería de ENAP Refinerías Bio Bío (ERBB), de esta manera se podrán mitigar los efectos que provocan rendimientos contrarios a los que persigue ENAP en su búsqueda de eficiencia organizacional y mejora continua.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Establecer estrategias de control y oportunidades de mejora para presupuestos realizados por el departamento de Ingeniería de ENAP Refinería Bio Bío en sus contratos relacionados a la ejecución de obras de ingeniería y/o construcción.

2.2 Objetivos Específicos

- Investigar de acuerdo al estado del arte cuales son los rangos aceptables y esperados para la desviación de una estimación presupuestaria.
- Determinar las desviaciones en los presupuestos, que se han presentado en los últimos 6 años (aproximadamente), en los contratos del Departamento de Ingeniería de ERBB.
- Comparar las desviaciones presupuestarias observadas con los rangos definidos como aceptables y/o esperados.
- Detectar las causas raíz, más frecuentes, que generaron las desviaciones presupuestarias para cada categoría de contrato.
- Asignar por cada categoría de contrato un plan de acción que busque prever y mitigar la causa principal de las desviaciones presupuestarias.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

En la actualidad los presupuestos constituyen una herramienta indispensable para la administración de las empresas, las decisiones de tipo gerencial no se toman únicamente sobre una base de resultados históricos, sino, que se realizan sobre proyecciones efectivas que permiten anticipar y corregir hechos significativos para la economía de una empresa.

El tema de la presente investigación, surge de la constante búsqueda de mejora en su gestión integral de las actividades propias del Departamento de Ingeniería de ENAP Refinería Bio-Bio (ERBB). Específicamente en este caso, se ha solicitado ejecutar un estudio tendiente a establecer la precisión de los presupuestos estimados respecto del valor final obtenido para el contrato que tuvo por finalidad ejecutar la obra intelectual o material, objeto del presupuesto.

El estudio también busca mitigar ciertas externalidades negativas que trae consigo el estimar ineficientemente un pedido, debido a que, por ejemplo, si esto ocurre la plantilla ejecutiva encargada de realizar la estimación financiera podría perder credibilidad y su imagen se puede ver afectada, ya que, como los fondos o recursos son asignados podrían estar privando la ejecución de otro proyecto importante para el Estado.

Como actividad complementaria se solicita establecer estrategias de gestión para acotar (de existir) desviaciones presupuestarias que se encuentren fuera de los rangos establecidos como aceptables, por el estado del arte de las mejores prácticas de la industria; dada la constante y creciente rigurosidad que demandan las actuales condiciones de mercado, cada vez más exigentes en lo que se refiere a presupuestos precisos y confiables como herramientas de gestión.

Es por esto que se ha detectado la oportunidad de desarrollar una estrategia de control presupuestario con el fin de mitigar las brechas o desviaciones detectadas en los costos de contratos.

4. METODOLOGÍA

Con el propósito de cumplir con los objetivos de la memoria de título se realizaron las siguientes actividades:

- Conocimiento general del funcionamiento y organización de ENAP Refinerías Bio Bío con el fin de tener una visión global de las características y alcances de la empresa.
- Revisión de la Metodología de Gestión Integral de Proyectos de ENAP (MGIP), con el objetivo de conocer la clasificación de los estimados de costos de los proyectos.
- Investigación de los principios generales utilizados en la clasificación de estimados de costos a nivel internacional, para comparar los estándares y aprovechar las oportunidades de mejora que se reconozcan.
- Recopilación de valores estimados y reales (montos) de los contratos de ERBB a través del software SAP ERP.
- Establecer categorías de contratos, según tipos de contratos.
- Selección de la muestra en base al análisis de Pareto, segregando por monto de contrato los datos relevantes de ser estudiados.
- Medir desviaciones presupuestarias de los contratos seleccionados según rango de desviación permitido por la clasificación de estimados de costos de la MGIP.
- Estudio y análisis de las causas de las desviaciones para generar una estrategia de control presupuestaria en los escenarios más relevantes.
- Establecer planes de acción por categoría de contrato, con el objetivo de prever y mitigar las brechas presupuestarias encontradas.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

1. PRESUPUESTO

1.1.1 Concepto de Presupuesto

Castillo y Valverde (2008) señalan que, en términos generales, la palabra presupuesto adoptada por la economía industrial, es: "La técnica de planeación y predeterminación de cifras sobre bases estadísticas y apreciaciones de hechos y fenómenos aleatorios".

Refiriéndose al presupuesto como herramienta de la administración se le puede conceptualizar, como: "La estimación programada, en forma sistemática, de las condiciones de operación y de los resultados a obtener por un organismo, en un periodo determinado."

"El presupuesto es un proyecto detallado de los resultados de un programa oficial, de operaciones basadas en una eficiencia razonable".

En suma, el presupuesto, es "un conjunto de pronósticos en términos financieros referentes a un periodo precisado."

Un presupuesto es un artificio que permite a la dirección planear y controlar las actitudes de una empresa de modo que pueden realizar sus objetivos en cuanto a ganancias y servicios.

El sistema de presupuestos exige una previsión sistemática basada en la experiencia del pasado y en las condiciones que se prevean en el futuro.

El presupuesto en sí, es un plan esencialmente numérico que se anticipa a las operaciones que se pretenden llevar a cabo, pero desde luego que la obtención de resultados razonablemente correctos dependerá de la información estadística que se posea en el momento de efectuar la estimación ya que además de los datos históricos, es necesario enterarse de todo aquello que se procura realizar y que afecte de algún modo lo que se planea

para que con base en las experiencias anteriores, puedan proyectarse los posibles resultados a futuro. Entre los métodos más usuales está el de las tendencias y el de las correcciones.

1.1.2 Funciones de los presupuestos

Rodríguez (2007) establece que la principal función de los presupuestos se relaciona con el control financiero de la organización.

El control presupuestario es el proceso de descubrir qué es lo que se está haciendo, comparando los resultados con sus datos presupuestados correspondientes para verificar los logros o remediar las diferencias.

Los presupuestos pueden desempeñar tanto roles preventivos como correctivos dentro de la organización.

1.1.3 Importancia de los presupuestos

Burbano y Ortiz (2015) dicen que los presupuestos son útiles en la mayoría de las organizaciones como: Utilitaristas (compañías de negocios), no-utilitaristas (agencias gubernamentales), grandes (multinacionales, conglomerados) y pequeñas empresas.

Los presupuestos son importantes porque ayudan a minimizar el riesgo en las operaciones de la organización.

Por medio de los presupuestos se mantiene el plan de operaciones de la empresa en unos límites razonables.

Sirven como mecanismo para la revisión de políticas y estrategias de la empresa y direccionarlas hacia lo que verdaderamente se busca.

Cuantifican en términos financieros los diversos componentes de su plan total de acción.

Las partidas del presupuesto sirven como guías durante la ejecución de programas de personal en un determinado periodo de tiempo, y sirven como norma de comparación una vez que se hayan completado los planes y programas.

Los procedimientos inducen a los especialistas de asesoría a pensar en las necesidades totales de las compañías, y a dedicarse a planear de modo que puedan asignarse a los varios componentes y alternativas la importancia necesaria

Los presupuestos sirven como medios de comunicación entre unidades a determinado nivel y verticalmente entre ejecutivos de un nivel a otro. Una red de estimaciones presupuestarias se filtra hacia arriba a través de niveles sucesivos para su ulterior análisis.

1.1.4 Objetivos de los presupuestos

Según Castillo y Valverde (2008) los objetivos de los presupuestos son:

- Planear integral y sistemáticamente todas las actividades que la empresa debe desarrollar en un periodo determinado.
- Controlar y medir los resultados cuantitativos, cualitativos y, fijar responsabilidades en las diferentes dependencias de la empresa para lograr el cumplimiento de las metas previstas.
- Coordinar los diferentes centros de costo para que se asegure la marcha de la empresa en forma integral.

1.1.5 Requisitos para un presupuesto

Para que un presupuesto cumpla en forma adecuada con las funciones que de él se espera, es indispensable basarlo en determinadas condiciones que obligatoriamente deben observarse en su estructuración como son:

- Conocimiento de la Empresa: es indispensable el conocimiento amplio de las empresas, objetivos y necesidades en que se hayan de aplicar. Los presupuestos van siempre ligados al tipo de empresa, a sus objetivos, a su organización, y a sus necesidades.
- Exposición del Plan o política: El conocimiento del criterio de los directivos de la compañía, en cuanto al objetivo que se busca con la implantación del presupuesto, deberá exponer en forma clara y concreta por medio de manuales e instructivos, cuyo propósito será uniformar el trabajo y coordinar las funciones de las personas.

- Coordinación para la ejecución del plan o política: debe existir un director o responsable del presupuesto que actuará como coordinador de todos los departamentos que intervienen en la ejecución del plan.
- Fijación del periodo Presupuestal: Otro de los requisitos que debe tomarse en cuenta es la determinación del lapso que comprenden las estimaciones.
- Dirección y Vigilancia: Una vez aprobado el plan, cada una de las divisiones recibirá la delegación de elaborar los presupuestos que les correspondan.
- Apoyo Directivo: La voluntad en la implantación del presupuesto por parte de los directivos y su respaldo, es indispensable para su buena realización y desarrollo.

1.1.6 Técnicas de Cálculo

Según Castillo y Valverde (2008) las técnicas que se emplean para la determinación y cálculo presupuestal son:

- La técnica automática: Llamada también método del "Penúltimo año" y se basa en que los hechos conocidos, correspondientes a los doce meses anteriores a la época de preparación del presupuesto, son los únicos que permiten una estimación seria, su labor consiste en consignar las cifras de importes ingresados anteriormente, como rendimientos probables del ejercicio futuro. Este sistema tiene bastante uso en la técnica presupuestaria contemporánea.
- La técnica del promedio: Su proceso es similar al anterior. Pero, en este se considera el promedio de varios años, con este sistema se pretende eliminar la influencia de factores ocasionales en el rendimiento de los ingresos, cualquier cambio desmedido en el rendimiento de un año resulta de poca importancia. Esta técnica tiene también un campo muy limitado. Su utilidad podría radicar en el hecho de que serviría de correctivo a variaciones que se hayan producido en gestiones anteriores.
- La técnica de los aumentos: Llamada también de crecimiento, pueden ser simples o porcentuales, consiste en agregar a los cálculos anteriores de ingreso un excedente probable. El primer elemento de estimación es el de los resultados conocidos, sea del último año o del promedio de varios años; el segundo es de

aumentarlos únicamente en proporción igual al aumento medio de los tres años anteriores. Es un sistema poco más dinámico que los anteriores, pero, adolece del defecto de que sus estimaciones de los incrementos se basan en la experiencia pasada, que nada tiene que ver con las fluctuaciones económicas del futuro que serán las que determinen que se cumpla o no la estimación, por lo tanto, es un sistema ciego frente al provenir y mantiene un cierto automatismo al atribuir a los aumentos una secuencia regular independiente de los movimientos previsibles de la economía. No obstante, sus deficiencias técnicas, su utilización en la época actual es muy amplia, éste sistema es práctico y permite obviar la falta de información estadística detallada y oportuna.

1.1.7 Motivos del fracaso de la elaboración de un presupuesto.

National Association of Accountants (1967) establece que la gerencia debe organizar sus recursos financieros, si quiere desarrollar sus actividades, establecer bases de operación sólidas y contar con los elementos de apoyo que le permitan medir el grado de esfuerzo que cada unidad tiene para el logro de las metas fijadas por la alta dirección y a la vez precisar los recursos que deben asignarse a las distintas dependencias que directa o indirectamente ayudan al plan de operaciones.

La elaboración de un presupuesto puede fracasar por diversas razones:

- Cuando sólo se estudian las cifras convencionales y los cuadros demostrativos del momento sin tener en cuenta los antecedentes y las causas de los resultados.
- Cuando no está definida claramente la responsabilidad administrativa de cada área de la organización y sus responsables no comprenden su papel en el logro de las metas.
- Cuando no existe adecuada coordinación entre diversos niveles jerárquicos de la organización.
- Cuando no hay buen nivel de comunicación y, por lo tanto, se presentan resquemores que perturban e impiden el aporte de los colaboradores para el logro de las metas presupuestadas.

- Cuando no existe un sistema contable que genere confianza y credibilidad.
- Cuando se tiene la “ilusión del control” es decir, que los directivos se confían de las formulaciones hechas en el presupuesto y se olvidan de actuar en pro de los resultados.
- Cuando no se tiene control efectivo respecto del presupuesto.
- Cuando no se siguen las políticas de la organización.

1.1.8 Desviaciones presupuestarias

Las empresas al trabajar con presupuestos están conscientes que habrá variaciones en estos al comparar las cifras reales con las previstas, por lo que deben tener un proceso de análisis de dichas variaciones que compare en forma sistemática y periódica la información o los resultados reales con los estimados y darle la importancia relativa a cada variación.

Consideraciones sobre el análisis de desviaciones

El control presupuestario tiene dos fases:

- La primera fase consiste en la confección de presupuestos.
- La segunda fase contempla la comparación de los presupuestos con la realidad, denominado análisis de las desviaciones.

El análisis de las desviaciones es el proceso por el cual se pretende explicar las razones por las que el beneficio real difiere del presupuestado.

Este análisis debe culminar con la identificación de los responsables y de acciones correctoras que permitan subsanar los daños en las posibles áreas de problemas.

El procedimiento y modelo de análisis de desviaciones deberá estar en consonancia con el sistema de costos utilizado, para facilitar el entendimiento o interpretación de los hechos.

Para la fórmula de una desviación en costos se suele indicar, en primer lugar, el costo previsto y luego el costo real. De este modo, el signo de la desviación coincidirá con el hecho de que sea favorable o no para la compañía (Costo previsto – costo real).

Signo positivo: favorable, porque los costos reales son inferiores a los previstos.

Signo negativo: desfavorable, porque los costos reales son superiores a los previstos.

1.2 CONTRATOS

1.2.1 Definición de contrato de construcción

Para entregar una definición de contrato de construcción, según Vera (2007), se acude al artículo 1438 del Código Civil que rige en Chile, el cual indica que “Contrato o convención es un acto por el cual una parte se obliga para con otra a dar, hacer o no hacer alguna cosa. Cada parte puede ser una o muchas personas”.

Por lo tanto, adecuando este concepto a la situación en que una entidad encarga a otra la construcción de una obra, a cambio de una suma económica, se puede decir que, en términos generales, un contrato de construcción es un acuerdo o convenio entre dos o más partes competentes, por medio del cual se definen los derechos, obligaciones y responsabilidades para la ejecución de una obra.

1.2.2 Principios básicos de un contrato

Al diseñar un contrato, es fundamental tener presentes los siguientes principios:

- Buena fe de las partes en el pensar y en el actuar.
- Buena voluntad de las partes para conseguir un objetivo común.
- Cada parte paga sus propias culpas.
- Una parte no puede beneficiarse o enriquecerse a costa de los demás por culpas propias.
- Una parte no puede perjudicar a la otra por culpas propias.

Más allá de los buenos propósitos iniciales en que las partes acuerden construir una relación para enfrentar el proyecto buscando un beneficio mutuo, no se puede olvidar que cada una de las partes tiene sus propios intereses económicos, lo que puede dar origen a disputas.

1.2.3 Participantes de un contrato de construcción

En un contrato de construcción, participan el Mandante (propietario o dueño), quien es el que realiza la inversión, desarrollando el proyecto según sus intereses, y el Constructor, que es la empresa que ejecuta las obras especificadas en el contrato.

1.2.4 Tipos de contratos de construcción

Cárdenas (2009), declara que los contratos de construcción se diseñan fundamentalmente en base a las etapas del proyecto que se encomiendan al contratista, y según el precio y forma de pago en que el mandante cancelará los trabajos al constructor. De este modo, los contratos se pueden clasificar de acuerdo a su alcance y de acuerdo a su precio y forma de pago.

a. Clasificación de contratos de acuerdo a su alcance

En el desarrollo de un proyecto, se pueden celebrar distintos tipos de contratos, dependiendo de las etapas del proyecto que abarque la tarea del contratista. De esta manera, existen contratos tales como:

- **Ingeniería (E).** Este tipo de contrato se refiere única y exclusivamente a la etapa de diseño de un proyecto.
- **Ingeniería y Adquisiciones (EP).** La empresa contratada es responsable de la ejecución del diseño del proyecto y la adquisición de equipos y/o materiales que requiera la obra.
- **Ingeniería, Adquisiciones y Construcción (EPC).** El contratista debe realizar el diseño del proyecto, suministrar equipos y/o materiales y ejecutar las obras de construcción.
- **Ingeniería, Adquisiciones y administración de la construcción (EPCM).** A diferencia del tipo de contrato anterior, en el contrato EPCM, el contratista no tiene la responsabilidad de construir, pero si debe administrar su ejecución, pasando a ser un contratista principal que deja a cargo de la construcción a una empresa subcontratada.
- **Construcción (C).** En este contrato, se encarga al contratista solamente la ejecución de la obra.
- **Diseño y construcción (D&B).** El contratista es responsable de ejecutar el diseño del proyecto y llevar a cabo los trabajos de construcción.
- **Contrato de Concesión de Obra Pública.** Definido como el derecho que el Estado entrega a particulares para la ejecución, conservación y explotación de una obra pública fiscal, constituida sobre bienes nacionales de uso público o fiscales, sujeto a un plazo determinado, en que el pago de la inversión y costos operacionales son de

cargo del concesionario, lo que puede ser complementado por un sistema de aporte o pagos del Estado al concesionario. A su vez, el concesionario percibe ingresos por la explotación del servicio de las obras.

b. Clasificación de contratos de acuerdo a su precio y forma de pago

Los tipos de contratos más comunes, según su precio y forma de pago son:

- **Contrato a Suma Alzada:** El contratista se compromete a ejecutar la obra en los plazos establecidos, según planos y especificaciones, por un precio global e invariable, fijado de antemano (Artículo 2003 del Código Civil). El contrato a suma alzada establece un monto global, fijo, por las obras a realizar, atendiendo el alcance de las mismas. La aplicación de esta modalidad requiere haber desarrollado la ingeniería completa del proyecto o sub. proyecto, o estudiar de forma acabada el proyecto de manera de conocer con exactitud sus especificaciones, obras físicas, listado de equipos, cubicaciones de suministros y recursos involucrados en la ejecución. Sin información a este nivel de detalle, la empresa constructora es incapaz de presentar un presupuesto técnicamente sustentable, pudiendo entrar en el desarrollo del proyecto en pérdidas que hace poco sustentable su término.

Esta modalidad se desarrolla principalmente en proyectos que están muy bien acotados y con sus proyectos de especialidad terminados, ya que es la única forma de que las constructoras o proponentes puedan desarrollar un presupuesto con todos los antecedentes. De esta misma forma los proyectos denominados *Fast track* en los cuales la ingeniería se desarrolla en conjunto con las obras, esta modalidad de contrato no es muy aplicada salvo para paquetes básicos de trabajos iniciales.

La ventaja de este tipo de contrato es su costo final conocido tanto para el mandante y la constructora, por lo que puede desarrollar estimaciones de costos y plazos que le permiten saber y establecer el resultado final de la obra.

- **Contratos por Administración Delegada:** Esta modalidad establece el pago de un precio igual a los costos (estimados), más un honorario por administración, dentro de estos honorarios se establece los gastos de supervisión general y la utilidad esperada.

Sin embargo, esta modalidad, así planteada, hace descansar toda la responsabilidad de los costos en el contratante, pues el contratista no tiene incentivos para el control del presupuesto. De la misma forma, tampoco existen premios que incentiven acortar el plazo de la ejecución de la obra.

- **Contrato por Precios Unitarios:** Este tipo de contrato de obra resulta básicamente de multiplicar la cantidad de obra por su precio unitario. Es decir, para un contrato de n partidas diferentes el precio está definido por:

$$\text{PRECIO} = \sum (\text{Qi} \times \text{Pi}) + \text{CI}$$

Q = Cantidad de obra de Partida i

P = Precio Unitario de la Partida i

CI = Costos Indirectos.

Frecuentemente los proyectos que adoptan esta modalidad de pago son aquellos que las obras físicas no son conocidas con exactitud, por lo que es el Contratante usuario asume la responsabilidad por controlar esa variable y los aumentos imprevistos que ocurran. Por otra parte, los precios unitarios convenidos caen exclusivamente desde del ámbito del control de contratista. Cabe mencionar que los precios unitarios de esta modalidad son relacionados a un volumen estimado de obra por lo que es bueno dejar estipulado en contrato los posibles reajustes de precios por mayores volúmenes o definiendo precios según rango de volúmenes de obra a ejecutar. Lo anterior si bien sale un poco del espíritu de la modalidad del precio unitario es conveniente tenerlo presente bajo los criterios antes indicados de las relaciones contractuales.

La aplicación del contrato de precios unitarios necesita de precisiones muy rigurosa de las características técnicas de los respectivos trabajos, y exactitud de las mediciones de la variable cantidad durante la ejecución. Es decir, realizar mediciones de las unidades contratadas de forma exacta de manera de que el presupuesto se ajuste a la realidad desarrollada.

CAPITULO 2: ANTECEDENTES GENERALES

2.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

Castillo y Valverde (2008). La Empresa Nacional del Petróleo fue creada el 19 de junio de 1950 por el Estado de Chile. Su giro comercial es la exploración, producción y comercialización de hidrocarburos y sus derivados, lo cual realiza tanto en Chile como en el extranjero.

ENAP constituye una red de negocios en el campo del petróleo, el gas natural y otros productos energéticos como el Gas Natural Licuado y la geotermia.

ENAP desarrolla sus actividades productivas con el respaldo de su “saber hacer” que le aportan sus trabajadores, profesionales y ejecutivos; con tecnología de punta; infraestructura moderna; gestión de calidad, respeto por el medio ambiente y productos altamente competitivos. En Chile ENAP y sus filiales realizan sus actividades en un ambiente de economía abierta, donde cualquier inversionista puede explorar, explotar, refinar, importar y distribuir productos y subproductos de hidrocarburos.

2.1.1 ENAP Refinerías S.A.

ENAP (2017). ENAP Refinerías S.A., es una filial de ENAP que comenzó a operar el 1 de enero de 2004, producto de la fusión de las Refinerías Petrox S.A. y RPC S.A. Estas dos empresas que hasta entonces operaban como sociedades independientes, pasaron a llamarse ENAP Refinería Bio Bío y ENAP Refinería Aconcagua respectivamente, y sus activos quedaron en manos de ENAP Refinerías S.A.

A partir de esta fusión, la nueva empresa se convirtió en la mayor compañía de refinación de petróleo de la costa Pacífico de Sudamérica, con una capacidad de refinación de 220.000 barriles diarios.

ENAP Refinerías S.A., es una sociedad anónima cerrada, que se somete voluntariamente a las normas aplicables a las sociedades anónimas abiertas y a la

Fiscalización de la Superintendencia de Valores y Seguros. Está inscrita en esta entidad con el número 833, proveído el 25 de junio de 2004.

Los accionistas de ENAP Refinerías S.A. son ENAP y la Corporación de Fomento de la Producción (Corfo), con participaciones de 99,96% y 0,04% respectivamente en el capital social de la sociedad.

2.1.2 Misión ENAP Refinerías S.A.

ENAP (2017). Empresa de energía, 100% del Estado de Chile, líder en hidrocarburos, integrada, que provee productos y servicios que satisfacen las necesidades de sus clientes y contribuye al desarrollo sustentable de los países y de las comunidades en que se inserta, operando en forma competitiva y rentable.

2.1.3 Visión ENAP Refinerías S.A.

Asegurar un abastecimiento de energía competitivo tanto en precio como en calidad, lograr la preferencia de nuestros clientes, siendo líderes como operador comercial y logístico, trabajando con los mejores niveles de eficiencia y confiabilidad y con los más altos estándares de seguridad y prevención de accidentes e incidentes. Ello, con un equipo competente, colaborativo y comprometido, siendo reconocidos como empresa líder en desarrollo sustentable que respeta las comunidades donde se inserta y valorada por su preocupación por el medio ambiente.

2.1.4 Estructura Organizacional

ENAP (2017). La Empresa Nacional del Petróleo es una empresa del Estado de Chile, cuyo giro comercial es la exploración, producción y comercialización de hidrocarburos y sus derivados. Desarrolla actividades en toda la cadena de valor de la industria petrolera.

ENAP está organizada en tres Líneas de Negocios: Exploración y Producción (E&P), Refinación y Comercialización (R&C) y Gas y Energía (G&E). Cuenta con dos filiales: ENAP Sipetrol S.A. y ENAP Refinerías S.A. Las Líneas de E&P y R&C están presentes con sus operaciones en el complejo productivo ubicado en la Región de

Magallanes, donde la empresa explota los únicos yacimientos de hidrocarburos con valor comercial descubiertos hasta ahora en Chile. En tanto que la administración central de la compañía se realiza desde la Casa Matriz, ubicada en Santiago de Chile.

Ambas Líneas de Negocios están presentes con sus operaciones en el complejo productivo ubicado en la Región de Magallanes, donde la empresa explota yacimientos de hidrocarburos con valor comercial. La administración central de la compañía está en la Casa Matriz, ubicada en Santiago de Chile.

2.1.5 Plantas de ENAP Refinerías S.A.

ENAP (2017). ENAP Refinerías S.A. opera las Refinerías Aconcagua y Bío Bío y los terminales portuarios de Quintero (Quinta Región) y San Vicente (Octava Región). A través del Departamento de Almacenamiento y Oleoductos (DAO) opera las plantas de almacenamiento de combustibles de Maipú, San Fernando y Linares; y el oleoducto que corre entre Refinería Bío Bío y la planta de San Fernando. Además, es propietaria del Terminal Vinapu, en Isla de Pascua, cuya misión es abastecer con combustibles este territorio insular chileno.

▪ Refinería Aconcagua

Inaugurada el 12 de noviembre de 1955, esta fue la primera refinería de ENAP y de Chile. Comenzó a operar sólo cinco años después de que se fundó ENAP, para procesar el crudo que se extraía en Magallanes. Se ubica en la Comuna de Concón, Quinta Región y tiene una capacidad de procesamiento de 18.000 metros cúbicos/día de petróleo crudo. Su mercado natural más importante es el de la Región Metropolitana.

▪ Refinería Bío Bío

Inaugurada el 29 de julio de 1966, esta Refinería de ENAP vino a complementar la producción de combustibles que paulatinamente fue requiriendo el incremento de la demanda nacional. Actualmente tiene una capacidad de procesamiento de crudo de 18.000 metros cúbicos/día.

Se ubica en la Comuna de Hualpén, Octava Región, y en torno a ella se levanta el más importante complejo petroquímico y energético del país, con alrededor de 20 industrias que operan con materias primas aportadas por Refinería Bío Bío.

Forman parte del complejo industrial de Refinería Bío Bío el terminal portuario de San Vicente y el oleoducto que se extiende entre la misma Refinería y la planta de almacenamiento ubicada en San Fernando.

2.1.6 Líneas de negocios

- **Exploración y Producción (E&P)**

ENAP (2017). Tal como su nombre lo indica, la Línea de Exploración y Producción de ENAP se especializa en realizar las actividades exploratorias, de desarrollo y explotación de hidrocarburos (petróleo y gas natural) y de la geotermia. Estas actividades las realiza en Chile y el extranjero. En este último caso, a través de la filial internacional ENAP Sipetrol S.A.

- **Refinación y Comercialización (R&C)**

La Gerencia de Refinación y Comercialización es el área de ENAP encargada de desarrollar las actividades relacionadas con la producción de combustibles y otros productos derivados del petróleo (solventes, bases para fabricación de asfaltos, etileno y otros productos petroquímicos), además de realizar el manejo de la infraestructura logística para el transporte y almacenamiento de éstos, para su posterior comercialización en el mercado nacional. Asimismo, es responsable del desarrollo de nuevos mercados y productos, entre los cuales destaca la puesta en marcha del mercado del gas natural proveniente de GNL Quintero.

- **Gas y Energía (G&C)**

Con fecha 14 de julio de 2014 se constituyó la tercera línea de negocios de ENAP, Línea de Gas y Energía, cuya misión es liderar las iniciativas y proyectos para promover el uso del Gas Natural Licuado (GNL) en la matriz energética nacional, en línea con los objetivos propuestos para nuestra compañía en la Agenda Energética del Gobierno.

2.1.7 Áreas de la empresa

La estructura organizacional de ENAP se compone de un Directorio, del cual dependen Auditoría y la Gerencia General. A su vez, de la Gerencia General dependen las siguientes unidades:

• Gerencia de Exploración y Producción	• Gerencia de Servicios
• Gerencia de Refinación y Logística	• Gerencia de Recursos Humanos
• Gerencia de Planeamiento y Gestión	• Gerencia Comercial
• Gerencia de Finanzas	• Dirección de Comunicaciones
• Fiscalía	

2.2 ENAP REFINERÍAS BIO BÍO

ENAP (2017). ENAP Refinerías Bio Bío es una empresa perteneciente al grupo ENAP S.A. (ERSA) en un 99,95% y el resto a la Corporación de Fomento de la Producción (Corfo). Sus operaciones comenzaron el 29 de julio de 1966 y desarrolla sus actividades en la comuna de Hualpén, Octava región del Bio Bío, ubicada a 8 kilómetros del puerto de San Vicente. Actualmente tiene una capacidad de procesamiento de crudo de 18.000 metros cúbicos/día. En torno a ella se levanta el más importante complejo petroquímico y energético del país, con alrededor de 20 industrias que operan con materias primas aportadas por Refinería Bio Bío.

2.2.1 Áreas funcionales de ENAP Refinería Bio Bío

- Departamento de Compensaciones y Gestión de personas
- Departamento de Desarrollo Organizacional
- Departamento de Relaciones Laborales
- Departamento de Ingeniería
- Departamento de Operaciones
- Departamento de Mantención
- Departamento HSEQ

2.2.2 Organigrama ENAP Refinerías Bio Bío

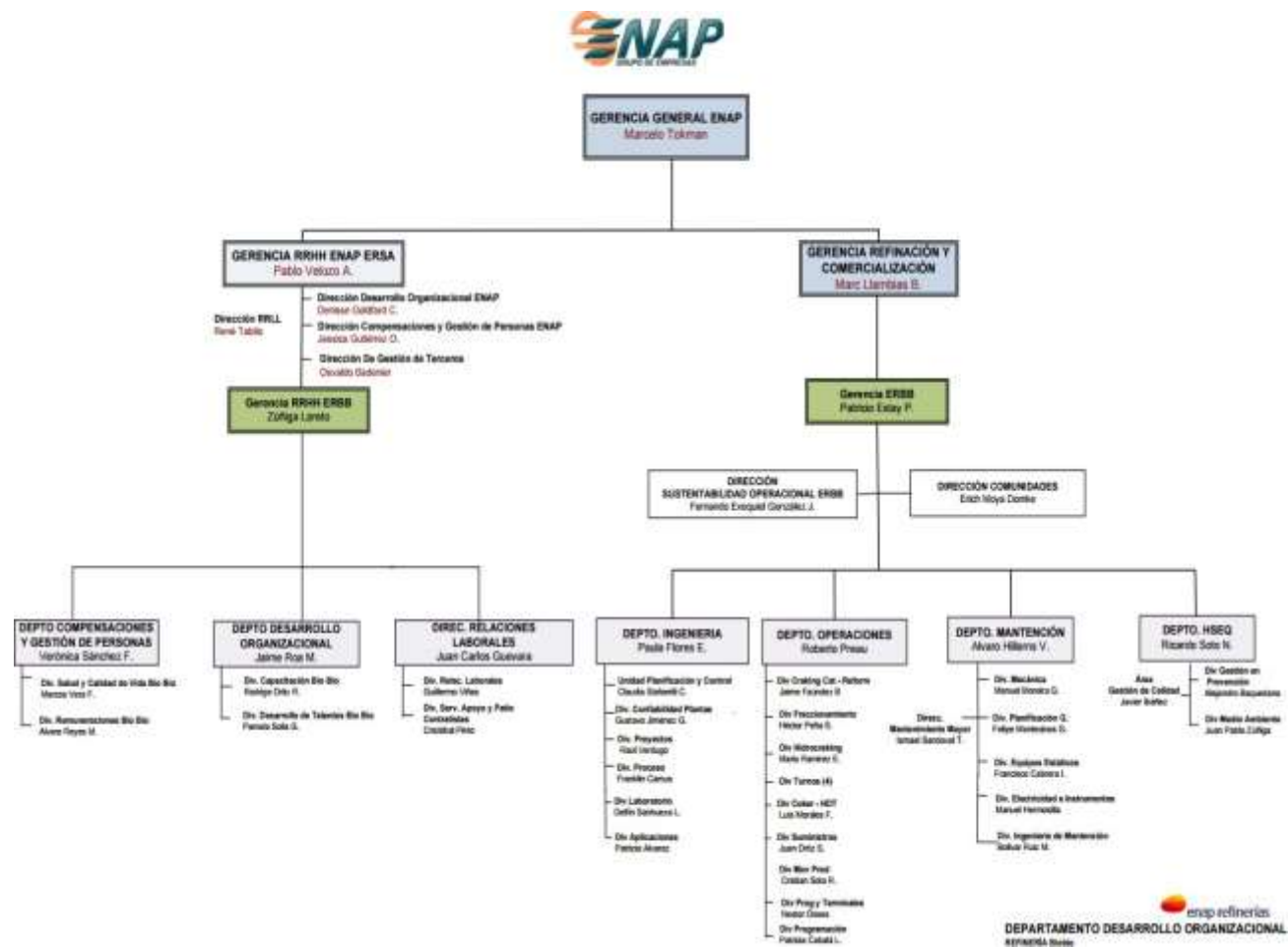


Ilustración 1: Organigrama ENAP Refinería Bio Bío
Fuente: www.enap.cl

2.2.3 Descripción Unidad de Planificación y Control

La Unidad de Planificación y Control perteneciente al Departamento de Ingeniería de ENAP Refinería Bio Bío, tiene como objetivo principal apoyar con información relevante para una gestión adecuada del departamento en la planificación y control de las distintas actividades asociadas al departamento y apoyando en el cumplimiento de las mismas.

Todo esto a través de:

- Apoyo en la planificación, control y seguimiento de avance físico y financiero de los proyectos e iniciativas operativas de acuerdo a la metodología de Gestión Integral de Proyectos e Iniciativas.
- Apoyo en el levantamiento de necesidades y programación de actividades, producto del procedimiento integral de compras y contratación.
- Liberar el presupuesto financiero necesario para poner en marcha los proyectos requeridos por las distintas divisiones del departamento.

Por otra parte, asesora a los usuarios en cuanto al tipo de contrato específico que debe ser conciliado con el oferente u empresa contratista, y realiza un seguimiento y levantamiento de información relevante para cumplir con los plazos y costos de los proyectos.

2.2.4 Principales funciones y responsabilidades

➤ Iniciativas y Proyectos

Control en el cumplimiento de la metodología Gestión Integral de Proyectos de la cartera de iniciativas operativas ENAP Refinería Bío Bío. Emisión de informes consolidados de control de avance físico y financiero, así como también apoyo en el control de desviaciones y reformulación, apoyo en el cierre contable y administrativo de proyectos e iniciativas. Coordinación de la comunicación y requerimientos de información de la Gerencia Local, Gerencia de integridad Operacional y Gerencia de Desarrollo, así como también apoyo en la implementación de los lineamientos corporativos de la Gerencia de Planeamiento y Gestión.

➤ Administración de Contratos y Materiales

- Realizar recomendaciones basadas en la normativa para mejorar la gestión, optimizar tiempo y recursos.
- Apoyo en el levantamiento de necesidades y programación de las actividades producto del proceso integral de contratación y compras.
- Controlar avance de estas actividades, apoyo en la elaboración de formularios de presupuesto, minutas de contratación o modificación de contratos, apoyo en el análisis de las ofertas técnicas y económicas entregadas por los contratistas.
- Seguimiento de los contratos vigentes del Departamento, (Consumos, pagos, contratos por proveedor, etc.) crear HES, entre otros.

➤ Gestión Operativa

Apoyo en la generación de indicadores claves de desempeño que permitan accionar una gestión adecuada levantando brechas que lleva el sistema a una mejora continua. Recopilación y análisis de los datos generados por las diferentes Divisiones del Departamento de Ingeniería, elaborando un informe de gestión mensual. Asimismo, asesorar al Departamento de Ingeniería sobre las desviaciones respecto de las metas impuestas, proponiendo posibles soluciones a las mismas.

➤ Control de Presupuesto

Apoyo en la elaboración y el control e identificación de desviaciones en el presupuesto operativo de cada División del Departamento.

➤ Prevención de Riesgos

Controlar e informar avance mensual del PTR de cada División del Departamento de Ingeniería, hacer seguimiento y control de estado de avance del SGI, “YO REPORTO”.

CAPITULO 3: IDENTIFICACIÓN DEL MODELO DE ESTIMACIÓN DE DESVIACIONES PRESUPUESTARIAS

3.1 ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF COST ENGINEERING (AACE International)

Fundada en 1956 como la American Association of Cost Engineers para el avance en la ciencia y el arte de la ingeniería de costos, actualmente la Association for Advancement of Cost Engineering (AACE International), es una organización internacional, sin fines de lucro, presente en 87 países, posee 83 secciones, con más de 8.600 miembros a nivel internacional y una Autoridad Mundial en el Total Cost Management (TCM).

3.1.1 Sistema de clasificación estimados de costos

Valdez (2016) declara que AACE International, provee principios generales para la clasificación de estimados de costos de los proyectos, por ejemplo, estimados de costos que se usan para evaluar, aprobar, y/o asignar fondos para los proyectos. El sistema de clasificación de los estimados de costos mapea las fases y etapas de la estimación del costo del proyecto junto con una matriz genérica de definición de la madurez en el alcance del proyecto y calidad, que puede aplicarse en una amplia variedad de industrias de procesos.

El propósito general de esta práctica recomendada es proveer a la industria de procesos con una matriz de definición de la madurez en el alcance del proyecto. También provee una representación aproximada de la relación de datos de entrada específicos para el diseño y la madurez de los entregables de diseño con la precisión del estimado y la metodología usada para producir el estimado de costos. El rango de la precisión del estimado es dirigido por muchas otras variables y riesgos, es así que la madurez y calidad de la definición del alcance disponible al momento del estimado no es el único determinante de la precisión; se requiere un análisis de riesgo para dicho propósito.

Uno de los propósitos de la clasificación de estimados de costos es alinear el proceso de estimación de costos, con el desarrollo del alcance del proyecto y el proceso de toma de decisiones.

Esta matriz provee un resumen de las características de las cinco clases de estimados. El nivel de madurez de la definición del proyecto es el único elemento determinante de la característica de la clase.

CLASE DEL ESTIMADO	Característica Primaria	Característica Secundaria		
	NIVEL DE MADUREZ DE LA DEFINICIÓN DE LOS ENTREGABLES DEL PROYECTO Expresado como % de la definición completa	USO FINAL Propósito típico del estimado	METODOLOGIA Método típico de la estimación	RANGO ESPERADO DE PRECISION Variación típica en rangos bajos y altos
Clase 5	0% a 2%	Evaluación Conceptual	Factores por capacidad, modelos paramétricos, juicio, o analogía	I: -20% a -50% S: +30% a +100%
Clase 4	1% a 15%	Estudio o factibilidad	Factores de equipos o modelos paramétricos	I: -15% a -30% S: +20% a +50%
Clase 3	10% a 40%	Autorización de presupuesto o control	Costos unitarios semi detallados con ítems de línea de nivel de ensamblaje	I: -10% a -20% S: +10% a +30%
Clase 2	30% a 75%	Control o oferta	Costo unitario detallado con metrado forzado detallado	I: -5% a -15% S: +5% a +20%
Clase 1	65% a 100%	Estimado para chequeo o oferta	Costo unitario detallado con metrados detallados	I: -3% a -10% S: +3% a +15%

Tabla 1: Matriz de clasificación de estimados de costos para las industrias de procesos
Fuente: AACE International

3.2 METODOLOGÍA GESTIÓN INTEGRAL DE PROYECTOS (MGIP)

Para la industria del petróleo el éxito o el fracaso en la agregación de valor mediante la implementación de proyectos, dependerá de cuán bien la totalidad de la Empresa, gestiona sus propios proyectos.

En este sentido se ha planteado la aplicación de la **Metodología de Gestión Integral de Proyectos e Iniciativas de ENAP (MGIP)** como lineamiento para llevar a cabo esta gestión

y cuyo objetivo principal es mejorar los actuales procesos de formulación, planificación, toma de decisiones y ejecución de proyectos e iniciativas.

La metodología que propone esta guía está sustentada, fundamentalmente, en un modelo de maduración y un proceso de planificación de la inversión y desarrollo conjunto e integrado, entre los equipos de proyectos y las gerencias funcionales, lo que permitirá, a toda la organización, seleccionar e implementar las mejores oportunidades, optimizando al mismo tiempo, el uso de los recursos y los resultados globales de los proyectos.

3.2.1 Objetivos de la MGIP

Establecer un proceso formal, de aplicación uniforme y única en ENAP, permitiendo disponer de un mecanismo de gestión, análisis, autorización y control de las inversiones, que conduzcan a mantener o incrementar su valor económico y, al mismo tiempo, gestionado el conocimiento por medio de la capitalización de la experiencia.

La **MGIP** considera los siguientes objetivos:

- Alinear la metodología de Dirección de Proyectos en ENAP, con las mejores prácticas de gestión en uso en empresas del sector petrolero, que permitan definir y capturar las metas de agregación de valor.
- Definir lineamientos comunes y formales, que potencien la dirección y gestión de los proyectos.
- Mejorar la gestión del conocimiento, aprendizaje y mejoramiento continuo.
- Mejorar la planificación y evaluación de actividades, incorporando la gestión de riesgos.
- Lograr mayor entendimiento de roles y responsabilidades de los participantes en la gestión de los proyectos.

Con el propósito de lograr los objetivos anteriores, se identifican específicamente los siguientes elementos:

- Cinco etapas secuenciales para el desarrollo de los Proyectos e Iniciativas:
 1. Evaluación
 2. Selección

3. Definición
4. Ejecución
5. Cierre y/o Entrada en Operación

- Procesos Técnicos y de Gestión que apoyan la gestión de los Directores como mejores prácticas recomendadas.
- Requerimientos y documentos necesarios para avanzar entre las etapas, en las cuales existen Hitos de decisión, llamados Puertas, en que las Gerencias Funcionales o Comités de Decisión, definen la continuación, postergación o cancelación de los Proyectos o Iniciativas en curso.

3.2.2 Beneficios de la MGIP

ENAP se ha propuesto como objetivo mejorar la efectividad en la utilización de los recursos dispuestos para la materialización de las oportunidades de agregación de valor, a través de un mejoramiento progresivo del desempeño de los Proyectos de Inversión e Iniciativas Operacionales que ésta lleva a cabo, denominados en esta MGIP indistintamente como “Proyectos”.

Como medio para el logro de este objetivo se ha desarrollado la presente MGIP, de cuya aplicación se espera obtener como principales beneficios:

- Establecer un proceso estándar único y disciplinado de Gestión de Proyectos, que pueda ser utilizado en todos los “Proyectos” que se emprenden.
- Integrar a las Gerencias/Unidades Funcionales, con el objeto de asegurar que las oportunidades de negocio sean cuidadosamente analizadas y que el mejor “Proyecto” sea seleccionado para ejecutarlo.
- Proveer puntos de decisión conocidos, que van a asegurar que el “Proyecto”, siempre estará alineado con la estrategia.
- Proveer un claro proceso de planificación y elaboración de los entregables técnicos y de gestión, lo cual exige la participación integrada de equipos transversales, que aseguran la calidad técnica de dichos entregables.
- Evitar que la etapa de ejecución de los “Proyectos” sea iniciada antes de contar con un alcance bien definido, asegurando niveles de incertidumbre y riesgos aceptados por la Administración.

- Constituir un camino para que en el mediano plazo se pueda lograr una competencia estratégica en la Gestión de “Proyectos”, promoviendo una cultura de negocios y gestionando la experiencia a través de las Lecciones Aprendidas y Gestión del Conocimiento.
- Establecer los roles y responsabilidades, adicionales a los definidos en el Manual de Inversiones, de acuerdo al ámbito de participación de los miembros de los Equipos de “Proyectos”.

3.2.3 Proceso para el desarrollo de proyectos

El proceso adoptado por ENAP para desarrollar sus “Proyectos” se basa en la metodología de aprobaciones sucesivas, con un claro énfasis en la Planificación, lo que permite capturar el mayor valor posible de cada “Proyecto”. Internacionalmente este proceso se conoce con el nombre de Stages-Gate Project Management y es utilizado por la mayoría de las empresas del sector petrolero para ir tomando las decisiones de inversión secuencialmente, según el mérito de los resultados que se obtengan en el desarrollo de sus etapas, desde su concepción hasta su materialización definitiva.

Previo al inicio de las Etapas del presente proceso y que esta Guía (MGIP) no contempla en detalle, está la “Generación de Ideas”, la que surge al interior de las Gerencias Funcionales como parte de sus propuestas a considerar. Estas ideas previas, son analizadas y seleccionadas por las Gerencias de Línea, en caso de R&C e E&P, y por el Gerente General, para el caso de las Gerencias Transversales. Las ideas seleccionadas pasan a constituir un “Ante-Proyecto”, que será la entrada al Proceso que se describe en esta Guía.

Las etapas que conforman el proceso son: Evaluación, Selección, Definición, Ejecución, Cierre y Operación.



*Ilustración 2: Etapas del proceso de desarrollo de proyectos
Fuente: MGIP*

Las premisas subyacentes a esta metodología son, que el éxito en la materialización de los “Proyectos” se logra mediante:

Un enfoque sistemático de ejecución de “Proyectos” que Mejora las prácticas de gestión de proyecto.

- Divide el proyecto en partes más manejables.
- Un proceso secuencial de decisiones y desarrollo de entregables
- Metas de logro realistas desde su concepción.
- Buenas decisiones, basadas en la alta calidad técnica de los entregables, involucrando al equipo del proyecto con una clara estructura de gestión
- Facilita la aplicación temprana de mejoras (métodos de agregación de valor) tales como: workshops de selección de tecnología, diseño de instalaciones, aseguramiento e integridad operacional, benchmarking, registro de objetivos del caso de negocio, lecciones aprendidas, revisión de pares, etc. en todas las etapas del proceso.
- Roles y responsabilidades claros y definidos, para las personas que participan del proceso y en especial para los que forman parte del equipo del proyecto.

- Salvaguardando y verificando la creación de valor, en todas las etapas del proyecto.

Entre los objetivos fundamentales de un proceso efectivo de revisión y aprobación está el reducir el riesgo del proyecto lo antes posible, como base para decidir si se debe continuar invirtiendo en un proyecto. Esto se debe lograr con el mínimo gasto posible y con el esfuerzo administrativo más bajo posible, lo que aumenta la generación de valor en el proceso total del proyecto.

Al final de cada una las tres primeras etapas, hay un punto de decisión llamado Puerta de Decisión (PD), donde una instancia ejecutiva se pronunciará sobre la continuidad del proyecto. La decisión de continuar depende del cierre satisfactorio de la etapa precedente, la confirmación suficiente del caso de negocio, el estimado de presupuesto y recursos necesarios para completar la etapa siguiente. El equipo de proyecto propondrá los pasos a seguir en cada PD si tiene la información suficiente y necesaria para la toma de decisión. Antes de abordar cada PD, se debe revisar el cumplimiento del objetivo de la etapa precedente contestando las siguientes preguntas:

Etapas	Puerta	Objetivo
Evaluación	PD1	¿Hemos identificado una gama completa de alternativas, estrategias y escenarios?
Selección	PD2	¿Se ha escogido la alternativa óptima?
Definición	PD3	¿Esta todo considerado para asegurar el éxito?

Ilustración 3: Objetivos puertas de decisión
Fuente: MGIP

La Figura de a continuación describe las etapas del desarrollo de los Proyectos, desde el momento en que se acepta el anteproyecto, pasando por las distintas instancias de análisis y decisión, hasta la ejecución y cierre y puesta en operación del Proyecto.



*Ilustración 4: Etapas Proceso y de decisión de Desarrollo “Proyectos” de ENAP
Fuente: MGIP*

3.2.4 Procedimiento de Estimación de Costos

Este procedimiento provee una guía para la aplicación de principios generales de clasificación para estimar el costo de un proyecto. El sistema de clasificación para costos estimados muestra las etapas, según la MGIP y niveles del costo estimado del proyecto en cada etapa.

Este procedimiento será de aplicación principalmente para proyectos industriales y de instalaciones de superficie.

3.2.5 Clasificación de los Estimados de Costo

Para la MGIP, el nivel de definición del proyecto determinará la clase del estimado de costo. Las otras dos características son secundarias y generalmente se correlacionan con el nivel de definición del proyecto.

La clasificación toma como base el Sistema AACE (Association for the Advancement of Cost Engineering).

Esta matriz y guía provee un sistema de clasificación estimada.

CLASE ESTIMADA	Características primarias	Características secundarias	
	NIVEL DE DEFINICIÓN DEL PROYECTO	ETAPA DEL PROYECTO	PRECISION ESPERADA, RANGO Variaciones típicas en <u>bajos</u> y <u>altos</u> rangos (a)
Clase 5	Ideas. Muy poca definición	Evaluación de Ideas	Baja: -20% a -50% Alta: +30% a +100%
Clase 4	Ingeniería Conceptual del Proyecto Aprobada	Selección	Baja: -15% a -30% Alta: +20% a +50%
Clase 3	Ingeniería Básica del Proyecto Aprobada	Definición	Baja: -10% a -20% Alta: +10% a +30%
Clase 2	Presupuesto, Ingeniería de Detalle Aprobada	Ejecución	Baja: -5% a -15% Alta: +5% a +20%
Clase 1	Obtenido durante la ejecución (As Built)	Puesta en Marcha / Evaluación	Baja: -3% a -10% Alta: +3% a +15%

*Ilustración 5: Matriz de clasificación de costos estimados MGIP-ENAP
Fuente: MGIP*

▪ **Estimado de Costos Clase 5:**

El estimado clase 5 es preparado por los distintos responsables funcionales en el equipo de proyecto, conformado durante la etapa de evaluación de ideas, en base a información limitada, sobre la información que se tiene del ante-proyecto y la información de las distintas opciones de desarrollo del proyecto. Se tiene un alto nivel de incertidumbre, por lo que a consecuencia de los riesgos se debe incluir un alto nivel de contingencia.

El estimado clase 5, será preparado en una limitada cantidad de tiempo y con poco esfuerzo.

▪ **Estimado de Costos Clase 4:**

El estimado clase 4 se prepara sobre la alternativa seleccionada, dado que la otra alternativa ya ha sido desechada durante el Grupo de Revisión del Proyecto de la etapa de Selección.

Para este estimado se tiene realizada la Ingeniería conceptual/similar, por lo que podrá contarse con información como: capacidad de la planta, los esquemas de bloques, se indica

diseño, diagramas de flujo de procesos (PFD) para el proceso principal, sistemas y procesos preliminares de ingeniería y de servicios públicos, listas de equipo. Se debe actualizar el listado de supuestos del proyecto, que permita determinar el nivel de riesgo y las contingencias asociadas.

El estimado clase 4 es realizado por los responsables funcionales del Equipo del proyecto estructurado para la etapa de Selección y es coordinado por el Director del Proyecto.

▪ **Estimado de Costos Clase 3:**

El estimado de costos clase 3 se desarrolla durante la etapa de definición posterior a la realización de la ingeniería básica/similar: flujo del proceso, diagramas de flujo, tuberías preliminares y diagramas de instrumentos, plano del terreno, desarrollo de dibujos de diseño, y el proceso de ingeniería y de utilidades, listas de equipo, entre otros.

El estimado clase 3 es realizado por los responsables funcionales del equipo del proyecto estructurado para la etapa de definición y es coordinado por el director del Proyecto. Este estimado es la entrada a la etapa de ejecución del proyecto.

▪ **Estimado de Costos Clase 2:**

El estimado de costo clase 2 conformara la línea base de control donde se controla todo el trabajo del proyecto en términos de costos. El estimado de costo clase 2 es preparado una vez que se completa la ingeniería de detalle/similar: diagramas de flujo, diagramas de tuberías e instrumentos, balances de materiales, plano del terreno final, planos finales de diseño, listas de equipo, diagramas de una sola línea para el equipo eléctrico, aparatos eléctricos utilizados, cualidades del proveedor, los planes detallados de ejecución de proyecto, recursos y planes de trabajo pesado, etc.

El estimado clase 2 es realizado por los responsables funcionales del Equipo del proyecto estructurado para la etapa de Ejecución y es coordinado por el Director del Proyecto. Este estimado se realiza durante la etapa de Ejecución del proyecto.

▪ **Estimado de Costos Clase 1:**

El estimado clase 1 será el resultado de la ejecución propia del desarrollo del proyecto. Se irá complementando el estimado a medida que se vaya desarrollando la ejecución del proyecto.

El estimado clase 1 es compilado por el equipo de gestión del proyecto y es coordinado por el Director del Proyecto. Permite comparar los costos obtenidos durante la ejecución con los costos establecidos en la línea base de costos del proyecto.

3.2.6 Nivel de información en cada estimado de costo

El siguiente cuadro muestra los niveles mínimos de información que tendrá cada tipo de estimado de costo, de acuerdo a la etapa del ciclo de vida en que se está desarrollando.

ESTIMADO DE COSTOS (ETAPA)					
Información del Proyecto	CLASE 5 (Ev. de Ideas)	CLASE 4 (Selección)	CLASE 3 (Definición)	CLASE 2 (Ejecución)	CLASE 1
Descripción del Alcance del Proyecto	General	Preliminar	Definido	Definido	Definido
Planta de producción	Supuesto	Preliminar	Definido	Definido	Definido
Planta de ubicación	General	Aproximado	Específico	Específico	Específico
Suelos e hidrología	Ninguno	Preliminar	Definido	Definido	Definido
Plan de Ejecución del Proyecto	Preliminar	Preliminar	Definido	Definido	Definido
Estrategia de Contratación	Supuesto	Supuesto	Preliminar	Definido	Definido
Estructura Desglose del Proyecto	Ninguno	Preliminar	Definido	Definido	Definido
Codificación de cuentas del Proyecto	Ninguno	Preliminar	Definido	Definido	Definido
Riesgos del Proyecto	Supuestos	Preliminar	Definido	Definido	Definido
Información de las Ingenierías					
Diagramas de bloques de flujo	Supuesto	Preliminar	Definido	Definido	Definido
Planos		Supuesto	Preliminar	Definido	Definido
Diagramas de flujo		Supuesto	Preliminar	Definido	Definido
Utilización de diagramas de flujo		Supuesto	Preliminar	Definido	Definido
Diagramas de instrumentos y tuberías		Supuesto	Preliminar	Definido	Definido
Prueba y balance de materiales		Supuesto	Preliminar	Definido	Definido
Proceso de la lista de equipo		Supuesto	Preliminar	Definido	Definido
Utilidad de la lista de equipos		Supuesto	Preliminar	Definido	Definido
Diseños eléctricos		Supuesto	Preliminar	Definido	Definido
Especificaciones técnicas		Supuesto	Preliminar	Definido	Definido
Disposición de equipos de dibujo		Supuesto	Preliminar	Definido	Definido
Listado de piezas de repuesto			Preliminar	Definido	Definido
Dibujos mecánicos			Preliminar	Definido	Definido
Instrumentos			Preliminar	Definido	Definido
Diseños estructurales			Preliminar	Definido	Definido

*Tabla 2: Nivel de información en cada estimado de costo
Fuente: MGIP*

3.2.7 Procedimientos necesarios para un adecuado control de costo

Para llevar adelante un adecuado Control de Costos, se deberán desarrollar e implementar al menos los siguientes procedimientos:

- Registro de compromisos
- Aprobación de Pagos.
- Control de Desviaciones y Manejo de Contingencia.
- Proyección de Costos Finales
- Conciliación Contable y Revisión del Cargo
- Proceso de Información de Costos a estamentos superiores.

3.2.8 Fuentes típicas de riesgo relativas al costo del proyecto

- Fluctuaciones económicas: impacto de variaciones de tipo de cambio. Se debe analizar cómo impactarían los costos de inflación y el riesgo cambiario. En función de estos análisis se pueden generar alternativas y cambiar las estrategias si el riesgo es alto.
- Cambios en la legislación: cambian los impuestos, se agregan tasas, impuestos o permisos que no existían. Es importante evaluar qué tan estable es la legislación en el país donde se realizará el proyecto.
- Riesgos relativos a la mano de obra: escasez de personal, problemas sindicales, aumento de costos por mayor salario, y riesgo por falta de mano de obra especializada.
- Falta de insumos para el proyecto: la escasez de los productos, materiales, o materia prima que se pueden necesitar son un riesgo que puede impactar en el costo del proyecto.
- No prever los costos para operar: no siempre se planifican bien los costos en los que incurrirá el proyecto para mantenerse operando.
- Mala gestión de la calidad: costo por tener que volver a hacer las cosas que se hicieron mal, desperdicios, etc. La calidad no es gratis, tiene un costo, pero también tiene un costo el NO gestionar la calidad.

- Mal manejo de las compras: no está previsto apropiadamente minimizar las amenazas y aprovechar las oportunidades relativas a las contrataciones.
- Mal manejo de los recursos humanos como de los recursos materiales.
- Mal manejo del alcance: Se debe contar con una buena descripción del alcance, con una EDT completa y suficientemente detallada, y con un proceso de control de cambios en funcionamiento, para evitar sobrecostos.
- Mal manejo de los fondos y control de los costos: no comparar el real contra el presupuesto y no administrar correctamente las contingencias y reservas.

3.3 DIAGRAMA DE PARETO

3.3.1 Análisis de Pareto

Noori y Radford (1997) Señalan que el análisis de Pareto es una técnica basada en el principio de Pareto según el cual “lo poco es vital y lo mucho es trivial”. El principio de Pareto también se conoce como regla 80 – 20, el cual indica que aproximadamente el 20% de un grupo de artículos, personas, inventarios, causas, es responsable de cerca del 80% del valor, esfuerzo, problema.

A su vez Bossi (2007) dice que el análisis de Pareto es una herramienta de análisis de datos ampliamente utilizada y es por lo tanto útil en la determinación de la causa principal durante un esfuerzo de resolución de problemas. Este permite ver cuáles son los problemas más grandes, permitiéndoles a los grupos establecer prioridades.

Por lo tanto, el Análisis de Pareto es una técnica que separa los “pocos vitales” de los “muchos triviales”. El método de Pareto es utilizado para separar gráficamente los aspectos significativos de un problema desde los triviales de manera que un equipo sepa dónde dirigir sus esfuerzos para mejorar. Reducir los problemas más significativos (las barras más largas en una Gráfica Pareto) servirá más para una mejora general que reducir los más pequeños. Con frecuencia, un o dos aspectos explicarán el 80% de los problemas.

Infante (2003) argumenta que al problema más importante o más visible no siempre se le asigna de inmediato la primera prioridad. Una empresa puede decidirse a comenzar por un aspecto de menor importancia, si cree que puede resolverlo con gran rapidez o utilizando mínimos recursos.

3.4 METODOLOGÍA EMPLEADA PARA DETECTAR DESVIACIONES PRESUPUESTARIAS DE LOS CONTRATOS.

Para esta investigación fue necesario utilizar datos provenientes del departamento de ingeniería de ERBB; los cuales fueron facilitados por la unidad de planificación y control, dependiente de este mismo.

A objeto de establecer las desviaciones antes mencionadas, se buscó en conjunto con el personal de ERBB, los valores efectivamente pagados para un contrato en específico y el correspondiente valor presupuestado originalmente. Los contratos materia de esta investigación corresponden a contratos de construcción e ingeniería, los valores se obtuvieron por medio del sistema SAP ERP. Este sistema es utilizado transversalmente en ENAP y contiene información histórica referente a la contratación de trabajos para el departamento.

El tamaño de la muestra se determinó en base a contratos iniciados y finalizados entre los años 2012 y 2017, que correspondan únicamente a trabajos del departamento de ingeniería de ERBB. Se excluyeron del análisis aquellos contratos referentes a servicios hoteleros y de alojamiento, ya que, no son de importancia para la investigación.

Se obtuvo un total de 624 contratos, segregados por años según lo siguiente:

Año	Cantidad de contratos	Porcentaje
2012	133	21%
2013	133	21%
2014	150	24%
2015	124	20%
2016	69	11%
2017	15	2%
Total	624	100%

Tabla 3: Número de contratos obtenidos por años
Fuente: Elaboración propia

Los contratos se clasifican según su naturaleza en las categorías EPC, obras, servicios de ingeniería, estudio, licencia, ITO, PMO, servicios legales y flete aéreo.

- Los contratos EPC son aquellos en que la empresa contratista diseña la instalación que necesita su cliente, adquiere los equipos y materiales, y se encarga de la ejecución de toda la obra, mediante sus propios recursos, o subcontratando parte de los trabajos.
- Los contratos de Obra son aquellos que sólo se encargan de la ejecución de la obra.
- La categoría servicios de ingeniería se refiere a las ingenierías de detalle e ingenierías básicas del proyecto.
- Los contratos de estudios, hacen referencia a investigaciones solicitadas por el departamento de ingeniería.
- Las licencias corresponden a software y programas contratados por el departamento.
- ITO corresponde a la inspección técnica de obras.
- PMO (Project management office) se refiere a la gestión de proyectos dentro de la organización.

Antes de comenzar la investigación propiamente tal, se depuraron los datos de acuerdo al análisis de Pareto para detectar él o los contratos más importantes a ser evaluados. Para esto se ordenaron los datos de mayor a menor en base a sus montos, y por año se escogieron los contratos que representan el 80% del monto total anual correspondiente, de esta manera la cantidad de contratos se redujo de 624 a 71.

Luego en base a categorías de contratos se obtuvo lo siguiente:

Categorías de contratos	Número de contratos
EPC	6
OBRAS	38
SERVICIOS INGENIERÍA	12
ESTUDIO	7
LICENCIA	1
ITO	2
PMO	2
SERVICIOS LEGALES	2
FLETE AEREO	1
Total	71

Tabla 4: Número de contratos obtenidos por categoría
Fuente: Elaboración propia

Debido a que el tema principal de esta investigación es medir desviaciones presupuestarias de contratos, se ha decidido trabajar con los montos de cada contrato, que, por efectos de

confidencialidad, se han transformado a pesos ponderados, exclusiva petición de la Unidad de Planificación y control del Departamento de Ingeniería de ERBB.

Continuando, se agregó el peso ponderado por defecto a cada categoría, peso ponderado acumulado, el porcentaje de cada categoría sobre el total y el porcentaje acumulado.

Categorías de contratos	Número de contratos	Peso ponderado por categoría	Peso ponderado acumulado	%	% acumulado
EPC	6	1,000	1,000	47,0%	47,0%
OBRAS	38	0,716	1,716	33,7%	80,7%
SERVICIOS INGENIERÍA	12	0,253	1,969	11,9%	92,6%
ESTUDIO	7	0,049	2,018	2,3%	94,9%
LICENCIA	1	0,035	2,053	1,6%	96,5%
ITO	2	0,026	2,079	1,2%	97,7%
PMO	2	0,020	2,099	0,9%	98,7%
SERVICIOS LEGALES	2	0,015	2,113	0,7%	99,4%
FLETE AEREO	1	0,014	2,127	0,6%	100,0%
Total	71	2,127		100%	

Tabla 5: Pesos ponderados y porcentajes de contratos obtenidos por categoría
Fuente: Elaboración propia

Por último, se procedió a construir el gráfico de Pareto, donde el eje de ordenadas representa el peso ponderado de los contratos y el eje de abscisas las categorías de contratos.

Se agregó además la línea de acumulados para estimar el porcentaje de los contratos por categoría, que representa el costo o peso ponderado total de los contratos mientras las barras se suman de izquierda a derecha.

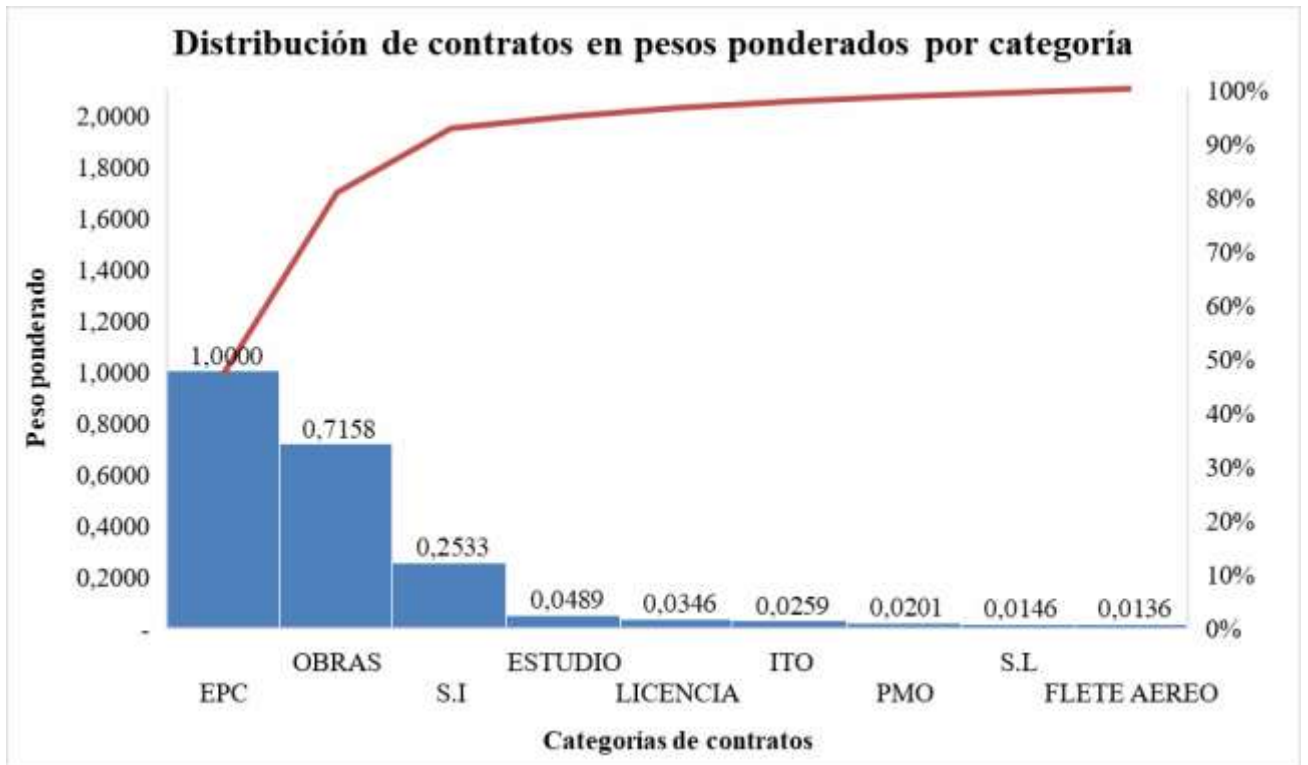


Ilustración 6: Distribución de contratos en pesos ponderados por categoría
Fuente: Elaboración propia

Podemos ver entonces, que las tres primeras categorías suman aproximadamente el 93% del monto total de contratos, considerándose para efectos de esta investigación como datos relevantes de ser estudiados. Los contratos de las demás categorías que corresponden a menos del 8% se omitirán del estudio por su poca relevancia.

Finalmente, los contratos de EPC, OBRAS y SERVICIOS DE INGENIERIA fueron las categorías de contratos que se analizaron y con los cuales se midieron las desviaciones presupuestarias. Posteriormente se asignaron estrategias de control para reducir las brechas encontradas.

3.5 DESVIACIONES

Las desviaciones obtenidas por cada categoría de contrato definida, estudiada y que se nombran a continuación:

- Contratos tipo EPC.
- Contratos de Construcción (suma alzada).
- Contratos de Ingeniería.

Serán comparadas con la “Matriz de Clasificación de Estimados de Costos para la Industria de Procesos” definida por la Association for the Advancement of Cost Engineering (AACE International), que es una organización internacional certificada en la estimación de costos aplicados para proyectos, y que, a su vez es asumida y utilizada por la metodología de gestión integral de proyectos de ENAP (MGIP).

Si bien se entiende que el objeto material del contrato no corresponde a un proyecto completo, sino, a un trabajo que representa parte importante de tal o cual proyecto, se propuso emplear esta matriz como la mejor aproximación, de acuerdo al estado del arte, para establecer criterios de aceptación en las desviaciones de las estimaciones de costos, de acuerdo, al nivel de definición del proyecto.

Inicialmente se definió a cada categoría de contrato una clase estimada, la cual, se asocia a un rango de desviación porcentual permitido (Tabla 6).

Categorías de contratos	Clase estimada	Rango de desviación permitido
EPC	Clase 3	Baja: -10% a -20% Alta: +10% a +30%
OBRAS	Clase 2	Baja: -5% a -15% Alta: +5% a +20%
SERVICIOS INGENIERÍA	Clase 1	Baja: -3% a -10% Alta: +3% a +15%

Tabla 6: Clasificación de costos estimados para cada categoría
Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se procedió a calcular las desviaciones en base a un índice que mide la diferencia entre el valor final del pedido y el valor estimado del pedido.

$$\frac{\text{Valor total del pedido} - \text{Valor estimado del pedido}}{\text{Valor total del pedido}}$$

Donde;

- Valor total del pedido, es el valor final del trabajo o servicio realizado por la empresa contratista en ERBB.
- Valor estimado del pedido, es el valor estimado por ERBB, realizado por los responsables funcionales del Equipo del proyecto y coordinado por el Director del Proyecto.

Ecuación 1: Índice de desviación presupuestaria
Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentan las desviaciones presupuestarias de las categorías de contratos, las cuales se segregaron por categoría para efectos de una mejor visualización.

Estas poseen los siguientes ítems: Número de contrato, categoría, clase, porcentaje de desviación, rango de desviación permitido y año.

La categoría EPC de un total de 6 contratos obtuvo 1 que esta fuera de rango permitido por la clasificación de estimado de costos de la MGIP.

Contrato	Categoría	Clase	% desviación	Baja: -10% a -20% Alta: +10% a +30%	Año
Contrato 1	EPC	Clase 3	18%	Aceptable	2014
Contrato 2	EPC	Clase 3	8%	Optimo	2014
Contrato 3	EPC	Clase 3	11%	Aceptable	2015
Contrato 4	EPC	Clase 3	9%	Optimo	2015
Contrato 5	EPC	Clase 3	11%	Aceptable	2016
Contrato 6	EPC	Clase 3	65%	Fuera de rango	2016

Tabla 7: Desviaciones presupuestarias de contratos tipo EPC
Fuente: Elaboración propia

La categoría Obras de un total de 38 contratos se obtuvo 25 que están fuera de rango de desviación permitido por la MGIP.

Contrato	Categoría	Clase	% Desviación	Baja: -5% a -15% Alta: +5% a +20%	Año
Contrato 1	Obras	Clase 2	51%	Fuera de rango	2012
Contrato 2	Obras	Clase 2	48%	Fuera de rango	2012
Contrato 3	Obras	Clase 2	43%	Fuera de rango	2012
Contrato 4	Obras	Clase 2	-20%	Fuera de rango	2012
Contrato 5	Obras	Clase 2	-34%	Fuera de rango	2012
Contrato 6	Obras	Clase 2	68%	Fuera de rango	2013
Contrato 7	Obras	Clase 2	49%	Fuera de rango	2013
Contrato 8	Obras	Clase 2	37%	Fuera de rango	2013
Contrato 9	Obras	Clase 2	32%	Fuera de rango	2013
Contrato 10	Obras	Clase 2	20%	Aceptable	2013
Contrato 11	Obras	Clase 2	19%	Aceptable	2013
Contrato 12	Obras	Clase 2	3%	Optimo	2013
Contrato 13	Obras	Clase 2	0%	Optimo	2013
Contrato 14	Obras	Clase 2	-12%	Aceptable	2013
Contrato 15	Obras	Clase 2	-64%	Fuera de rango	2013
Contrato 16	Obras	Clase 2	66%	Fuera de rango	2014
Contrato 17	Obras	Clase 2	57%	Fuera de rango	2014
Contrato 18	Obras	Clase 2	53%	Fuera de rango	2014
Contrato 19	Obras	Clase 2	52%	Fuera de rango	2014
Contrato 20	Obras	Clase 2	39%	Fuera de rango	2014
Contrato 21	Obras	Clase 2	23%	Fuera de rango	2014
Contrato 22	Obras	Clase 2	14%	Aceptable	2014
Contrato 23	Obras	Clase 2	0%	Optimo	2014
Contrato 24	Obras	Clase 2	-12%	Aceptable	2014
Contrato 25	Obras	Clase 2	-19%	Fuera de rango	2014
Contrato 26	Obras	Clase 2	-26%	Fuera de rango	2014
Contrato 27	Obras	Clase 2	57%	Fuera de rango	2015
Contrato 28	Obras	Clase 2	44%	Fuera de rango	2015
Contrato 29	Obras	Clase 2	27%	Fuera de rango	2015
Contrato 30	Obras	Clase 2	26%	Fuera de rango	2015
Contrato 31	Obras	Clase 2	25%	Fuera de rango	2015
Contrato 32	Obras	Clase 2	0%	Optimo	2015
Contrato 33	Obras	Clase 2	-1%	Optimo	2015
Contrato 34	Obras	Clase 2	-57%	Fuera de rango	2015
Contrato 35	Obras	Clase 2	3%	Optimo	2016
Contrato 36	Obras	Clase 2	0%	Optimo	2016
Contrato 37	Obras	Clase 2	-10%	Aceptable	2016
Contrato 38	Obras	Clase 2	-35%	Fuera de rango	2016

Tabla 8: Desviaciones presupuestarias de contratos tipo Obras
Fuente: Elaboración propia

Para la categoría Servicios de ingeniería, de un total de 12 contratos se obtuvo 9 que están fuera del rango de desviación permitido por la MGIP.

Contrato	Categoría	Clase	% Desviación	Baja: -3% a -10% Alta: +3% a +15%	Año
Contrato 1	Servicios de ingeniería	Clase 1	48%	Fuera de rango	2012
Contrato 2	Servicios de ingeniería	Clase 1	74%	Fuera de rango	2013
Contrato 3	Servicios de ingeniería	Clase 1	1%	Optimo	2013
Contrato 4	Servicios de ingeniería	Clase 1	15%	Aceptable	2014
Contrato 5	Servicios de ingeniería	Clase 1	77%	Fuera de rango	2014
Contrato 6	Servicios de ingeniería	Clase 1	63%	Fuera de rango	2014
Contrato 7	Servicios de ingeniería	Clase 1	39%	Fuera de rango	2014
Contrato 8	Servicios de ingeniería	Clase 1	17%	Fuera de rango	2014
Contrato 9	Servicios de ingeniería	Clase 1	7%	Aceptable	2015
Contrato 10	Servicios de ingeniería	Clase 1	34%	Fuera de rango	2015
Contrato 11	Servicios de ingeniería	Clase 1	31%	Fuera de rango	2016
Contrato 12	Servicios de ingeniería	Clase 1	26%	Fuera de rango	2016

Tabla 9: Desviaciones presupuestarias de contratos tipo Servicios de ingeniería
Fuente: Elaboración propia

De un total de 56 contratos escogidos anteriormente en base a las categorías a estudiar, se encontraron 35 que están fuera del rango de desviación permitido por la Matriz de clasificación de estimados de costos dada por la MGIP. Estos contratos que poseen aproximadamente el 63% del total de la muestra en estudio, serán a los cuales por categoría se les asignará un plan de acción que busque prever y mitigar las causas que provocaron estas brechas.

3.6 PRINCIPALES CAUSAS QUE GENERAN DESVIACIONES EN LAS ESTIMACIONES DE COSTOS

Para conocer las principales causas que explican las desviaciones presupuestarias de los contratos analizados anteriormente por categoría, se realizaron reuniones donde se analizaron las desviaciones presupuestarias fuera de rango admisible. De esta manera, se logró recolectar ciertas opiniones e información detallada que son pieza clave para esta investigación.

Para el caso de los contratos EPC se determinó, que no se destinaran recursos a objeto de controlar el comportamiento presupuestario de estos contratos, dado que la frecuencia de un evento desfavorable, vale decir, con una desviación fuera de rango; resulta ser baja, de acuerdo a los resultados obtenidos y detallados en la tabla 7 “*Desviaciones presupuestarias de contratos tipo EPC*”. En base a esto, se solicitó que los esfuerzos se destinen a establecer oportunidades de mejora para el caso de las estimaciones de costos de contratos de Obras e Ingeniería, donde los eventos desfavorables resultan tener una frecuencia de consideración.

Las causas a continuación mencionadas a partir de información entregada por el departamento de ingeniería de ERBB específicamente la unidad de planificación y control, establecen principios suficientes y necesarios a objeto de establecer oportunidades de mejora que corrijan las desviaciones fuera de rango.

Contratos de Servicios de Ingeniería

A continuación, se presentan las principales causas y/o motivos que generan desviaciones en las estimaciones de costos para contratos de servicios de Ingeniería.

- El alcance definido y que es el objeto de los servicios de ingeniería respectivos a contratar, se encuentra incompleto.
- El alcance definido y que es el objeto de los servicios de ingeniería respectivos a contratar, no se encuentra “congelado” es decir, se encuentra susceptible de tener modificaciones de consideración.
- Estimación deficiente de los entregables considerados para el proyecto y/o contrato a realizar.

- Estimación deficiente de los recursos (horas persona por especialidad) considerados por cada entregable para el proyecto y/o contrato a realizar.

Contratos de Obras

A continuación, se presentan las principales causas y/o motivos que generan desviación en las estimaciones de costos para los contratos de Obras.

Dado que la desviación es medida entre el valor estimado para un contrato en particular que considera una obra material específica y acotada en alcance versus el valor final obtenido para este contrato, que considera la ejecución de la obra material antes mencionada; podemos establecer que existen dos instancias en las cuales se presentan causas y/o situaciones que finalmente generan una alteración en la estimación de costo y que tienen una naturaleza totalmente distinta.

Consideraremos como primera instancia la etapa en la cual se realiza la estimación de costo propiamente tal. En esta etapa se pueden generar causas y/o situaciones que finalmente se materializan en una estimación de costo desviada del valor final del contrato. Las causas presentadas a continuación no pretenden establecer todas aquellas causas y/o situaciones, pero si las que generan mayor impacto.

- Imprecisiones en la determinación de las cantidades de obras a ejecutar, las cuales se obtienen de los planos, especificaciones técnicas u otro documento que define el alcance.
- Estimación equivocada en cuanto a las cantidades de obra efectivamente a ejecutar por deficiencia en los planos especificaciones técnicas u otro documento que define el alcance.
- Omisión de partidas al momento de evaluar el alcance del trabajo, materia del presupuesto y/o estimación de costo.
- Deficiencias en la determinación de precios unitarios, las cuales pueden tener dos orígenes: 1.- Los precios de los ítems incluidos en el precio unitario no corresponden a los de mercado. 2.- En el desarrollo y/o construcción del

precio unitario, no se han incluido todos los sub ítems que corresponden a la partida.

- Cambios en las condiciones de mercado, entre el momento que se realiza la estimación de costos a cuando se ejecuta, en cuanto a la mano de obra, materiales, equipos y herramientas.

Consideraremos como segunda instancia la etapa de ejecución de la obra, en la cual se generan causas y/o situaciones (evitables), que finalmente se materializan en un sobre costo que impacta en la desviación respecto de la estimación de costo original. Las causas presentadas a continuación no pretenden establecer todas aquellas causas y/o situaciones, pero si las que generan mayor impacto.

- Deficiencia en la ingeniería básica y de detalle, especificaciones técnicas u algún otro documento que comprende el legajo de documentos materia del contrato.
- Cambios de alcance generado por el equipo de proyecto, por cualquier naturaleza. Por ejemplo: Alcance necesario de incorporar por razones operativas o de ingeniería que no se consideró inicialmente.
- Cambios de alcance por solicitudes originadas por personal ajeno al equipo de proyecto, pero de relevancia en la toma de decisiones.

Estas causas fueron detectadas y/o establecidas por ingenieros responsables de los distintos contratos estudiados (en la presente memoria de título) del departamento de ingeniería de ERBB. Por lo que se determinó entregar causas generales y no específicas de cada contrato, de acuerdo al carácter confidencial que dicha información posee.

3.7 ESTRATEGIAS POR CATEGORÍA

Considerando que el fin mayor de esta investigación es aportar estrategias que permitan mitigar las desviaciones presupuestarias obtenidas los últimos años, se ha propuesto un plan de acción para cada categoría que va dirigido exclusivamente a las principales causas que generan las desviaciones.

Método Propuesto para Estimar el Costo de un Contrato de Servicios de Ingeniería.

Consideramos una metodología basada en lo propuesto por el PMI, específicamente en el PMBOK¹ (6ª edición) en cuanto a la estructura de quiebre de un proyecto “WBS”, vale decir subdividir el alcance del trabajo y/o proyecto, en componentes más pequeños y manejables (paquetes de trabajo) en los cuales se pueda identificar claramente por área física de trabajo (nivel 2) y por especialidad (nivel 3), los entregables; tanto en lo cualitativo como en lo cuantitativo, es decir: que entregables y la cantidad de cada uno de estos por cada especialidad (Civil, Mecánica, Eléctrica, Instrumentación, Proceso) se consideraran por cada área y/o sector de trabajo.

Cabe mencionar que las áreas físicas y/o sectores de trabajo serán definidos según distintos criterios y que tienen que ver con la comprensión del trabajo y posibles estrategias en la contratación futura de la ejecución material de las obras.

Etapa N° 1

En esta etapa el elemento superior del WBS debe representar el producto o servicio final del contrato (Nivel 1), el cual se debe subdividir en sectores físicos y/o áreas (Nivel 2); según conveniencia respecto de su comprensión y/o estrategia de contratación de los trabajos de construcción – (ejecución de las obras de ingenierías contratadas) u alguna otra razón que el personal técnico de ERBB estime conveniente de acuerdo a sus estrategias en general.

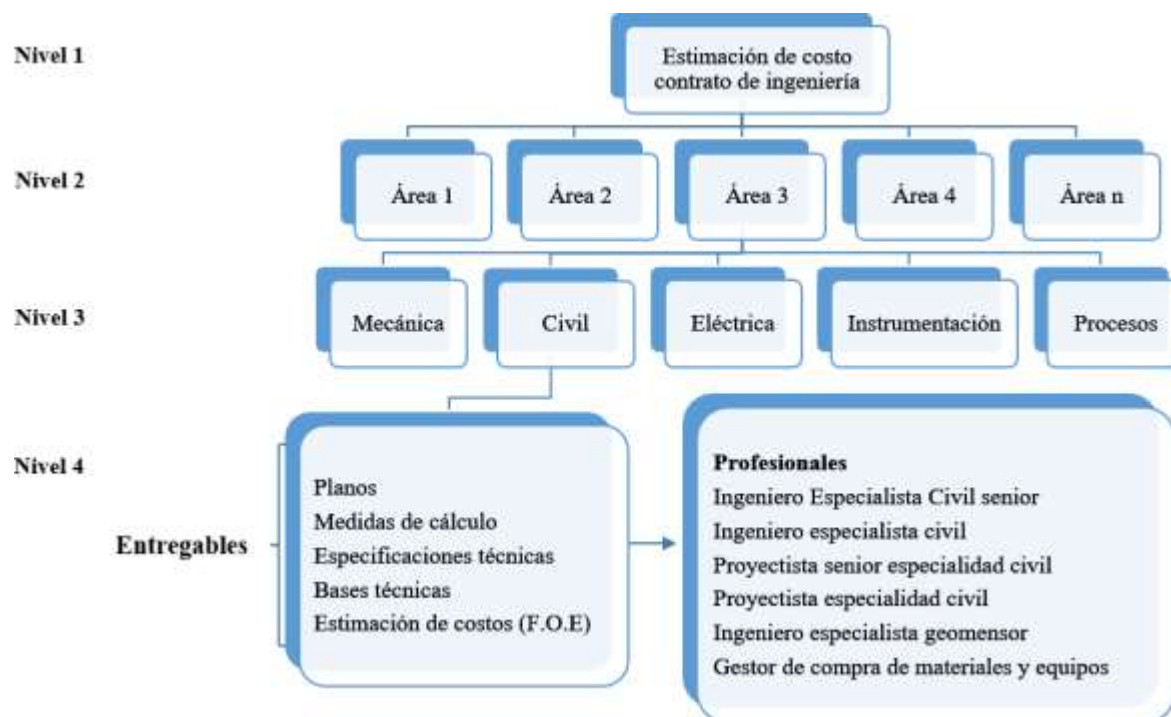
Etapa N° 2.

Para cada área y/o sector de trabajo previamente definido en la etapa N°1 se deberá realizar la estructura de quiebre² del trabajo o Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) por especialidad según corresponda (Civil, Mecánica, Eléctrica, Instrumentación, Proceso), lo que definiremos como Nivel 3 según WBS (Ilustración 7).

¹ **PMBOK** es el estándar para la Administración de Proyectos y cuyas siglas significan en inglés Project Management Body of Knowledge (el Compendio del Saber de la Gestión de Proyectos).

² **Estructura de quiebre** o Estructura de Desglose del Trabajo (**EDT**) es una descomposición jerárquica, orientada al producto entregable del trabajo que será ejecutado por el equipo del proyecto, para lograr los objetivos del proyecto y crear los productos

Diagrama de Quiebre Propuesto y Entregables



*Ilustración 7: "Diagrama de Quiebre Propuesto y Entregables"
Fuente: Elaboración propia*

Etapa N° 3.

Se deberá entender como paquete de trabajo el nivel más bajo del quiebre según WBS; a este paquete de trabajo se asignarán los entregables y la cantidad de estos. Posteriormente a cada entregable se asignará la cantidad de Horas Profesional (HP) por especialidad y categoría (Tabla N° 10).

Para efectos de esta investigación “entregables” se refiere a documentación técnica de un contrato, tales como:

- Planos
- Memorias de cálculo
- Especificaciones técnicas
- Bases Técnicas.
- Estimación de Costos (FOE)

Se considerará la siguiente categorización profesional por especialidad, con el fin de que cada especialista estime la cantidad de horas persona (HP) y costo a utilizar para cada entregable.

1.- Especialidad Civil.

Ingeniero Especialista Civil Senior.
Ingeniero Especialista Civil.
Proyectista Senior Especialidad Civil
Proyectista Especialidad Civil
Ingeniero Especialidad Geomensor.
Gestor de Compra de Material y Equipos.

2.- Especialidad Mecánica.

Ingeniero Especialista Mecánico Senior.
Ingeniero Especialista Mecánico.
Proyectista Senior Especialidad Mecánico.
Proyectista Especialidad Mecánico.
Ingeniero Especialidad Geomensor.
Gestor de Compra de Material y Equipos.

3.- Especialidad Eléctrica.

Ingeniero Especialista Eléctrica Senior.
Ingeniero Especialista Eléctrica.
Proyectista Senior Especialidad Eléctrica.
Proyectista Especialidad Eléctrica.
Gestor de Compra de Material y Equipos.

4.- Especialidad Instrumentación.

Ingeniero Especialista Instrumentación Senior.
Ingeniero Especialista Instrumentación.
Proyectista Senior Especialidad Instrumentación.

Proyectista Especialidad Instrumentación.

Gestor de Compra de Material y Equipos.

5.- Especialidad Proceso.

Ingeniero Especialista Proceso.

Ingeniero Especialista Proceso.

Proyectista Senior Especialidad Proceso.

Proyectista Especialidad Proceso.

ITEM N°	SERVICIO A REALIZAR		
	DESCRIPCION	Unidad NOTA 2	Cantidad
	PRECIOS UNITARIOS POR HORA		
1	INGENIERO ESPECIALISTA CIVIL SENIOR	HP	
2	INGENIERO ESPECIALISTA CIVIL	HP	
3	PROYECTISTA SENIOR ESPECIALIDAD CIVIL	HP	
4	PROYECTISTA ESPECIALIDAD CIVIL	HP	
5	INGENIERO ESPECIALISTA GEOMENSOR	HP	
6	GESTOR DE COMPRA DE MATERIALES Y EQUIPOS	HP	

Tabla 10: Tabla modelo de categorización profesional por especialidad civil
Fuente: Elaboración propia

Contratos de Obras.

Cabe mencionar que las estimaciones de costos para contratos de “Obras”, vale decir contratos por trabajos de construcción, fabricación y montaje; son principalmente desarrollados por empresas de ingeniería externas a ERBB.

Se ha definido como la mejor estrategia estandarizar la forma en la cual se solicitará a todas las empresas de ingeniería, la metodología a emplear para realizar las estimaciones de costo, la estandarización propuesta considera en subdividir el alcance del trabajo y/o proyecto en

componentes más pequeños y manejables es decir paquetes de trabajo y que para este caso serán partidas típicas por especialidad por cada área y/o sector de trabajo.

Etapa N° 1.

En esta etapa se considera subdividir el trabajo y/o proyecto en sectores físicos y/o áreas (Nivel 2); según conveniencia respecto de su comprensión, posterior estrategia de contratación de los trabajos de obra u alguna otra razón que el personal técnico de ERBB estime conveniente de acuerdo a sus estrategias en general y que definirá a la empresa de Ingeniería.

Etapa N° 2.

Por cada sector físico y/o área de trabajo previamente definido en la etapa N°1; el trabajo motivo del contrato se subdividirá en las especialidades Civil, Mecánica, Eléctrica e Instrumentación. Se identificará entonces el alcance total del trabajo encargado, por sector físico y/o área de trabajo y especialidad, el cual se subdividirá en partidas típicas de acuerdo a los estándares de ERBB para cada especialidad.

Identificadas las partidas por especialidad se determinará la cantidad de obra a ejecutar por cada partida, cantidades que se definirán a partir de la información disponible y que para este caso corresponde principalmente a planos de ingeniería de diseño, detalle, especificaciones técnicas y listados de materiales.

Para los casos que determinaremos como “especiales” y que corresponden a aquellos que no se encuentre disponible la ingeniería de diseño o detalle, se solicitara a la empresa de ingeniería que entregue una base de cálculo claramente explicada y detallada de la metodología empleada para establecer las cantidades de obra por partida considerada.

Definidas las partidas típicas y sus cantidades, la empresa de ingeniería deberá definir el precio unitario para cada partida, a partir de la base de datos de ERBB y de su propio conocimiento (Know How³).

³ El **Know How** tiene directa relación con la experiencia, es decir la práctica prolongada que proporciona conocimiento o habilidad para hacer algo.

El valor de las partidas por unidad o “Precio Unitario” contendrá todos los costos directos e indirectos involucrados para su acción material, solo se exceptúa el valor por gastos generales y utilidades, los cuales se calcularán como un porcentaje del valor total obtenido de multiplicar la cantidad definida para cada partida por su valor unitario, lo que llamaremos valor total precio unitario.

Los porcentajes antes mencionados y que definirán el valor por concepto de “Gasto General” y “Utilidad” serán consensuados por personal técnico de ERBB y la empresa de Ingeniería.

Se tiene entonces la siguiente fórmula para determinar la estimación de costos:

Total precio unitario

$$\begin{aligned}
 Total\ PU = & \left(\sum_{i=1}^n q_i \cdot p_i \right)_{civil} + \left(\sum_{i=1}^n q_i \cdot p_i \right)_{Mecanica} + \left(\sum_{i=1}^n q_i \cdot p_i \right)_{Electrica} \\
 & + \left(\sum_{i=1}^n q_i \cdot p_i \right)_{Instrumental}
 \end{aligned}$$

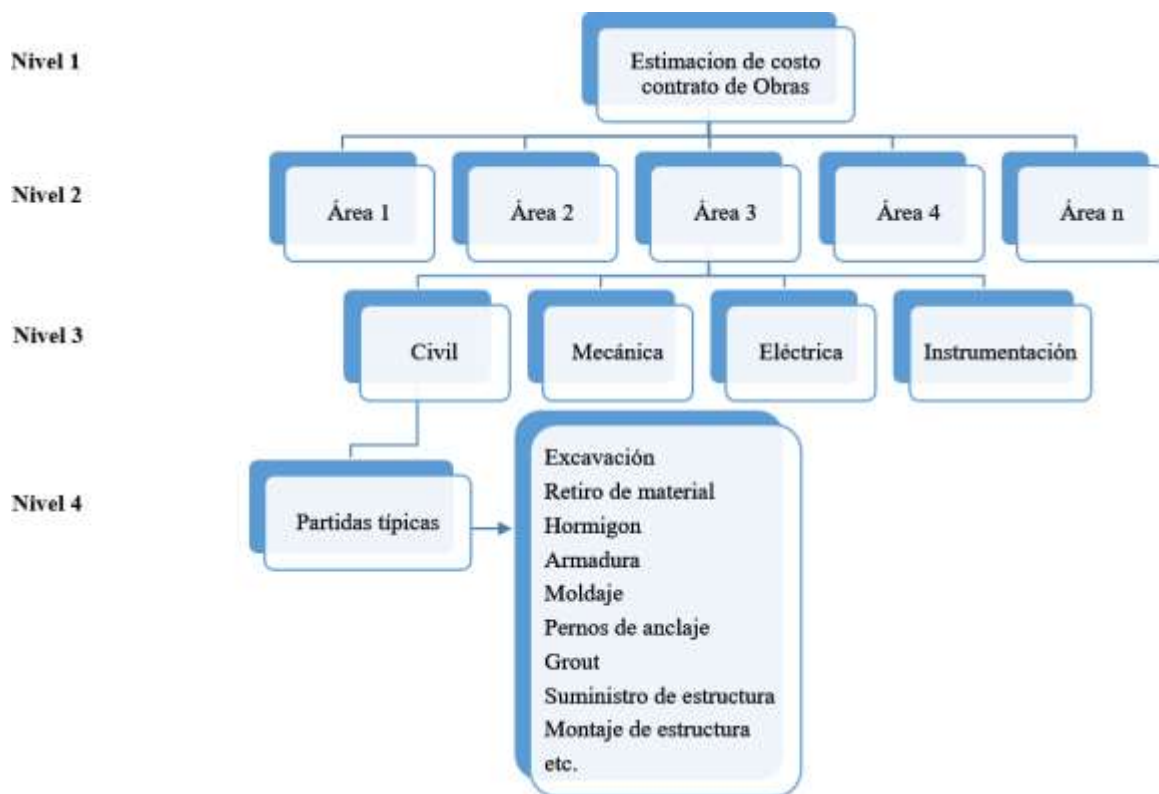
q_i = Cantidad por partidas y especialidad

p_i = Precio unitario por partida y especialidad

n = Cantidad de partidas por especialidad

Ecuación 2: Total precio Unitario
Fuente: Elaboración propia

Diagrama de Quiebre Propuesto y Partidas



*Ilustración 8: “Diagrama de Quiebre Propuesto y Partidas”
Fuente: Elaboración propia*

CONCLUSIÓN

De acuerdo al análisis de los datos obtenidos en la investigación y que en su primera etapa tuvo como objeto determinar las desviaciones presupuestarias para contratos tipo EPC, Obras y Servicios de Ingeniería, se concluye que las desviaciones afectas a oportunidades de mejoras ocurren para los contratos de Obras y Servicios de Ingeniería. Estas oportunidades de mejora y/o estrategias de control presupuestario se desarrollaron en un contexto de eficiencia organizacional y mejora continua que busca el Departamento de Ingeniería de ERBB.

Categoría de Contrato	Cantidad total de Contratos	N° de contratos desviados	Desviación Promedio Positiva	Desviación Promedio Negativa
Obras	38	25	32%	-26,42%
Servicios de Ingeniería	12	9	36%	N/A

En base a cantidad total de contratos y número de contratos desviados, se encontró que para la categoría Obras un 86% de los contratos tiene algún grado de desviación respecto de lo declarado como admisible por MGIP. Para el caso de los contratos de Ingeniería el 75% de ellos se encontraron en las mismas condiciones antes mencionadas, lo cual guarda relación con la necesidad u oportunidad de realizar esta investigación.

Es por esto que las propuestas de mejora se asignaron a estos casos (Contratos de obras y de servicios de ingeniería), siendo necesario utilizar una metodología basada en lo indicado por el PMI, específicamente en el PMBOK (6ª edición), en cuanto a la estructura de quiebre de un proyecto” WBS” se refiere.

Se concluye entonces que se debe aplicar las metodologías propuestas para cada caso a objeto de acotar las desviaciones en las estimaciones presupuestarias a los rangos propuestos por MGIP / AACE y que es el objetivo de este trabajo.

Recomendación Categoría de Contrato Tipo Ingeniería.

Quiebre del proyecto y/o contrato a nivel 4 el cual considera asignación de recursos por entregables:

Se debe subdividir el alcance del proyecto en paquetes de trabajo por áreas físicas de trabajo (nivel 2) y especialidades (nivel 3). Luego, identificar los entregables y la cantidad de estos para cada especialidad. Posteriormente a cada entregable se asignará la cantidad de Horas Profesional (HP) por especialidad y categoría.

Recomendación Categoría de Contrato Tipo Obras.

Quiebre del proyecto y/o contrato a nivel 4 el cual considera definición de valores y cantidades por partidas típicas:

Se debe subdividir el alcance del proyecto en paquetes de trabajo por áreas físicas de trabajo (nivel 2) y especialidades (nivel 3). Luego, identificar y subdividir las partidas típicas por especialidad, finalmente se debe determinar la cantidad de obras a ejecutar por cada partida.

BIBLIOGRAFÍA

- Aaceiorg. (2017). Aaceiorg. Extraído el 11 de septiembre, 2017, de <http://web.aacei.org/resources/publications/tcm>.
- Bossi, P. (2007). Estudio de tiempo y rendimiento en torres de madereo en predio Ranchillo, Séptima Región. Memoria para optar al Título Profesional de Ingeniero Forestal, Facultad de ciencias Forestales, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Burbano, J. & Ortiz, A. Presupuestos: Enfoque Moderno de Planeación y Control de Recursos. Segunda Edición, Mc Graw Hill, Bogotá, 1996, pg 32.
- Cardenas, O. (2009). Estudio control de costos obra caso edificio Icytal de la Universidad Austral de Chile. Tesis para optar al Título de Ingeniero Constructor, Facultad de ciencias de la Ingeniería, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Castillo, A. & Valverde, M. (2008). Estimación de presupuesto de costos, aplicado al departamento de producción, de ENAP Refinerías Bio Bío. Memoria para optar al Título de Ingeniero Comercial, Facultad de Ciencias Empresariales, Universidad del Bio Bío, Concepción, Chile.
- Empresa Nacional del Petróleo. (2014). Metodología Gestión Integral de Proyectos e Iniciativas de ENAP. Santiago: Gerencia Planeamiento y Gestión ENAP.
- Enap. (2017). Estructura organizacional. Extraído el 14 de diciembre, 2017, de <https://www.enap.cl/pag/5/760>.
- Enap. (2017). Enap refinerías. Extraído el 14 de diciembre, 2017, de https://www.enap.cl/pag/92/1332/enap_refinerias.
- Enap. (2017). Líneas de negocio. Extraído el 23 de noviembre, 2017, de <https://www.enap.cl/pag/69/772/lineas-de-negocios>.

- Enap. (2017). Misión y visión. Extraído el 23 de noviembre, 2017, de https://www.enap.cl/pag/1/775/mision_vision_enap.
- Infante, J. (2003). Economía y Producción. Buenos Aires: Nueva librería.
- National Association of Accountants. Financial analysis to guide capital expenditure decisions. Research Report 43. New York. 1967.
- Noori, H & Radford, R. (1997). Productividad como medida del desempeño. P: 580–583. Administración de operaciones y producción: Calidad total y respuesta sensible rápida. McGraw-Hill. Santafé de Bogotá, D.C., Colombia.
- Project Management Institute, Inc. (2013). Guía de los Fundamentos para la dirección de proyectos (5ª ed.) Pensilvania, E.E.U.U.
- Project Management Institute, Inc. (2017). Guía de los Fundamentos para la dirección de proyectos (6ª ed.) Pensilvania, E.E.U.U.
- Rodriguez, P. (2007). Herramienta de control de presupuesto y análisis de proyectos. Tesis Doctoral o trabajo de grado para optar al título de Administrador de Empresas, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Valdez, J. (2016). Sistema de clasificación de los estimados de los costos – tal como se aplica en la ingeniería, adquisiciones y construcción para las industrias de procesos. AACE International Recommended Practice No. 18R-97. Extraído de <https://web.aacei.org/>.
- Vera, M. (2007). Identificación de los elementos que producen las controversias en contratos de la industria de la construcción y proposición de acciones preventivas. Memoria para optar al Título de Ingeniero Civil, Facultad de ciencias físicas y matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Wordpress. (2015). Consideraciones sobre el análisis de desviaciones. Extraído el 22 de noviembre, 2017, de <https://presupuestosunivia.wordpress.com/tag/desviaciones/>.

