

## ***Indicadores de Costo Para Cierre de Proyectos Mineros***

Stalin Karl Veliz

Constructor Civil Universidad Católica del Norte, Antofagasta.

Ingeniero Civil Mecánico Universidad de Tarapacá, Arica.

Máster en Gestión Integral de Proyectos Universidad Católica del Norte, Antofagasta.

[info@stalinkarl.cl](mailto:info@stalinkarl.cl) Arica - Chile

Diciembre 20 de 2016

### **ABSTRACT**

The cost of the project closure process involves the valorization of all the activities necessary to establish the implementation, verification and collection of the deliverables (Manufacturing, Construction, Operation and Operational Guarantees) of the project according to what is contractually established in the first contract. The closing cost of the project crosses transversally all the stages and substeps of the phase of implementation or execution of the project. The closing cost of the project will be defined by the sum of the cost of closing the project (transfer and delivery of the project), cost of contractual closing of suppliers and contractors and cost of contractual closing of the first contract.

From the accounting perspective of the project, there is usually no specific cost center assigned to this phase or process of integral project management. For this reason, these costs are usually charged to the management of commissioning in a single cost center, which obviously does not allow efficient control of the process. For this reason, a simple statistical study is presented below, allowing parameterization of cost indicators for this phase from the cost of the EPCM / EPC project. The indicators have been formulated on the basis of results obtained from a sample of five mining projects of different magnitude and carried out in different periods (years 1997 - 2006) and in different zones (2nd to 5th region) of Chile. The indicators have a high reliability and are easily deductible so they can be used in mining projects and other related industries such as the chemical industry.

Keywords: Costs; Closing Projects; Delivery of the Project; Transfer of the Project; Handover.

### **RESUMEN**

El costo del proceso de cierre del proyecto implica la valorización de todas las actividades necesarias para establecer la implementación, verificación y recopilación de los *entregables* (Garantías de Fabricación, Construcción, Funcionamiento y Operatividad) del proyecto de acuerdo a lo establecido contractualmente en el primer contrato. El costo de cierre del proyecto atraviesa transversalmente todas las etapas y subetapas de la fase de implementación o ejecución del proyecto. El costo de cierre del proyecto quedara definido por la sumatoria del costo de cierre operacional (transferencia y entrega del proyecto), costo de cierre contractual de proveedores y contratistas y el costo de cierre contractual del primer contrato.

Desde la perspectiva contable del proyecto, por lo general no existe un centro de costo específico asignado a esta fase o proceso. Por este motivo generalmente estos costos son cargados a la gerencia de comisionamiento en un centro de costo único, lo que evidentemente no permite controlar eficientemente el proceso. Por este motivo, se presenta a continuación un estudio estadístico simple que permite parametrizar indicadores de costo para esta fase a partir del costo del proyecto EPCM / EPC. Los indicadores se han formulado a partir de resultados obtenidos de una muestra de cinco proyectos mineros de distinta envergadura y realizados en distintos periodos (1997-2006) y en distintas zonas (2da a 5ta región) de Chile. Los indicadores poseen una confiabilidad alta y son fácilmente deducibles por lo que pueden ser utilizados en proyectos mineros y de otras industrias relacionadas como la industria química.

Palabras Clave: Costos; Cierre de Proyectos; Entrega del Proyecto; Transferencia del Proyecto.

## INTRODUCCIÓN

Para poder verificar el costo del proceso de cierre de proyectos, se ha realizado un estudio estadístico (simple) de costos, ya que históricamente la contabilidad de costos de la mayoría de los proyectos no tiene una asignación por centro de costos específico para este proceso, por lo tanto, no existen antecedentes fidedignos y correctos, solo estimaciones vagas al respecto. Por este motivo se ha realizado un estudio estadístico simple con una muestra de cinco proyectos de la industria minera con un costo promedio de U\$ 862 Millones de Dólares, durante el periodo del año 1997 al año 2006. Este estudio estadístico simple arroja una clara tendencia de costos e indicadores base, que permiten establecer de ante mano los tiempos y los costos directos del proceso. Los costos indirectos de improproductividad como demora en la transferencia y entrega, demora en el cierre contractual por efectos de garantía, retrasos por falta de información para toma de decisiones, etc. se establecen con un monto similar a los costos directos generados por el proceso.

Es importante establecer como una variable de extrema importancia que este estudio se basa en proyectos en los cuales se utiliza la metodología Turn Over Package (TOP) se realizó de forma manual, sin uso de herramientas informáticas de administración.

Se establecen como costos directos del proceso:

- ❖ Recurso Profesional (Recurso HH)
- ❖ Recursos Técnicos (Recurso HH)
- ❖ Recurso Contratistas (Recurso HH)
- ❖ Capacitación (Recurso HH)
- ❖ Infraestructura (Recurso Material)
- ❖ Materiales Librería (Recurso Material)
- ❖ Recursos Computacionales (Recurso Material)

Los costos directos se dividen en dos categorías básicas, recursos por HH que son los referidos al trabajo del personal involucrado en el proceso y el recurso material que está referido a los materiales e insumos utilizados en el proceso. Una de las observaciones más comunes fue la del tiempo improproductivo o tiempo muerto producido por deficiencias del sistema en si (diseño del sistema) como por parte de la gestión del personal involucrado en la realización de las actividades del sistema, la cuantificación de esta improproductividad solo se refleja a nivel de HH gastadas, quedando oculto su impacto económico ya que su medición requiere de un estudio de costo estadístico más especializado que no está dentro del alcance del presente estudio.

Se establecen como costos indirectos:

- ❖ Tiempo retraso en la transferencia y entrega del TOP.
- ❖ Tiempo retraso por falta información para toma de decisiones.
- ❖ Tiempo retraso por documentación incompleta.
- ❖ Tiempo retraso por tardía detección de problemas.
- ❖ Tiempo retraso por reordenamiento de documentación.
- ❖ Tiempo retraso por revisiones y compleción documentación.
- ❖ Tiempo retraso por mala emisión de información y documentación.

Los costos indirectos están referidos al tiempo, específicamente retrasos, los que son directamente incidentes en la productividad del proyecto. Se estudiaron los tiempos empleados en el proceso y su relación e incidencia con el costo del proceso.

## CONCEPTOS GENERALES DEL CIERRE DE PROYECTOS MINEROS

### Cierre del Proyecto

El proceso de cierre del proyecto consiste en materializar y finalizar todas las actividades comprendidas dentro de los procesos de la administración integral del proyecto para completar formalmente la *fase de implementación* del proyecto minero con sus etapas correspondientes. Ver figura 1.

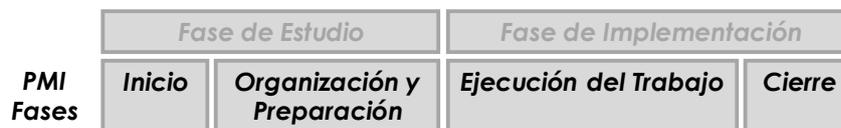
Figura 1 Fases del Proyecto Minero



### Fase de Implementación del Proyecto

La fase de implementación corresponde a todas las acciones y actividades que darán realidad física al proyecto minero definido en la fase de estudio. Desde el punto de vista del PMI Project Management Institute, la fase de implementación corresponde a las fases de *ejecución del trabajo y cierre* del proyecto. Ver figura 2

Figura 2 Fase de Implementación Según PMI



Para tener una concepción clara y poder comprender el cierre de proyecto, es necesario conocer las diferentes etapas por las que atraviesa la fase de implementación de un proyecto de este tipo.

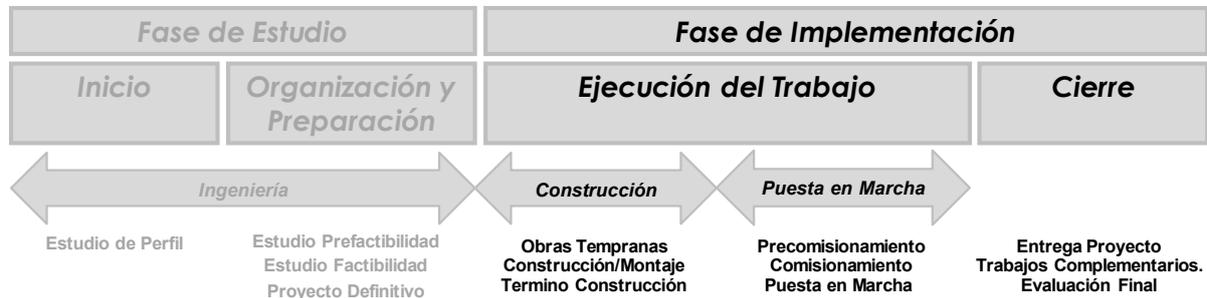
### Etapas de la Fase de Implementación

Un proyecto minero presenta etapas típicas, diferenciadas una de otra, básicamente en lo referido a la construcción y montaje de los equipos e instalaciones respecto del funcionamiento y operación de estos. Estas etapas se presentan cronológicamente de manera ascendente en el tiempo y actúan bajo un camino crítico desde el punto de vista de la programación del proyecto, figura 3.

Se podría decir que el proyecto va madurando y presenta las siguientes etapas:

- ❖ Obras Tempranas
- ❖ Construcción y Montaje Industrial
- ❖ Terminación de Construcción (Construction Verification)
- ❖ Precomisionamiento (Precommissioning)
- ❖ Comisionamiento (Commissioning)
- ❖ *Entrega del Proyecto al Cliente* (Handover)
- ❖ Puesta en Marcha (Start-Up)
- ❖ *Trabajos Complementarios*
- ❖ *Evaluación Final*

Figura 3 Secuencia de Etapas Fase Implementación



### Etapas de la Fase de Cierre

#### Entrega del Proyecto al Cliente (Handover)

El Handover de la planta se refiere a la transferencia operativa de la planta al grupo de Operaciones del Cliente una vez que esta haya alcanzado los niveles de desempeño de diseño. Una vez que se realiza el Handover la planta entra en la denominada *operación continua*. El hito de esta etapa es la aceptación conforme de los paquetes TOP por parte del Cliente. El proceso de entrega del proyecto se materializa a través del proceso *turn over package* (T.O.P). El proceso implica un conjunto específico de documentación que define el *estado de termino* de los componentes, equipos u/o instalaciones de un sistema o subsistema. Este además determina, asegura y garantiza la transferencia definitiva y total de la *custodia* del proyecto al cliente.

Las prioridades, fechas de término y entrega de estos paquetes de entrega están basados en los requerimientos de *comisionamiento* de la planta según el programa definido para estos efectos.

#### Trabajos Complementarios

Durante el proceso de termino mecánico y puesta en marcha del proyecto, se van estableciendo en la lista de detalles o *Punch List*, una serie de trabajos solicitados por el grupo de operaciones o por el grupo de mantención del cliente. Estos trabajos no están contemplados en el proyecto original por lo que quedan establecidos como trabajos complementarios, los cuales son realizados por una empresa contratista administrada por el grupo de proyecto del cliente o mandante. En algunos casos estos trabajos son asumidos por la empresa Agente, esto dependerá del alcance de la obra, de los costos y de la disponibilidad de recursos ya que a menudo la empresa Agente está dedicada a la entrega y desmovilización del proyecto durante el periodo en el cual se desarrollan los trabajos complementarios.

#### Evaluación Final (Cierre Contractual)

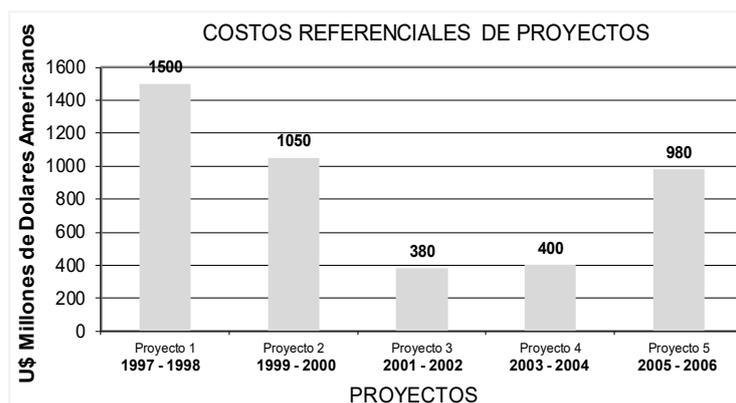
La evaluación final corresponde al cierre de la fase de implementación o *cierre contractual* del proyecto. En esta etapa se finiquita la entrega del proyecto al cliente, donde se evalúan los resultados finales de la planta industrial, se hace una distribución final de cuentas transitorias y se procede a tramitar y solucionar todos los reclamos y situaciones pendientes de seguros o garantías.

## ANTECEDENTES GENERALES DEL ESTUDIO

### Muestra

Se estudió un universo de cinco proyectos mineros EPCM/EPC realizados entre 1997-2006 con un costo entre 380 y 1500 millones de dólares, según gráfico 1.

Grafico 1 Costos Referenciales Proyectos Mineros Estudiados



### Datos

Los datos necesarios más representativos para el estudio son las HH gastadas y los costos del proceso de cierre del proyecto. Se establecen 2 categorías o clases (Horas Hombre HH – Insumos) y se define una tabla de desglose para recoger los datos de terreno. Ver tabla 1.

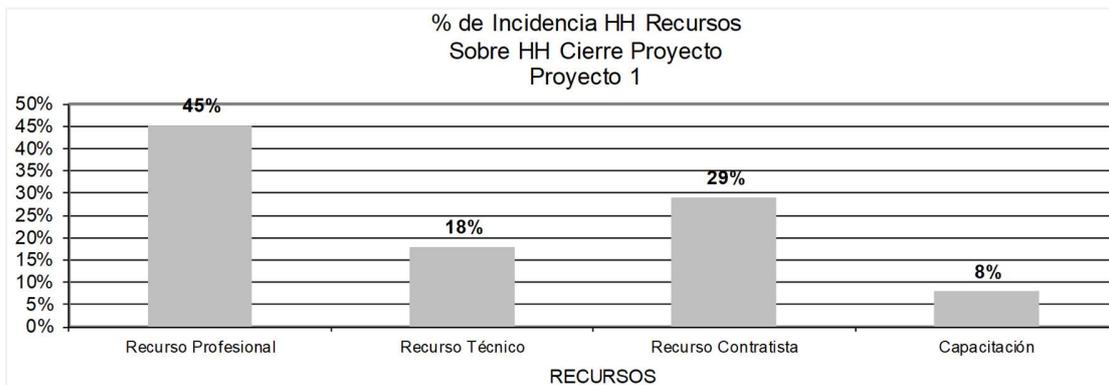
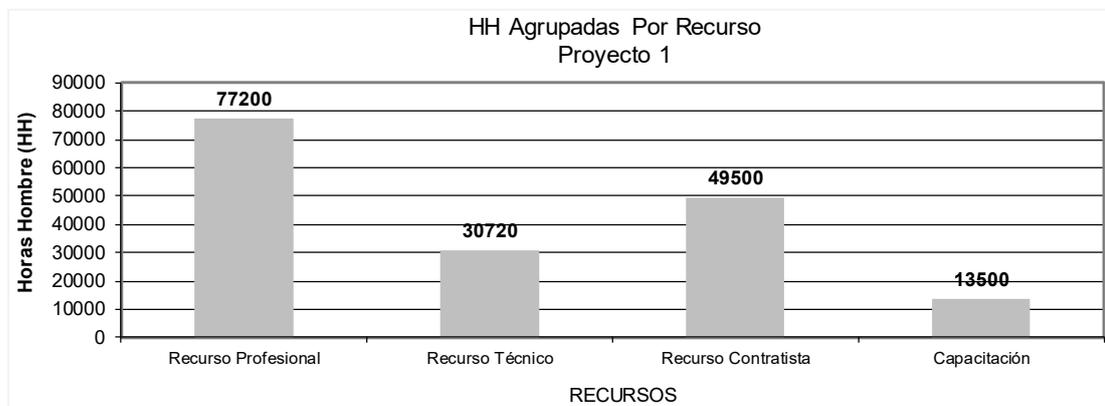
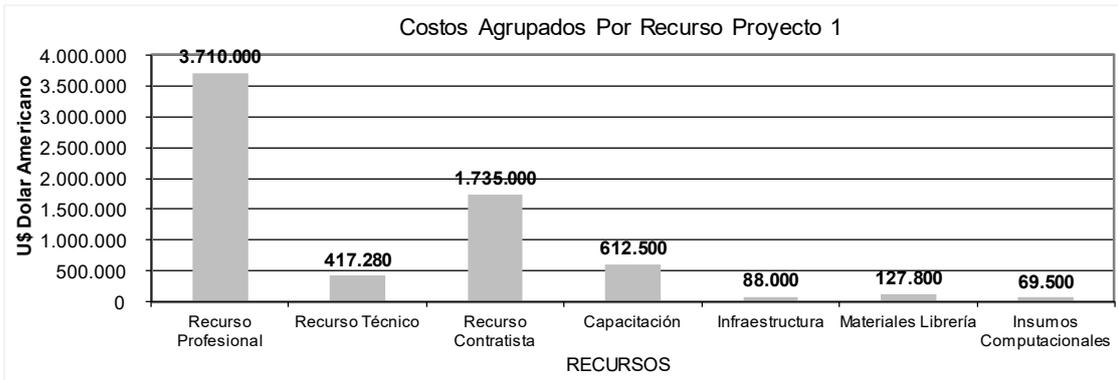
Tabla 1 Desglose de Costos del Proceso

DATOS				
Recursos Profesionales (HH Ingenieros)	Nº Ingenieros Promedio	Horas Mes Promedio	Total Horas Mes	Meses Proceso
Horas Normales Area Ingeniería				
Horas Normales Area QA/QC				
Horas Extras Area Ingeniería				
Horas Extras Area QA/QC				
Horas Normales Coordinador T.O.Ps				
Horas Extras Coordinador T.O.Ps				
Recursos Técnicos (HH Secre/Técnico)	Nº Sec. Técnicos Prom.	Horas Mes Promedio	Total Horas Mes	Meses Proceso
Horas Normales Secretario Técnico				
Horas Extras Secretario Técnico				
Recursos Contratista (HH Asistentes)	Nº Sec. Técnicos Prom.	Horas Mes Promedio	Total Horas Mes	Meses Proceso
Horas Normales Coordinador T.O.Ps				
Horas Extras Coordinador T.O.Ps				
Horas Normales Asistentes (Subcontratistas)				
Horas Extras Asistentes (Subcontratistas)				
Recursos Capacitación	Personal	Horas Mes Promedio	Total Horas Mes	Meses Proceso
Capacitación QA/QC				
Capacitación Ingeniería				
Capacitación Asistentes				
Recursos Materiales				
Artículos Librería				
Suministros Computacionales				
Muebles de Oficina				
Transporte				

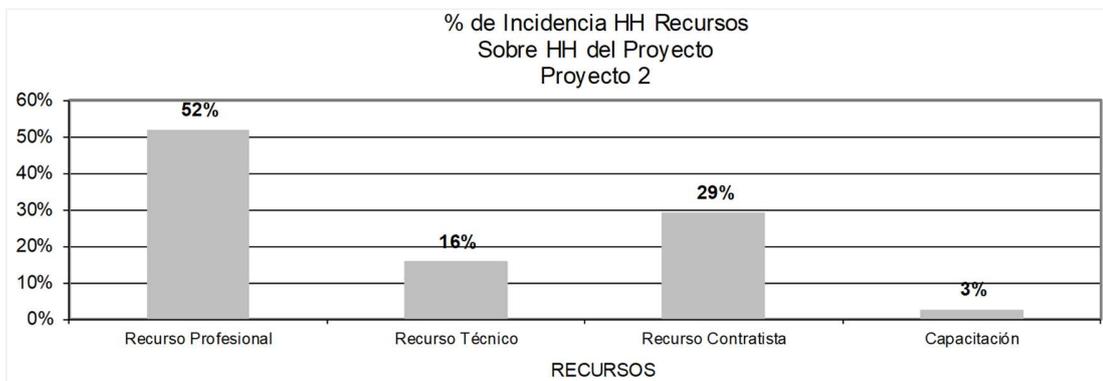
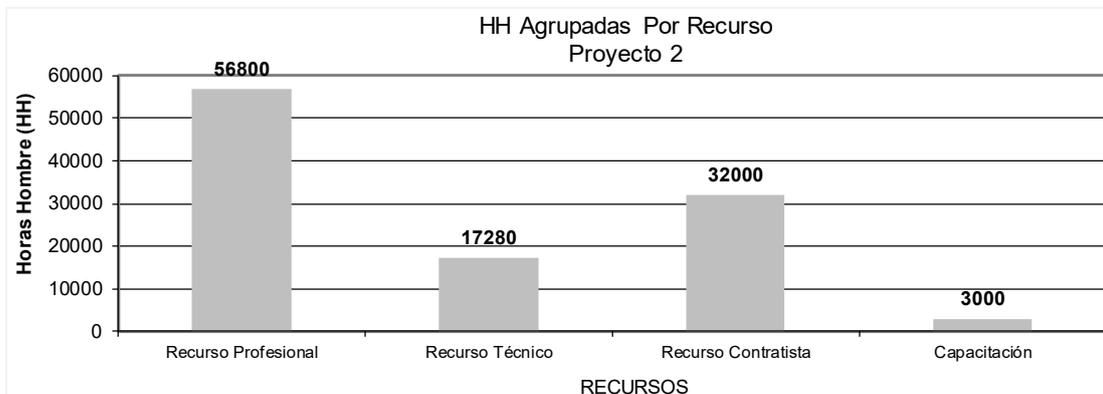
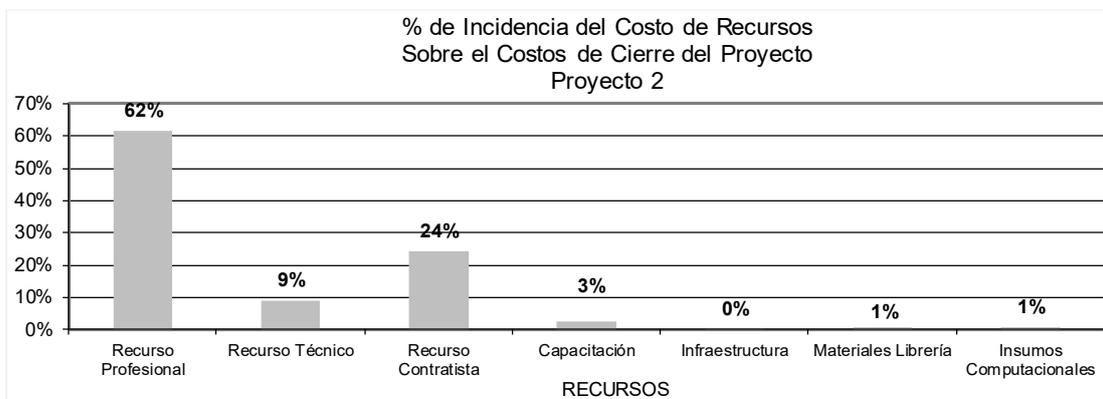
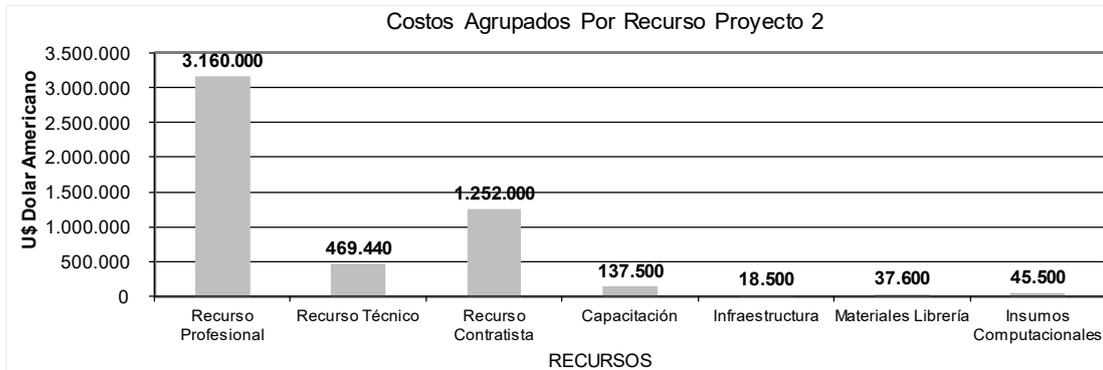
### Datos Recopilados

Se obtuvieron los siguientes resultados agrupados por proyecto:

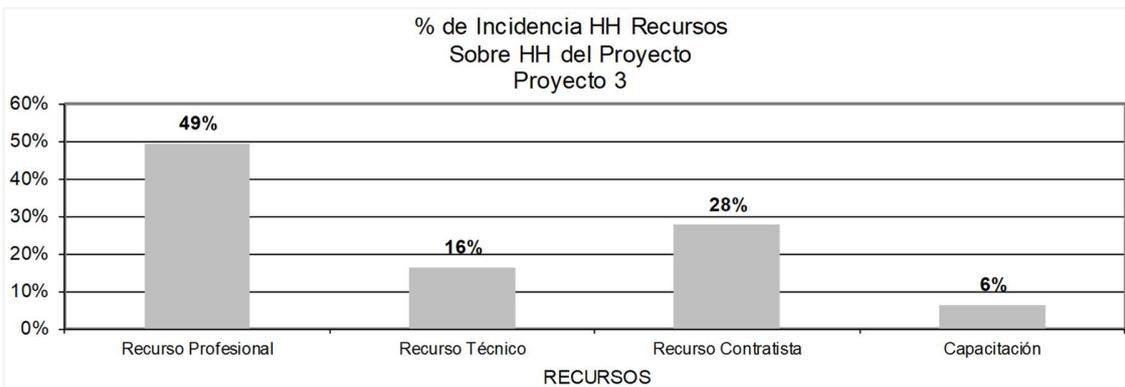
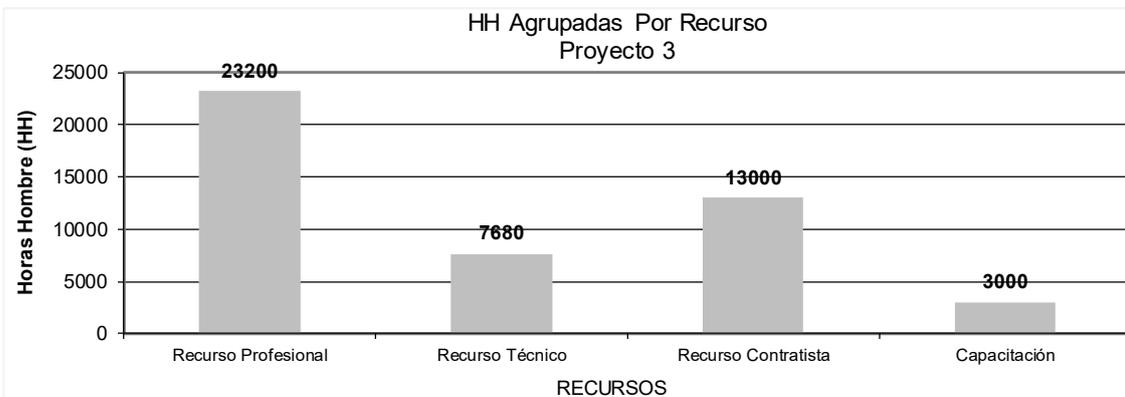
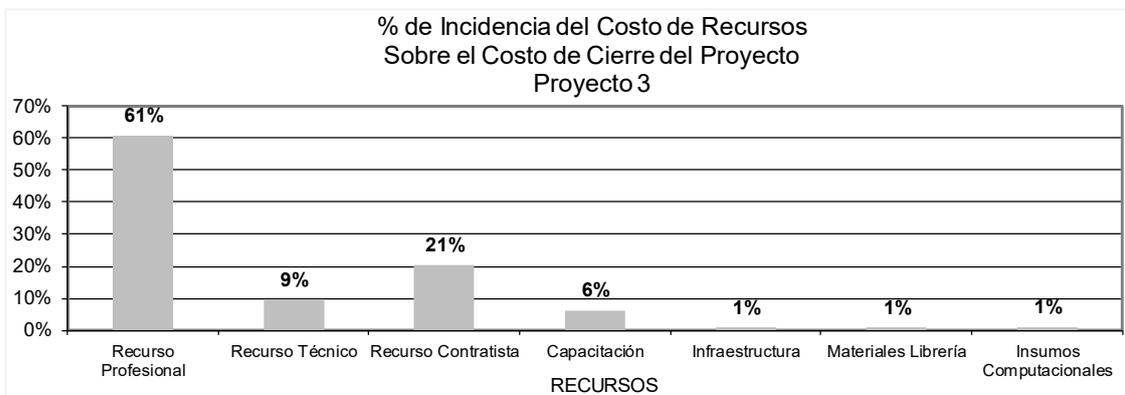
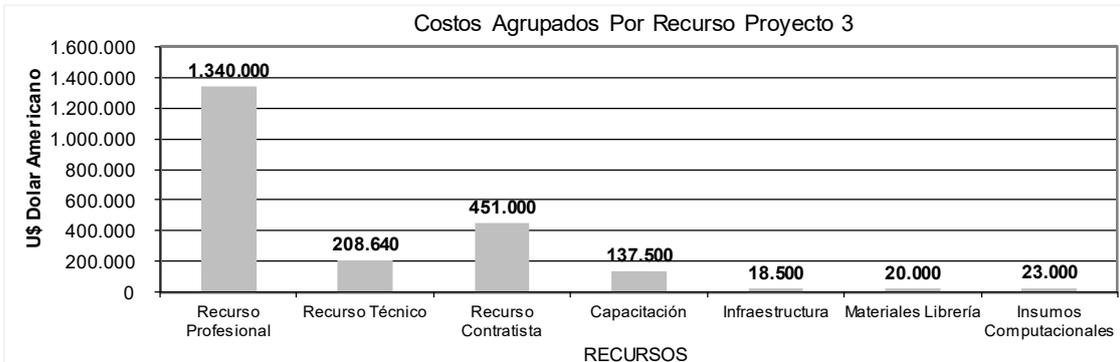
Proyecto 1



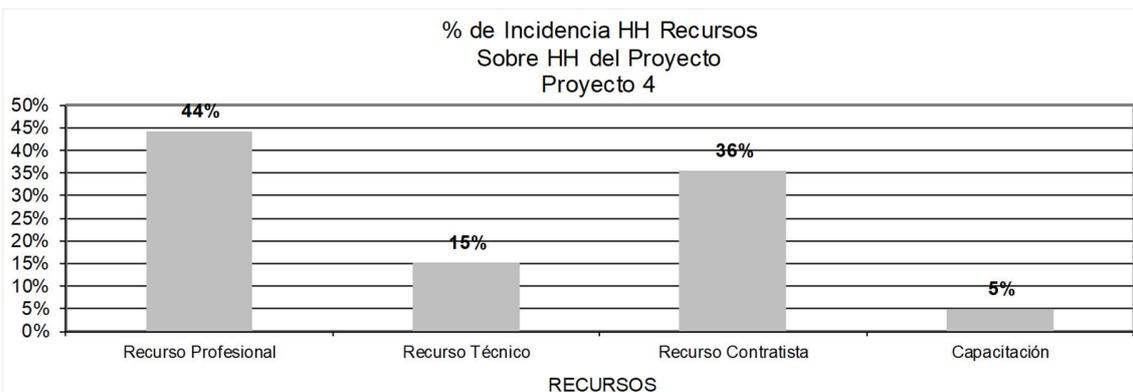
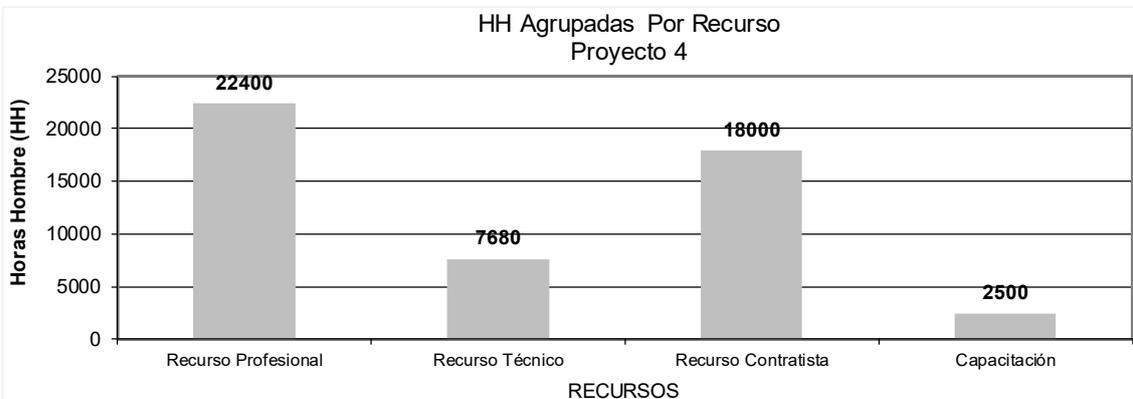
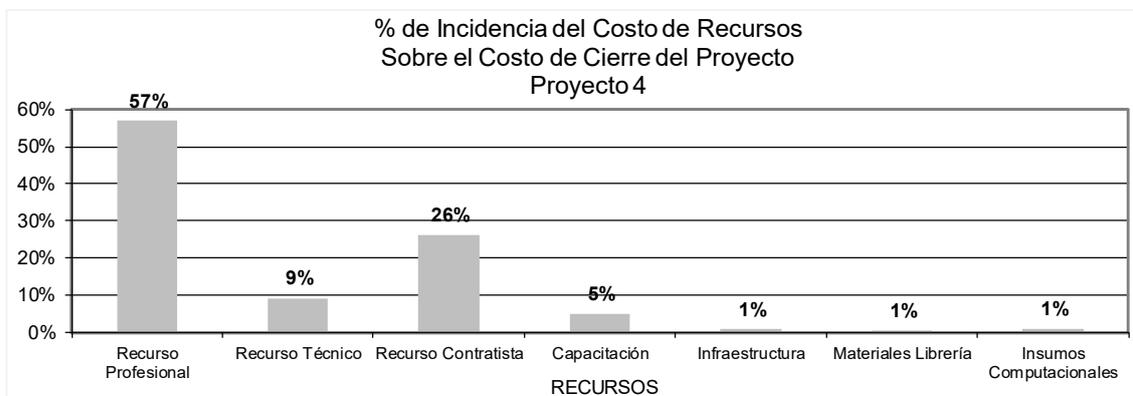
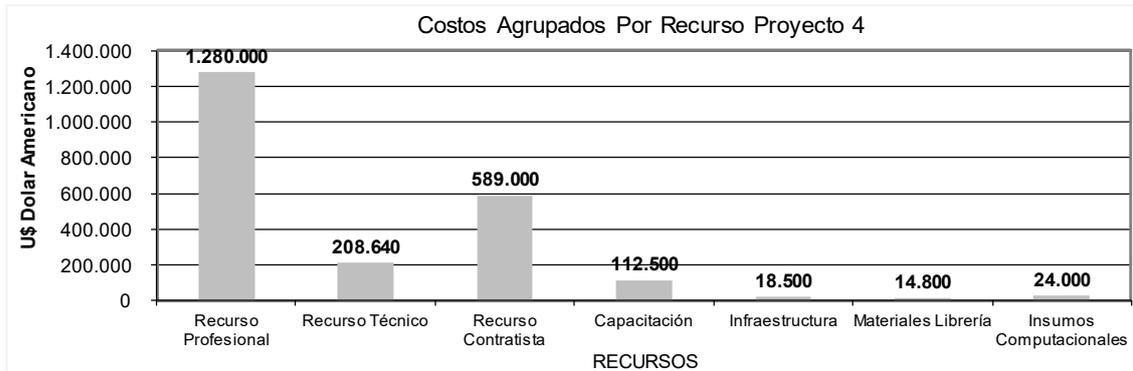
Proyecto 2



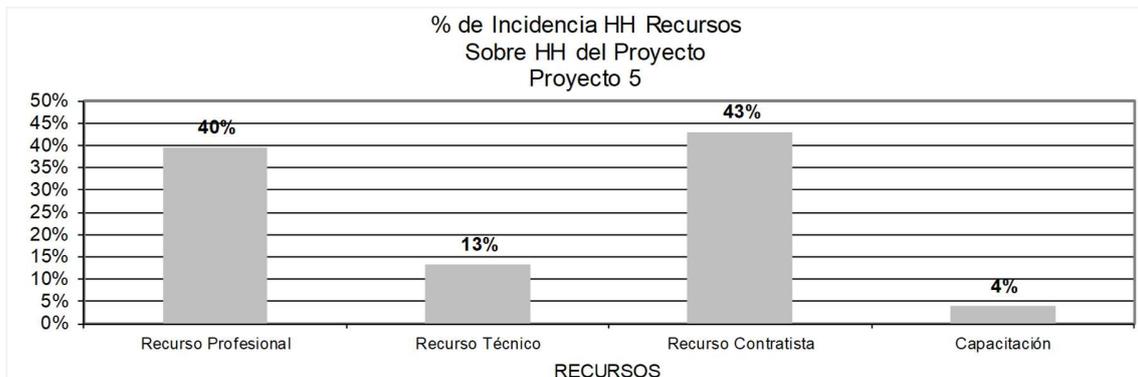
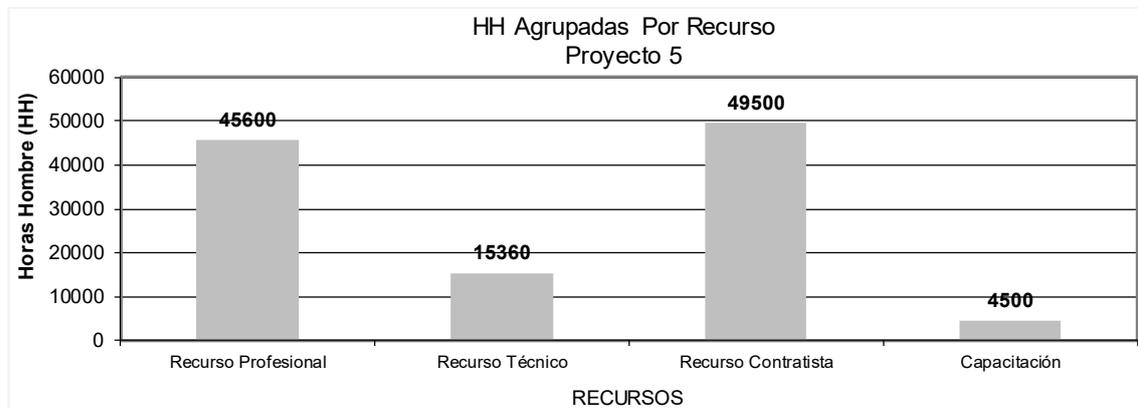
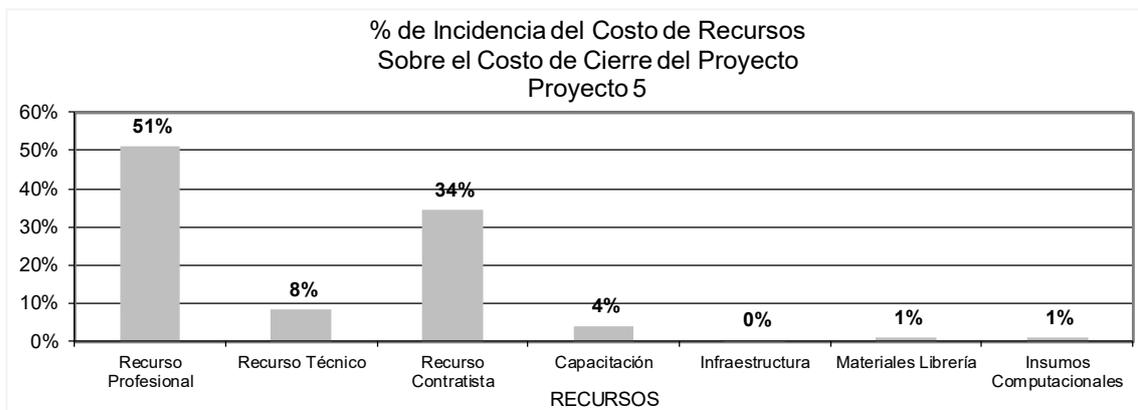
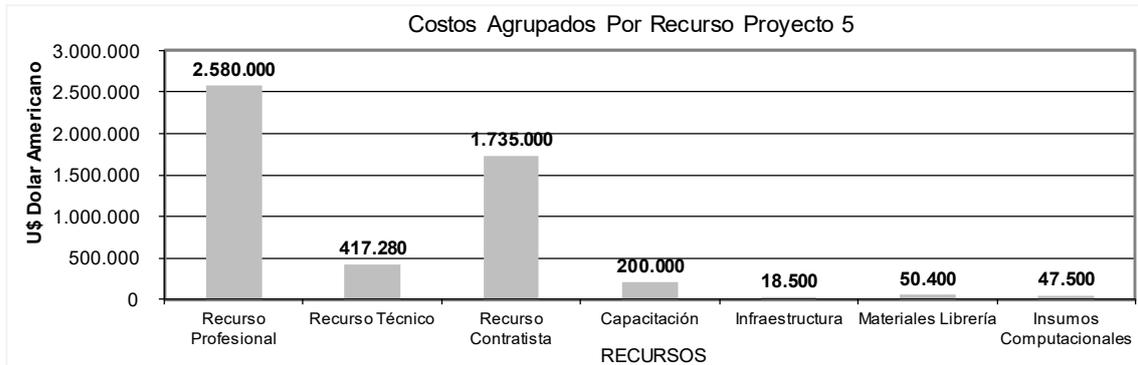
Proyecto 3



Proyecto 4



Proyecto 5



Los resultados totales agrupados por proyecto son:

Variable Costo:

- ❖ Proyecto 1 (1997-1998) = U\$ 6.760.080
- ❖ Proyecto 2 (1999-2000) = U\$ 5.120.540
- ❖ Proyecto 3 (2001-2002) = U\$ 2.198.640
- ❖ Proyecto 4 (2003-2004) = U\$ 2.247.440
- ❖ Proyecto 5 (2005-2006) = U\$ 5.048.680

Variable Horas Hombre:

- ❖ Proyecto 1 (1997-1998) = 170.920 HH
- ❖ Proyecto 2 (1999-2000) = 109.080 HH
- ❖ Proyecto 3 (2001-2002) = 46.880 HH
- ❖ Proyecto 4 (2003-2004) = 50.580 HH
- ❖ Proyecto 5 (2005-2006) = 114.960 HH

Los resultados totales agrupados por proyecto se representan en los gráficos 2 y 3.

Grafico 2 Costos de Cierre Proyectos en Estudio

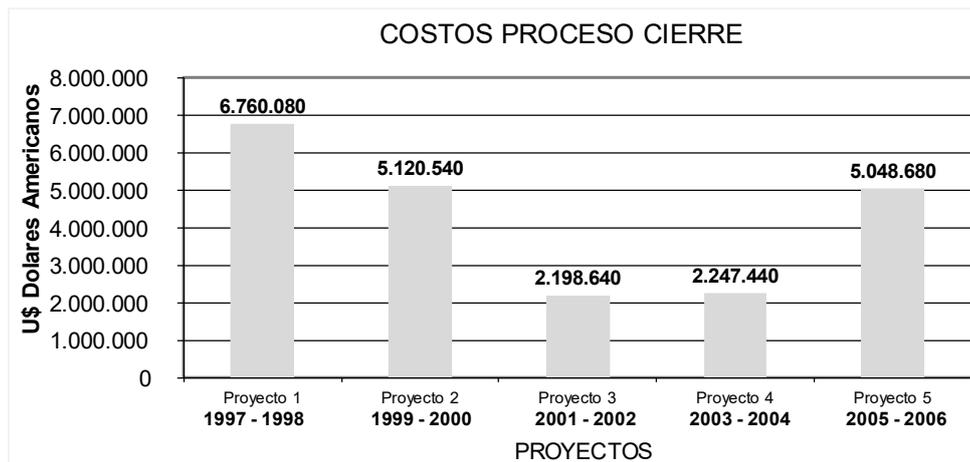
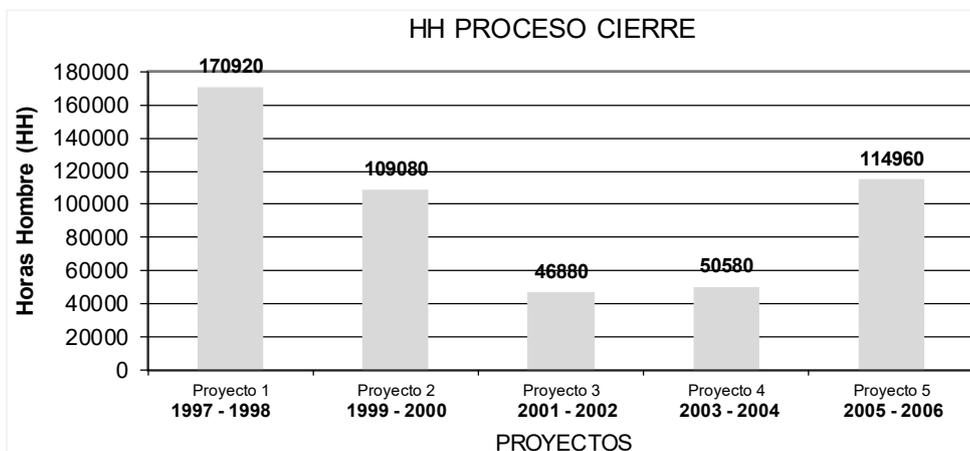


Grafico 3 HH Gastadas Cierre Proyectos Mineros Estudiados

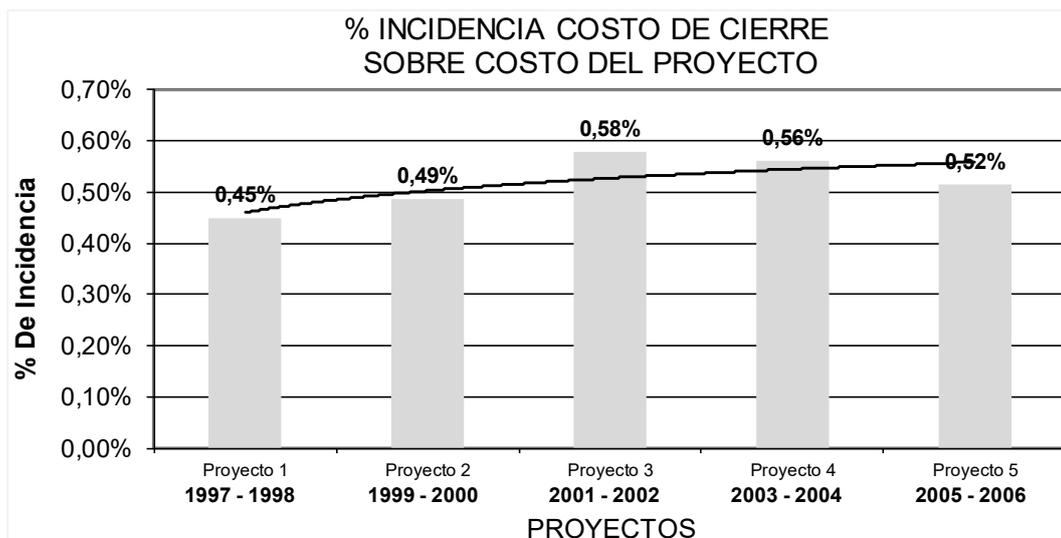


## ANALISIS ESTADISTICO BASICO

### % Incidencia del Costo de Cierre / Costo Proyecto

Una de las primeras inferencias estadísticas fue el de establecer un parámetro promedio del costo del proceso respecto del costo del Proyecto. Ver gráfico 4 de tendencia.

Grafico 4 Incidencia Costo de Cierre / Costo del Proyecto



Los resultados finales obtenidos nos indican que el costo directo *referencial* para el proceso de cierre del proyecto representa el 0,5 % del costo total del proyecto EPCM/EPC.

### Desviación Estándar del Parámetro de Costo

Es importante establecer el intervalo de valores donde se puede mover este parámetro de 0,5% obtenido por medio de la media aritmética. Para esto necesitamos calcular la desviación estándar de los datos, de acuerdo a la siguiente tabla:

Universo	% Incidencia (Xi)	$\mu - Xi$	$(\mu - Xi)^2$	$\Sigma(\mu - Xi)^2$	$\sigma^2$ (Varianza)	$\sigma$ (Desviación)
Proyecto 1	0,45%	0,068%	0,000046%	0,00005%		
Proyecto 2	0,49%	0,031%	0,000010%	0,00006%		
Proyecto 3	0,58%	-0,060%	0,000036%	0,00009%		
Proyecto 4	0,56%	-0,043%	0,000019%	0,00011%		
Proyecto 5	0,52%	0,004%	0,000000%	0,00011%	0,000022%	0,047%
<b>Promedio (<math>\mu</math>)</b>	<b>0,5%</b>					

De la tabla se desprende:

Varianza = 0,000022%

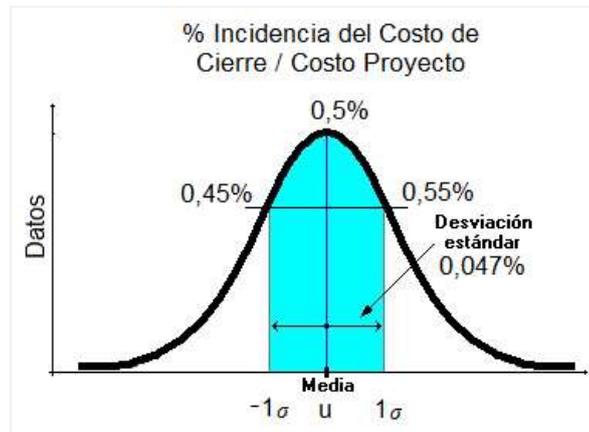
Desviación Estándar = 0,047%

Error Estándar = 0,021%

% Incidencia = (0,5% +/- 0,047%) \* Costo del Contrato EPCM/EPC

### Distribución Normal del Parámetro de Costo

La distribución normal de la media  $\mu = 0,5\%$  y desviación estándar  $\sigma = 0,047\%$  se designa por  $N(\mu, \sigma)$ . Su gráfica es la campana de Gauss:



A partir de estos antecedentes se puede calcular la probabilidad de que un proyecto obtenga un % de incidencia distinto del valor medio aritmético. Se supone que el costo de cierre de un proyecto sigue una distribución normal con media de 0,5% del costo del proyecto y una desviación estándar de 0,047%.

Así, por ejemplo, para calcular la probabilidad de que el costo de cierre de un proyecto cualquiera sea mayor al 0,4% del costo del proyecto, esta será de acuerdo al teorema de Moivre:

$$P(X > X_i) = P(Z > [X_i - \mu] / \sigma)$$

Reemplazando valores tenemos:

$$P(X > 0,4\%) = P(Z > [0,4\% - 0,5\%] / 0,047\%)$$

$$P(X > 0,4\%) = P(Z > -2,13)$$

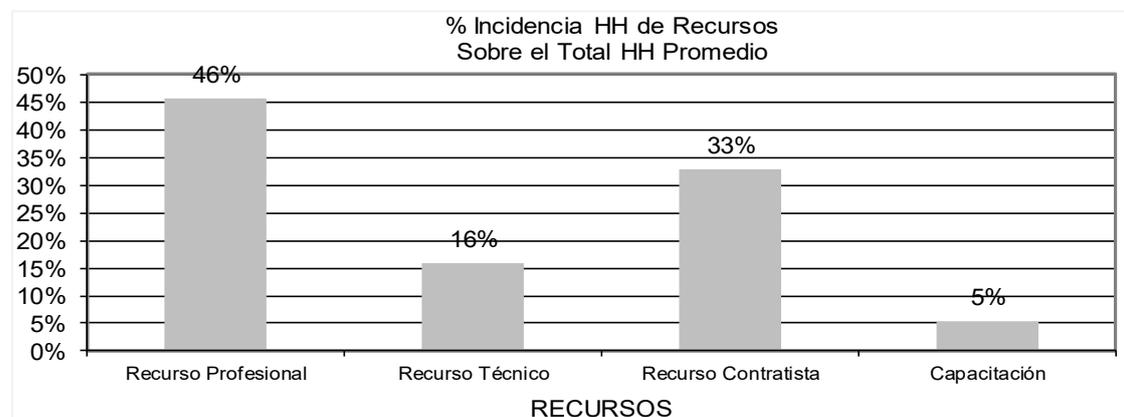
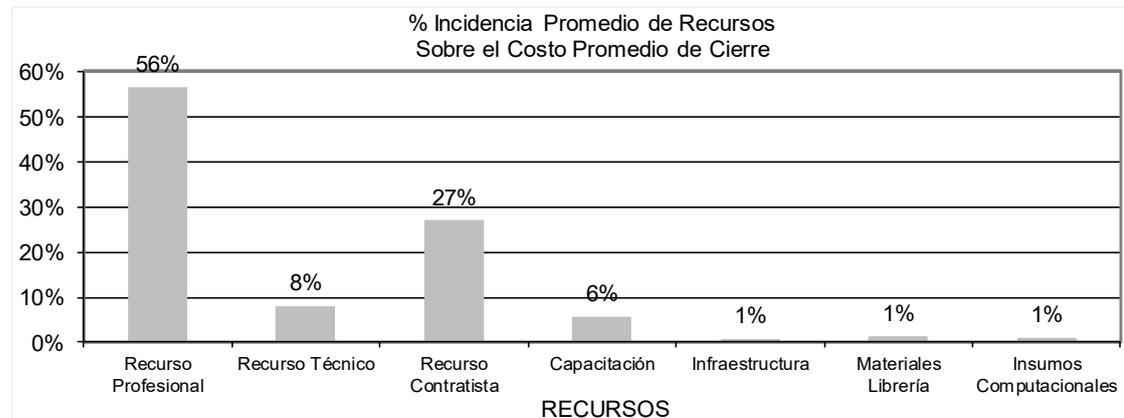
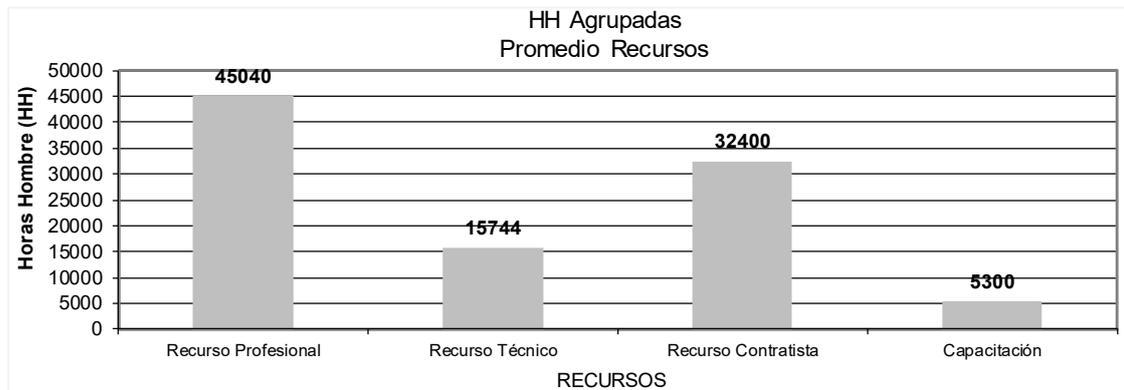
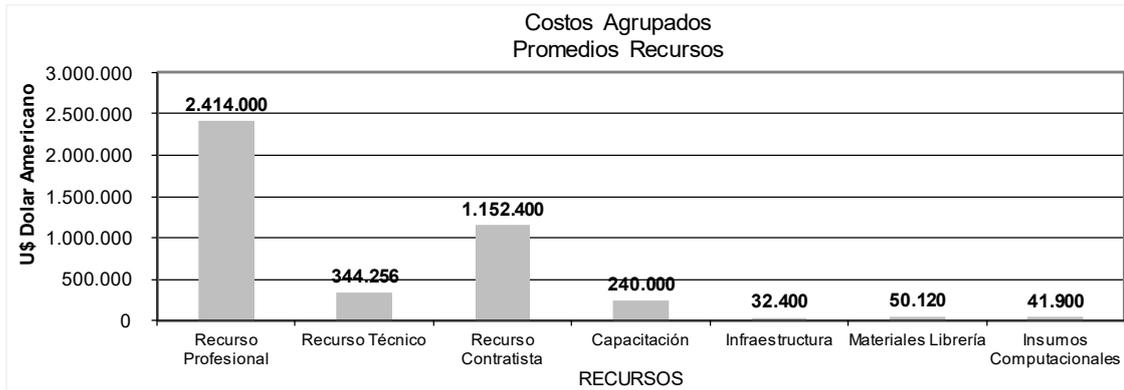
$$P(X > 0,4\%) = P(Z < 2,13)$$

De acuerdo a la tabla de distribución normal típica  $Z = N(0,1)$  la probabilidad de que el costo de cierre del proyecto sea mayor al 4% es de 0,983 (98,3%) y que sea menor es de 0,017 (1,7%).

### Proyecto Representativo

Se define un proyecto representativo (Media) tipo a partir del costo de cierre promedio de proyectos y el costo promedio de costos agrupados por recurso obteniendo los siguientes resultados:

PROYECTO PROMEDIO				
Recursos	Costo U\$	% Incidencia Costo	HH	% Incidencia HH
Recurso Profesional	2.414.000	56%	45040	46%
Recurso Técnico	344.256	8%	15744	16%
Recurso Contratista	1.152.400	27%	32400	33%
Capacitación	240.000	6%	5300	5%
Infraestructura	32.400	1%	0	0%
Materiales Librería	50.120	1%	0	0%
Insumos Computacionales	41.900	1%	0	0%
	<b>4.275.076</b>	<b>100%</b>	<b>98484</b>	<b>100%</b>



## INFERENCIA ESTADISTICA

A partir de los datos obtenidos del proyecto representativo se realiza la siguiente inferencia estadística:

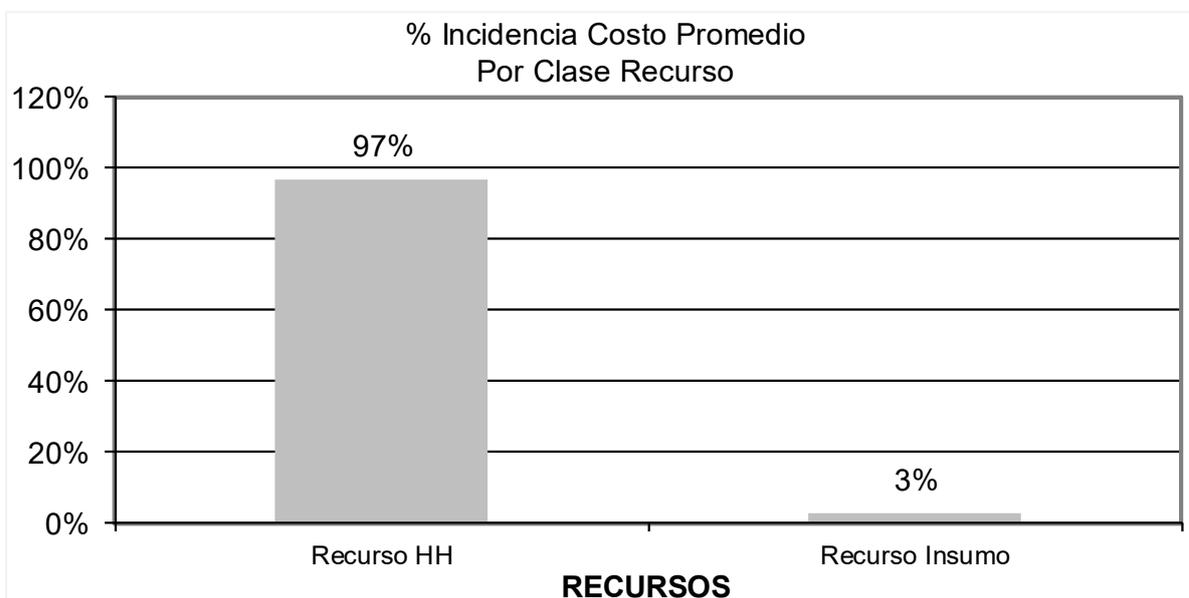
### Costo de Cierre Por Clase de Recurso

Como se indicó inicialmente la clasificación de recursos se dividió en dos grandes clases:

- ❖ Recurso HH.
- ❖ Recurso Insumo.

La clasificación de recursos por *clase* nos arroja los siguientes parámetros: (Gráfico 5)

Grafico 5 % Incidencia Costo Promedio Por Clase de Recurso



Los resultados finales obtenidos nos indican que, del total de costos involucrados en el proceso de cierre del proyecto, el 97% de este costo está referido exclusivamente a horas hombre (HH) y solo el 3% está referido a recursos materiales concluyendo lo siguiente:

- El proceso de cierre del proyecto es un proceso intrínsecamente *artesanal*, es decir ocupa una gran cantidad de obra de mano y supervisión.
- El proceso no involucra gran costo de recursos materiales. Los costos de recursos materiales se concentran en insumos computacionales y centro de copiado.
- La posibilidad de optimización del proceso de cierre por medio de un software especializado debería reducir los costos considerablemente ya que impactaría de manera importante el porcentaje de HH tanto en dirección, supervisión y control como en la gestión propia del cierre. A su vez producto de la optimización se desprende una optimización en el uso de recursos materiales.

## Horas Hombre (HH) Para El Cierre De Proyecto

A partir del proyecto representativo tenemos un *costo de cierre* promedio y un total de *horas hombre* promedio.

PROYECTO PROMEDIO		
Recursos	Costo U\$	HH
Recurso Profesional	2.414.000	45040
Recurso Técnico	344.256	15744
Recurso Contratista	1.152.400	32400
Capacitación	240.000	5300
	<b>4.150.656</b>	<b>98484</b>

De la tabla podemos inferir que:

- Costo HH referencial = Costo Proyecto Promedio Recursos / Total HH Promedio Recursos
- Costo HH referencial = \$4.150.656 / 98.484 = \$ 42,146 (Dólares)

Reemplazando valores deducimos que:

$$\text{Total HH Cierre Proyecto} = (0,005 * \text{Costo Contrato EPCM/EPC}) * 0,97 / 42,146$$

A partir de lo anterior establecemos la siguiente ecuación:

$$\text{Total HH Cierre Proyecto} = 0,000115 * \text{Costo Contrato EPCM/EPC (Ecuación 1)}$$

## DISMINUCIÓN DEL COSTO DEL PROCESO

El proceso de cierre del proyecto se desarrolla en un ámbito altamente artesanal o manual, motivo por el cual la incorporación de sistemas informáticos de gestión implicaría una gran disminución en este ítem. El desarrollo de herramientas informáticas en esta área se ha planteado dentro de sus objetivos y estrategia de implementación establecer una disminución de costos significativa del proceso, automatizando una serie de actividades y relaciones del proceso. Como se puede apreciar en las gráficas anteriores, el mayor gasto se genera en recursos HH, el 97% del costo total del cierre del proyecto se encuentra en este ítem. De acuerdo a las observaciones realizadas en cada uno de los proyectos se estima que la automatización del proceso mediante el uso de software podría generar una disminución del orden del 40% del costo. Sin embargo, la optimización en *tiempos improductivos* podría llegar a generar una disminución de costos equivalentes al 20% del costo. Por lo tanto, implementando herramientas informáticas en la gestión del cierre de proyecto, podría generar una instancia de optimización del costo del proceso en el orden del 60% de disminución del costo del proceso, respecto del método tradicional (Manual).

## INDICADORES INFERIDOS DEL ESTUDIO

Indicadores de costo referencial de cierre del proyecto (Método Manual):

- ❖ Costo Proyecto = Costo Contrato EPCM /EPC.
- ❖ Costo Directo Cierre Proyecto = 0.5% Costo Proyecto.

- ❖ Costo Indirecto Cierre Proyecto = 0.5% Costo Proyecto.
- ❖ Costo Cierre Proyecto = 1% Costo Proyecto.
- ❖ Costo Recurso HH = 97% Costo Directo Cierre Proyecto.
- ❖ Costo Recurso Material = 3% Costo Directo Cierre Proyecto.

Indicadores de HH referenciales de cierre del proyecto obtenidos del estudio (Método Manual):

- ❖ Costo Proyecto = Costo Contrato EPCM /EPC.
- ❖ HH Cierre Proyecto = 0,000115 \* Costo Proyecto.
- ❖ HH Personal Profesional = 46% HH Cierre Proyecto.
- ❖ HH Personal Técnico = 16% HH Cierre Proyecto.
- ❖ HH Personal Contratista = 33% HH Cierre Proyecto.
- ❖ HH Capacitación = 5% HH Cierre Proyecto.

## CONCLUSIONES

1. Si bien es cierto que la estadística utilizada en este estudio es básica, sus resultados son sorprendentes desde la perspectiva de coincidencia de parámetros medidos y permiten determinar con un buen grado de certeza (95%) las estimaciones necesarias para formular los costos de inversión del proceso de cierre del proyecto.
2. El costo directo del cierre del proyecto (0,5 % Costo EPCM / EPC) es el parámetro más importante obtenido del estudio. A su vez es el que se obtuvo con mayor exactitud. Por lo tanto, esta estimación es la de mayor confiabilidad.
3. El costo indirecto *asumido empíricamente* es equivalente al mismo valor del costo directo, teniendo en consideración los tiempos improductivos e ineficiencias normales del proceso. La normalidad de esta ineficiencia es estimada de acuerdo a la experiencia de la empresa que está realizando el proceso. La experiencia en cierre de proyectos de las empresas consideradas en el estudio es *alta*.
4. Si el costo de cierre del proyecto (Directo + Indirecto) se escapa de la estimación realizada (1% Costo EPCM / EPC), implica que la desviación del costo se está produciendo en el costo indirecto del proceso, esto debido a lo indicado anteriormente, la experiencia de la empresa en cierre de proyectos.
5. El hecho que el estudio se ha realizado en proyectos mineros en Chile implica que existe una componente de eficiencia y productividad propia de este país por lo que debería aplicarse un factor de corrección si se aplican los indicadores en otro país. Esto dependerá mucho de la experiencia de la empresa EPCM / EPC en proyectos mineros.
6. Los indicadores son aplicables a contratos EPCM/EPC de construcción específicos de mayor envergadura sobre un monto de U\$ 350 millones de dólares.
7. Los indicadores son aplicables a proyectos industriales de otra índole como la industria del petróleo y la industria química.
8. La realidad práctica de este proceso en proyectos mineros menores y de envergadura, es que no cuentan con asignación de capital y específicamente en los proyectos observados solo uno contaba con un presupuesto del orden del 10% del valor gastado finalmente.
9. El poder contar con indicadores de costo permite al administrador del proyecto realizar:
  - Estimaciones Tempranas (Ingeniería de Prefactibilidad y Factibilidad).
  - Revisión de presupuestos.
  - Asignación de centros de costo.
  - Estimación y control de HH.
  - Preparación y licitación de contratos relacionados.
  - Reasignación de recursos.
  - Administración eficiente del proceso, disminuyendo al mínimo los tiempos improductivos.

10. Otra conclusión importante es el ahorro que se puede alcanzar (60%) en el costo total del proceso, con la incorporación de sistemas informáticos de gestión. Una referencia en este tipo de herramientas es el software EPIN 4.1 de desarrollo integro en Chile, utilizado en proyectos mineros nacionales e internacionales de cobre y níquel, con excelentes resultados.

**BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS**

1. Portal Minero, Manual General de Minería y Metalurgia. ISBN 956-8514-01-5
2. Richard A. Johnson, Fremont E. Kast, James E. Rosenzweig; Teoría, Integración y Administración de Sistemas, 1980 Ed. Limusa.
3. Clifford F. Gray, Erik W. Larson; Administración de Proyectos, Mc Graw Hill 2009.
4. Bertalanffy Ludwig. Teoría general de los sistemas. Fondo de cultura económica. 2002
5. Leónidas Espina Marconi; Estadística Aplicada, Editorial Universitaria 1995.
6. Joseph G. Monks; Administración de Operaciones, Mc Graw Hill 2002.
7. L. Susan Stebbing, Introducción Moderna a la Lógica, 1995, Universidad Nacional Autónoma de México.
8. PMI, Fundamentos Para la Dirección de Proyectos, 2005, Pmbok.