

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**“PLANEAMIENTO Y CONTROL DE COSTOS DE LA OBRA  
TÚNEL DE DESVÍO DEL RÍO ASANA DEL PROYECTO MINERO  
QUELLAVECO - MOQUEGUA APLICANDO EL RESULTADO  
OPERATIVO”**

**TESIS**

PRESENTADO POR:

**GUIDO CHAMBILLA CHAMBILLA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO CIVIL**

**PUNO - PERÚ**

**2017**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**"PLANEAMIENTO Y CONTROL DE COSTOS DE LA OBRA TÚNEL DE  
DESVÍO DEL RÍO ASANA DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO -  
MOQUEGUA APLICANDO EL RESULTADO OPERATIVO"**

TESIS PRESENTADO POR:

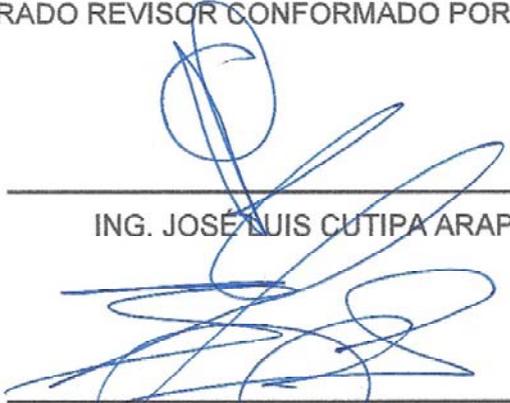
**BACH. GUIDO CHAMBILLA CHAMBILLA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO CIVIL**

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

**PRESIDENTE:**



---

ING. JOSÉ LUIS CUTIPA ARAPA

**PRIMER MIEMBRO:**



---

ING. SAMUEL HUAQUISTO CÁCERES

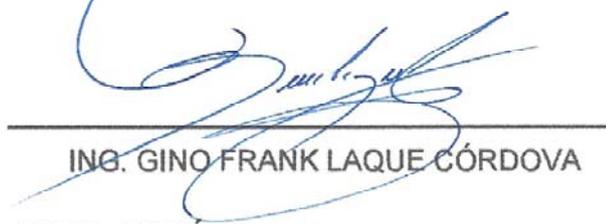
**SEGUNDO MIEMBRO:**



---

ING. YASMANI TEÓFILO VITULAS QUILLE

**DIRECTOR DE TESIS:**



---

ING. GINO FRANK LAQUE CÓRDOVA

**PUNO - PERÚ  
2017**

**Área:** Construcciones

**Tema:** Planeamiento y Control de Costos

**Línea de Investigación:** Productividad y Liderazgo en Gestión de Obras

## DEDICATORIA

*El presente trabajo de investigación va dedicado a mis padres Daniel y Maura que incondicionalmente me apoyaron y confiaron en mí, siempre reconoceré su apoyo moral y económico para mi educación, muchas gracias por haberme formado como hijo y persona.*

*A María Salomé por ser un motivo para seguir adelante y estar siempre a mi lado en todo tiempo.*

*A mis hermanos Wilber, Walter y Yeny que me sirvieron de ejemplo y me ayudaron a crecer.*

*Guido Chambilla*

## AGRADECIMIENTOS

*A Dios, por darme la vida, iluminar mi camino y preparar grandes cosas para mi.*

*A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional del Altiplano por la formación brindada.*

*A mi asesor de tesis Ingeniero Duberly Huisa, que estuvo en los inicios de mi experiencia profesional como un buen líder y amigo.*

*A mis compañeros con los cuales pasamos grandes experiencias como estudiantes, ellos hicieron que la vida universitaria sea una buena etapa.*

*Guido Chambilla*

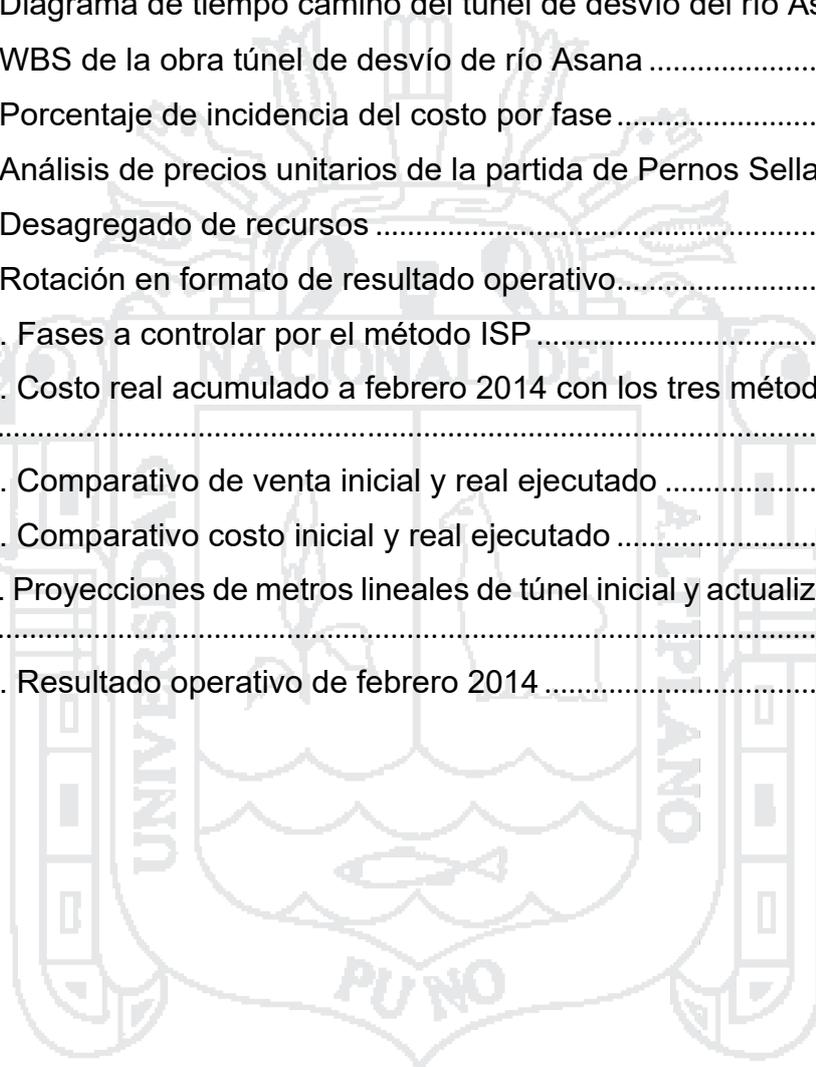
## ÍNDICE

RESUMEN.....	10
INTRODUCCIÓN .....	11
1 CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	14
1.1 PLANTEAMIENTO DEL TEMA OBJETO DE ESTUDIO .....	14
1.2 EXPERIENCIA EN EL RUBRO DE COSAPI S.A.: .....	15
1.3 EXPERIENCIA EN EL RUBRO DE MAS ERRAZURIZ S.A.....	16
1.4 DELIMITACIÓN TEMÁTICA .....	19
1.4.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL.....	19
1.4.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL.....	20
1.4.3 DELIMITACIÓN TÉCNICA.....	20
1.5 ANTECEDENTES DEL PROYECTO .....	21
1.6 JUSTIFICACIÓN .....	24
1.7 OBJETIVOS DEL ESTUDIO .....	24
1.7.1 OBJETIVO GENERAL.....	24
1.7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	25
2 CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	26
2.1 INTRODUCCIÓN AL CONCEPTO DE TÚNEL.....	26
2.2 SISTEMAS DE EXCAVACIÓN SUBTERRÁNEA.....	27
2.3 RESULTADO OPERATIVO .....	30
2.3.1 CONCEPTOS USADOS EN EL RESULTADO OPERATIVO DE OBRA.....	30
2.3.2 RESULTADO OPERATIVO POR PROCESOS.....	32
2.3.3 USO DE LAS HERRAMIENTAS DEL RESULTADO OPERATIVO: .....	33
2.3.4 PARTICIPACIÓN EN LA DEFINICIÓN DE RECURSOS, RESPONSABLES Y MEDIOS PARA LA TOMA DE DATOS. ....	37
2.3.5 SENTIDO DEL INFORME DEL RESULTADO OPERATIVO.....	45
2.4 ASPECTOS CONCEPTUALES DE CONTROL DE PROYECTOS .....	45
2.4.1 PLANEAMIENTO Y LA PROGRAMACIÓN .....	46
2.4.2 CONTROL DEL PROYECTO .....	48
2.4.3 CONTROL DE PRODUCCIÓN.....	49
2.4.4 CONTROL DE LA PRODUCTIVIDAD.....	50
2.4.5 CONTROL DE COSTOS .....	51
2.5 INFORME SEMANAL DE PRODUCCIÓN .....	53
2.5.1 DEFINICIONES .....	53
2.5.2 VENTAJAS DEL USO DE ISP.....	55
2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	56
3 CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO DE INVESTIGACIÓN.....	57
3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	57
3.1.1 INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA APLICATIVA .....	57
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA DE INVESTIGACIÓN .....	58
3.3 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN.....	58
3.3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	58
3.3.2 ALCANCES DE LA OBRA.....	60

3.3.3	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS .....	61
3.3.4	PRESUPUESTO DE OBRA .....	61
3.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	64
3.5	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	65
3.5.1	ANÁLISIS DOCUMENTAL .....	65
3.5.2	OBSERVACIÓN .....	65
3.5.3	PLAN DE TRATAMIENTOS DE DATOS.....	65
4	CAPÍTULO IV: EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	66
4.1	PROGRAMACIÓN INICIAL DE OBRA .....	66
4.2	APLICACIÓN DEL SISTEMA RO EN EL PROYECTO .....	71
4.2.1	ELABORACIÓN DEL WBS .....	71
4.2.2	GENERACIÓN DEL PLAN DE FASES.....	71
4.3	GENERACIÓN DE LÍNEA BASE INICIAL (RESULTADO OPERATIVO CERO) .....	74
4.3.1	INFORMACIÓN REQUERIDA PARA REALIZAR EL RESULTADO OPERATIVO CERO: 74	
4.3.2	ELABORACIÓN DE PRESUPUESTO DESCOMPUESTO POR FASES.....	75
4.3.3	ELABORACIÓN DE PROYECCIONES DEL RESULTADO OPERATIVO CERO ...	78
4.4	ELABORACIÓN DEL RESULTADO OPERATIVO MENSUAL .....	84
4.4.1	CÁLCULO DE VENTA.....	84
4.4.2	CÁLCULO DE COSTOS DIRECTOS.....	90
4.4.3	CÁLCULO DE COSTOS INDIRECTOS .....	93
4.4.4	PROYECCIONES DE COSTO.....	93
4.5	CÁLCULO DE COSTOS CON EL MÉTODO DE ISP. ....	97
4.5.1	NIVEL DE DETALLE .....	97
4.5.2	DESARROLLO DEL ISP.....	98
4.6	CÁLCULO DE COSTOS CON EL MÉTODO CONVENCIONAL.....	100
4.7	ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS .....	102
4.7.1	COMPARACIÓN RESULTADO OPERATIVO CON MÉTODO DEL INFORME SEMANAL DE PRODUCCIÓN .....	102
4.7.2	COMPARACIÓN RESULTADO OPERATIVO CON CONTROL CONVENCIONAL.....	103
4.7.3	ANÁLISIS DE EFICIENCIA DEL MÉTODO DEL RESULTADO OPERATIVO ...	105
4.7.4	LOGRO DE LOS OBJETIVOS DE APLICACIÓN DE RESULTADO OPERATIVO .....	109
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	111
	CONCLUSIONES.....	111
	RECOMENDACIONES .....	111
	BIBLIOGRAFÍA .....	114
	ANEXOS.....	116

## ÍNDICE DE FIGURAS

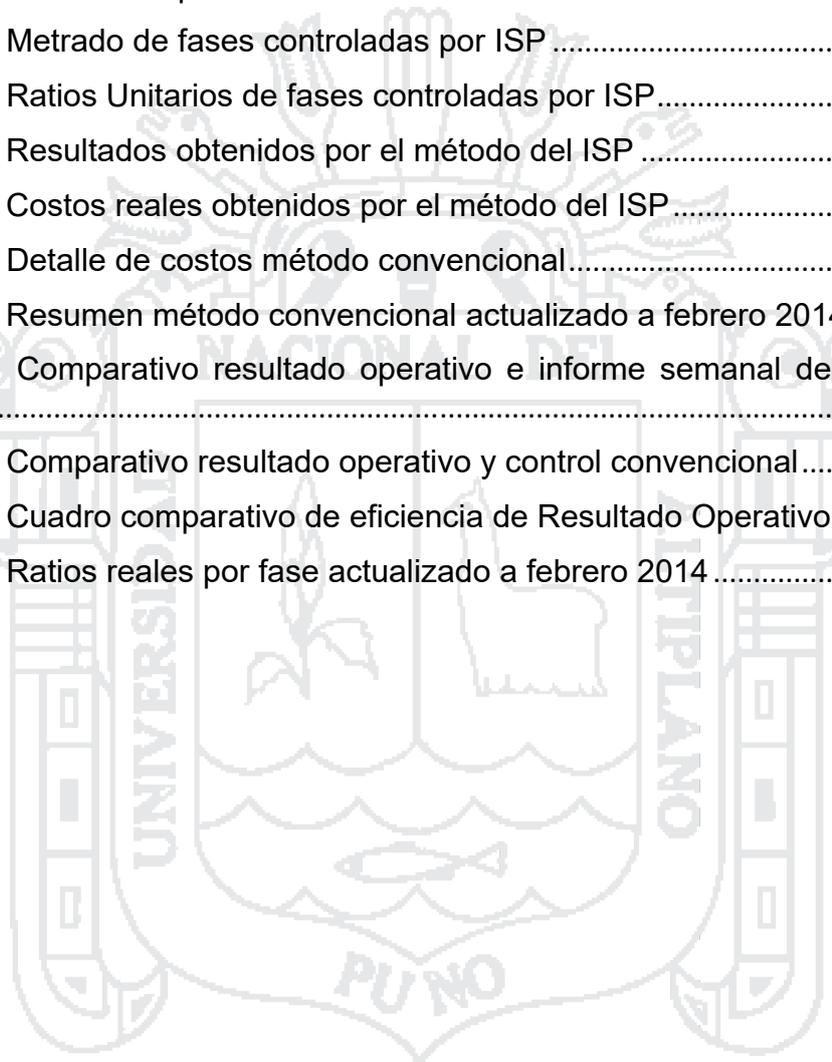
Figura 1. Ubicación de la obra túnel de desvío del río Asana.....	20
Figura 2. Clasificación de los túneles en función del terreno a excavar.....	30
Figura 3. Componentes del sistema de control de costos.....	52
Figura 4. Diagrama de tiempo camino del túnel de desvío del río Asana.....	70
Figura 5. WBS de la obra túnel de desvío de río Asana.....	71
Figura 6. Porcentaje de incidencia del costo por fase.....	74
Figura 7. Análisis de precios unitarios de la partida de Pernos Sellados.....	76
Figura 8. Desagregado de recursos.....	77
Figura 9. Rotación en formato de resultado operativo.....	90
Figura 10. Fases a controlar por el método ISP.....	97
Figura 11. Costo real acumulado a febrero 2014 con los tres métodos de control.....	104
Figura 12. Comparativo de venta inicial y real ejecutado.....	106
Figura 13. Comparativo costo inicial y real ejecutado.....	106
Figura 14. Proyecciones de metros lineales de túnel inicial y actualizado a febrero 2014.....	107
Figura 15. Resultado operativo de febrero 2014.....	107



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Experiencia el rubro de la empresa Mas Errazuriz S.A. ....	16
Tabla 2. Coordenadas UTM.....	20
Tabla 3. Alcance de la obra por tramos .....	60
Tabla 4. Cuadro de especificaciones técnicas.....	61
Tabla 5. Resumen de presupuesto de obra .....	62
Tabla 6. Presupuesto de la parte de sumaalzada.....	62
Tabla 7. Presupuesto de la parte a precios unitarios.....	63
Tabla 8. Presupuesto de la parte a costos reembolsables .....	64
Tabla 9. Clasificación de tipo de roca según Q de Barton.....	66
Tabla 10. Rendimientos mensuales por tipo de roca.....	67
Tabla 11. Plazo de ejecución del tramo 1 de túnel .....	68
Tabla 12. Plazo de ejecución del tramo 2 de túnel .....	69
Tabla 13. Agrupación de partidas de presupuesto en fases .....	72
Tabla 14. Plan de fases de la obra túnel de desvío del río Asana .....	73
Tabla 15. Presupuesto por fase .....	78
Tabla 16. Planeamiento de ejecución de túnel .....	79
Tabla 17. Distribución de ml por tipo de roca y por mes .....	79
Tabla 18. Cantidades por partida.....	80
Tabla 19. Proyección de venta del resultado operativo inicial .....	80
Tabla 20. Cronograma de ejecución por fases .....	81
Tabla 21. Proyección de costo de mano de obra en la fase Pernos.....	81
Tabla 22. Resultado Operativo Inicial.....	82
Tabla 23. Ratios unitarios iniciales por fase .....	83
Tabla 24. Cantidades reales ejecutadas.....	85
Tabla 25. Valorización de cantidades reales ejecutadas .....	86
Tabla 26. Venta por fase .....	87
Tabla 27. Proyección de ml de túnel actualizado a febrero 2014.....	88
Tabla 28. Cantidades de ml por tipo de roca actualizado a febrero 2014.....	88
Tabla 29. Cantidades por partida actualizado a febrero 2014 .....	89
Tabla 30. Venta por fase actualizado a febrero 2014.....	89
Tabla 31. Ejemplo costo de mano de obra.....	91
Tabla 32. Ejemplo costo de materiales .....	92

Tabla 33. Ejemplo costo de equipos.....	92
Tabla 34. Cronograma por fase actualizado a febrero 2014 .....	94
Tabla 35. Cantidades por fase actualizado a febrero 2014 .....	94
Tabla 36. Proyección de costo de mano de obra de la fase de Limpieza y Transporte.....	95
Tabla 37. Resultado operativo real de noviembre 2013 a febrero 2014.....	96
Tabla 38. Metrado de fases controladas por ISP .....	98
Tabla 39. Ratios Unitarios de fases controladas por ISP .....	98
Tabla 40. Resultados obtenidos por el método del ISP .....	99
Tabla 41. Costos reales obtenidos por el método del ISP .....	100
Tabla 42. Detalle de costos método convencional.....	101
Tabla 43. Resumen método convencional actualizado a febrero 2014.....	102
Tabla 44. Comparativo resultado operativo e informe semanal de producción (ISP).....	103
Tabla 45. Comparativo resultado operativo y control convencional.....	104
Tabla 46. Cuadro comparativo de eficiencia de Resultado Operativo.....	105
Tabla 47. Ratios reales por fase actualizado a febrero 2014 .....	108



## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es utilizar el método del resultado operativo para la gestión integral de costos de la obra túnel de desvío del río Asana, demostrar su eficiencia y mostrar las ventajas y desventajas en comparación con el método del informe semanal de producción (ISP) y el control convencional.

Comenzamos el primer capítulo con el planteamiento del problema, antecedentes de trabajos similares, justificación y objetivos del estudio.

En el segundo capítulo se explicó algunos conceptos y terminologías de introducción a túnel, sistemas de excavación subterránea, conceptos usados en el resultado operativo, aspectos conceptuales del control de proyectos, términos y aplicación del método del informe semanal de producción.

En el tercer capítulo se vio la investigación descriptiva aplicada realizada en la obra túnel de desvío del río Asana durante los meses de noviembre 2013 a febrero 2014.

En el cuarto capítulo se desarrolló el método del Resultado Operativo, la línea base inicial y el resultado operativo mensual, asimismo el método del ISP y el control convencional, se demostró que el resultado operativo lleva el control integral de la obra, se mostró la eficiencia, las ventajas y desventajas del método del resultado operativo.

Finalmente, se concluye el resultado operativo es aplicable a construcciones civiles y proporciona bastante información para la gestión de costos de las obras.

**Palabras Clave,** Planeamiento, Control, Fases, Venta, Costo y Ratios.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, muchas Empresas dedicadas a la construcción de obras de Ingeniería, carecen de herramientas definidas para controlar los costos implicados directa e indirectamente en la generación de las obras civiles.

El problema en sí consiste en que los presupuestos obtenidos para un proyecto no constituyen un soporte confiable debido a que los costos presupuestados inicialmente y los costos reales, presentan casi siempre diferencias importantes que podrían ser sobrecostos. Generalmente, los presupuestos son el resultado más aproximado como dato de partida de un proyecto, sirviendo como base para el control de costos, pero en el desarrollo de la construcción del mismo es necesario adaptarlo a las necesidades reales de la obra; adicionalmente porque los presupuestos no son datos ágiles para el suministro de información de los costos que se involucran en las diferentes actividades del presupuesto, ya que durante el desarrollo de los trabajos de construcción, no se tienen en cuenta las estructuras desagregadas de trabajo, mediante las cuales se concibió el mismo, arrojando desviaciones en los contratos de los diferentes recursos disponibles como mano de obra, transporte, suministros de materiales, alquileres de equipos, subcontratos, etc.

Es así, como al Gerente Financiero le interesa saber cuánto se ha pagado, cuánto falta por pagar y cuándo hay que pagarlo, mientras que al Contador sólo le preocupa cuánto se ha gastado y la tesorería a cierta fecha, al Gerente del proyecto le interesa indudablemente tener toda esta información disponible a cualquier momento, para establecer si el proyecto va bien, en su defecto, aplicar los correctivos necesarios o implementar las estrategias de mitigación para

subsancarlo.

Se pretende, además, plantear una estructura de control de costos, basada en la información real o registro histórico que genera un proceso de construcción, queriendo con ello dar un acercamiento a la necesidad que tienen las diferentes personas involucradas en el proyecto, de tal suerte que puedan interpretar la información en la forma más acertada posible.

Como filosofía fundamental se pretende desarrollar un esquema conceptual de un modelo de control de costos, plasmado en lo posible, en un sistema ágil y moderno, que permita establecer indicadores de desviación de los costos, comparándolos con lo proyectado y así, estimar las posibles medidas de corrección o de mitigación a implementar en la obra para obtener los resultados esperados.

El presente proyecto de investigación titulado: “PLANEAMIENTO Y CONTROL DE COSTOS DE LA OBRA TÚNEL DE DESVÍO DEL RÍO ASANA DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO - MOQUEGUA APLICANDO EL RESULTADO OPERATIVO”, está referido a una investigación descriptiva, de aplicación de una metodología alternativa de la gestión de proyectos en la etapa de ejecución de los mismos, se analizarán diversos aspectos de la planificación, control y seguimiento buscando siempre la optimización de recursos para la mejora del costo y tiempo de la obra.

Se tiene como objetivo demostrar la eficiencia de la aplicación del resultado operativo, comparándolo con el control convencional y otro método alternativo que es el informe semanal de producción (ISP).

Mostrar las ventajas y desventajas del método del resultado operativo comparándolo con el control clásico e ISP.

El resultado operativo es una herramienta de gestión integral para una obra en comparación con otros métodos que solo muestran un porcentaje del total de la obra.



## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL TEMA OBJETO DE ESTUDIO**

El problema de las muchas empresas constructoras de nuestro país, es que los sistemas de administración de sus obras son deficientes, la mayoría administra sus obras por la sola experiencia de sus profesionales. Dicho de otra manera, no cuentan con un sistema de administración, propiciando de esta manera desperdicios considerables de recursos (mano de obra, materiales y equipos) debido a lo cual no podrán afrontar con éxito los nuevos paradigmas del mundo de la construcción como la implementación de software, materiales nuevos, metodologías de construcción, etc.

Actualmente los proyectos de Ingeniería Civil se vienen desarrollando de forma acelerada, principalmente por el desarrollo económico y los proyectos que se implantan por parte del estado y la empresa privada.

Es por este motivo que se vuelve indispensable la búsqueda de nuevas tendencias constructivas seguidas en el mundo moderno y aplicarlas a nuestro espacio social en el Perú, tanto en el diseño, ejecución, planeamiento, control y seguimiento, para lo cual hay un término que cada vez está apareciendo como

un parámetro fundamental en el desarrollo de la construcción y en pro de sus beneficios, conocido como la productividad.

En definitiva, el aumento de la productividad en obra es uno de los parámetros principales a controlar que nos generará mayores beneficios económicos, otros parámetros importantes a controlar son la calidad, la seguridad y el medio ambiente.

Por otro lado, se tiene que los proyectos no cuentan con un adecuado planeamiento para la ejecución de las obras, y esto conlleva a retrasos en las obras, es por eso que hoy en día se vuelve indispensable implantar metodologías de planeamiento y gestión de proyectos, pero estos están basados en métodos empíricos, la gestión de un proyecto debería ser integral sin necesidad de recurrir a varios ámbitos porque esto genera desorden en los datos.

Las empresas contratistas que realizaron la obra donde se ha desarrollado esta tesis, tienen como experiencia en el rubro de obras subterráneas lo siguiente:

## **1.2 EXPERIENCIA EN EL RUBRO DE COSAPI S.A.:**

- Túneles Proyecto Antamina.
- Construcción de Túneles - C.H. Machupicchu
- Túneles N° 1 y 2 - Irrigación Vilque - Mañazo
- Túnel Taya Taya - Irrigación Cabana - Mañazo
- Trasvase Huancané - Chen Chen
- Túnel La Peña - Proyecto Chira – Piura
- Túneles 1 y 2 - Proyecto Chavimochic

- Túnel Intercuencas Salida - Proyecto Chavimochic
- Túnel del Cruce Río Virú – Proyecto Chavimochic, 1,430 ml de longitud y 30 m<sup>2</sup> de sección.
- Túnel Nicaragua – Proyecto Especial Irrigación Limonyacu, 1,300 ml de longitud y 7.6 m<sup>2</sup> de sección.
- Túnel La Negra – Proyecto Irrigación Limonyacu, 1,200 ml de longitud y 7.6 m<sup>2</sup> de sección.
- Túnel Ojetire – Proyecto Irrigación Pasto Grande, 460 ml de longitud y 8.1 m<sup>2</sup> de sección.
- Túneles de Derivación Chicllarazo – Cuchoquesera – Proyecto Irrigación Río Cachi, 640 ml de longitud y 8.4 m<sup>2</sup> de sección.
- Túnel Rocolla – Proyecto irrigación Río Cachi, 1,000 ml de longitud.

### 1.3 EXPERIENCIA EN EL RUBRO DE MAS ERRAZURIZ S.A.

*Tabla 1. Experiencia el rubro de la empresa Mas Errazuriz S.A.*

*Fuente: adjuntos de propuesta de licitación*

N°	CONTRATO	AÑO	PLAZO	CLIENTE	MONTO US \$
1	Desarrollo, preparación y explotación Mina Cinabrio	2010	24 meses	Minera Altos de Punitaqui	34,272,673
2	Desarrollos Mineros, servicios de Mantención Infraestructura y OP de Sistemas de Drenaje Obra Subterránea	2010	36 meses	Codelco División Norte	21,000,000
3	Túnel de exploración proyecto cerro negro	2010	9 meses	Cía. Minera Oro plata S.A.	17,000,000
5	Construcción de Obras Civiles, Montaje, Puesta en Marcha y Pruebas de la Central Hidroeléctrica Laja	2009	32 meses	GDF Suez Energy	60,000,000
6	Servicio construcción labores sector bonanza - cerro martillo sur	2009	24 meses	Yamana Gold, Minera Meridian Ltda.	22,884,848

7	Construcción túnel los bronces-confluencia	2008	23 meses	Anglo American Chile	35,663,856
8	Túnel de exploración proyecto sol naciente	2008	19 meses	Minera Nittetsu Chile	7,522,000
9	Desarrollo mina cinabrio	2008	11 meses	Cía. Minera Punitaqui	7,221,605
10	DESARROLLO DE EXCAVACIONES SUBTERRÁNEAS MINA ATACAMA KOZAN, 8va ETAPA	2008	19 meses	S.C.M. Atacama Kozan	12,971,733
11	Extensión túnel de drenaje	2007	20 meses	Minera Escondida Ltda.	11,094,398
12	Obras complementarias proyecto exploración sulfuros profundos fase III	2007	18 meses	Codelco Chile División Codelco Norte	18,066,657
13	DESARROLLO DE EXCAVACIONES SUBTERRÁNEAS MINA ATACAMA KOZAN, 7ª ETAPA	2007	12 meses	S.C.M. Atacama Kozan	5,976,096
14	Obras subterráneas central hidroeléctrica el platanal - Perú	2006	33 meses	Cía. Eléctrica El Platanal S.A.	80,000,000
15	Obras de preparación de minas largo plazo – mina esmeralda.	2006	54 meses	Codelco Chile División El Teniente	86,060,011
16	Trabajos de emergencia en caverna del área de transferencia del sistema de chancado m-1 de la mina Chuquicamata	2006	8 meses	Codelco Chile División Codelco Norte	18,600,000
17	Obras de Preparación de Minas Largo Plazo - Mina Esmeralda	2006	37 meses	Codelco Chile División El Teniente	53,905,683
18	Construcción 2408 metros de túnel de Drenaje Sección 4,5 x4,5, Expansión Norte Mina Sur	2006	17 meses	Codelco Chile División Chuquicamata	9,299,346
19	Obras de Preparación Minas - Mina Esmeralda	2005	14 meses	Codelco Chile División El Teniente	15,228,663
20	Desarrollo de Excavaciones Subterráneas Mina Atacama Kozan 6ª Etapa	2005	24 meses	S.C.M. Atacama Kozan	7,958,635
21	Preparación Obras Año 2005, Nivel Acarreo	2005	16 meses	Codelco Chile División El Teniente	25,012,477

	Subnivel de Ventilación Mina Esmeralda				
22	Desarrollo en los niveles - 20 y + 40 Mina Cobriza	2005	10 meses	Doe Run Perú S.R.L	35,403,003
23	Extensión Túnel Evacuador y Ventana Sur Túnel Desvío	2004	10 meses	Cía Minera Los Pelambres	4,418,209
24	Construcción Rampa de Drenaje, Talud Este	2004	19 Meses	Codelco Chile División Chuquicamata	5,258,324
25	Desarrollo y Fortificación de Galerías de Ventilación y Desarrollo de Chimeneas Mina El Salvador	2003	19 meses	Codelco Chile División Salvador	11,352,049
26	Desarrollo de Excavaciones subterráneas Mina Atacama Kozan , 5ta Etapa	2003	12 meses	S.C.M. Atacama Kozan	3,474,859
27	Construcción túnel diversión	2003	4 meses	Cia. Minera Antamina	1,402,554
28	Labores de Avance y Explotación	2003	12 meses	Cia. Minera Huaron	6,804,868
29	Obras de Preparación Mina Esmeralda 2003-2004	2003	22 meses	Codelco Chile División El Teniente	24,650,426
30	Construcción de Accesos Camino Dolores	2003	10 meses	Sociedad Minera Disputada de Las Condes Ltda..	10,208,452
31	Construcción Túnel 4º Etapa	2003	12 meses	S.C.M. Atacama Kozan	8,710,756
32	Extensión túnel inca	2002	12 meses	Codelco Chile División Salvador	1,441,989
33	Construcción de Rampa de Exploración Chuquicamata	2002	24 meses	Codelco Chile División Chuquicamata	7,284,909
34	Sistema de Traspaso Mina Esmeralda	2002	8 meses	Codelco Chile División el Teniente	1,537,922
35	Obras complementarias pipa norte	2003	6 meses	Codelco Chile División el Teniente	1,641,646
36	Labores Avance y Explotación	2001	24 meses	Cia. Minera Huarón	10,724,488
37	Obras mineras pre – chancado	2001	10 meses	Codelco Chile División Andina	2,098,760

Para formular el problema del presente trabajo se hacen las siguientes preguntas:

### ***PREGUNTA PRINCIPAL***

- ¿Se puede llevar la gestión integral de costos de la obra túnel de desvío del río Asana con el método del resultado operativo?

### ***PREGUNTAS SECUNDARIAS O ESPECÍFICAS:***

- ¿Qué tan eficiente es el método del Resultado Operativo (R.O.) como herramienta de gestión y control de costos comparado con otros métodos?
- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas del sistema de planeamiento y control de costos “Resultado Operativo” con respecto a otros métodos?

## **1.4 DELIMITACIÓN TEMÁTICA**

### **1.4.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL**

El proyecto tiene aplicación práctica en:

**Departamento** : MOQUEGUA

**Provincia** : Mariscal Nieto

**Distrito** : Torata

**Lugar Específico** : Tumilacapocata - Quellaveco.



Figura 1. Ubicación de la obra túnel de desvío del río Asana

Fuente: especificaciones técnicas

La ubicación topográfica se muestra en el anexo 1 y las coordenadas UTM se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 2. Coordenadas UTM

Fuente: Plano topográfico de planta general de obra túnel de desvío

VÉRTICES	NORTE	ESTE	COTA SOLERA
V0	8 108 421.12	329 278.88	3 619.00
PS	8 108 562.52	323 344.86	3 280.00

#### 1.4.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL

El proyecto de Tesis se elaboró en el periodo de noviembre 2013 a febrero 2014.

#### 1.4.3 DELIMITACIÓN TÉCNICA

Se elaborará el planeamiento y control del costo de la obra Túnel de desvío del río Asana del proyecto minero Quellaveco - Moquegua que

comprende:

**Elaboración de Línea Base (Costo Cero):** Elaboración del WBS, generación y distribución del plan de fases, reagrupación del presupuesto según plan de fases, realización de cronograma de venta y costo de la obra.

**Elaboración de Resultado Operativo Mensual:** Participación en definición de los responsables de toma de datos, consolidación de datos, proyecciones de venta y costo, obtener el resultado económico al final de obra.

## 1.5 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

Los antecedentes referidos al estudio de investigación, después de haberse realizado la búsqueda bibliográfica estuvo orientada a determinar a aquellos trabajos de investigación que han efectuado estudios relacionados con el control de proyectos en obras, quienes de alguna manera contribuyeron al conocimiento de esta área.

Se realizaron trabajos como la “ESTRUCTURACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL CONTROL DE COSTOS EN PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN”, el propósito del trabajo fue el de plantear una estructura orientada a la sistematización que permita controlar los costos durante el desarrollo de un proyecto en cada uno de sus procesos con motivo de la construcción. La filosofía fundamental de esa tesis se centró en un estudio para cuatro compañías dedicadas a la construcción de obras de Ingeniería Civil, definiendo tres frentes de trabajo: obras con manejo de concreto especial, obras de pavimento

(pavimento flexible) y construcción vertical (edificios de más de 2 pisos). (Díaz Orjuela, 2001)

En el trabajo de investigación de “IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE PLANEAMIENTO Y CONTROL DE COSTOS POR PROCESOS PARA EMPRESAS DE CONSTRUCCIÓN” donde nos aporta un Sistema de Planeamiento y Control de Costos por Procesos para proyectos en el sector Construcción, en este trabajo se incluye actividades como:

Definición de los Volúmenes del Proyecto, Definición de Procesos y Responsables, Identificación del metrado más relevante del Proceso, Plan por Procesos, Definición de Recursos Principales en cada Proceso, Medición de la Productividad de los Recursos.

Asimismo, se recomienda la comparación del costo unitario Meta versus el costo unitario real acumulado para que el responsable del proceso pueda tomar acciones para la reducción de costos y/o ajustar el costo de la proyección por ejecutar.

De esta manera los responsables de procesos podrán enfocarse en sus procedimientos constructivos y encontrar los recursos con menor rendimiento que están influyendo negativamente en el resultado del proceso. (Briceño Balarezo, 2003)

Por otro lado, tenemos un proyecto final de graduación “MODELO CONCEPTUAL PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN”, este proyecto final de graduación realizado por el Ing. Gómez Sánchez analiza ampliamente los documentos que el PMBOK (PMI,

2004) el cual considera definir en forma explícita las líneas base. El autor aplicando su experiencia y conocimiento de la cultura de calidad y nivel de maduración de la administración de proyectos, plantea complementos a las líneas bases y además ha desarrollado un plan de gestión aplicable a un modelo. El desarrollo de los procedimientos aplicables a ese modelo tiene el objetivo de lograr la implementación en los proyectos, cuyos responsables decidan aplicar las propuestas descritas en su trabajo. (Gómez Sánchez Soto, 2007)

También tenemos el proyecto de fin de carrera “HERRAMIENTAS PARA LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE COSTES DE UN PROYECTO”, donde se aborda el estudio de la gestión de proyectos de ingeniería y más concretamente de la planificación y gestión de costos de los mismos. Este estudio está respaldado por la puesta en práctica de la información ahí recopilada a un proyecto de ingeniería real.

Se establece una metodología de trabajo basada en el estándar más famoso y utilizado hoy en día (Project Management Institute) estableciendo las técnicas y herramientas que facilitan su realización. Posteriormente se analiza la capacidad de dos herramientas que permiten la puesta en práctica de la metodología establecida con anterioridad: SAP, un sistema de planificación de recursos de la empresa (ERP) que permite la integración de información dentro de la organización encargada de la realización del proyecto; y Primavera, un programa de planificación de proyectos. Por último, se establece las conclusiones de la aplicación de la metodología y del uso de las herramientas, así como unas posibles líneas de trabajo futuro. (Ayllón Temprado, 2007)

## 1.6 JUSTIFICACIÓN

En la época actual en que vivimos, en la que se cambian constantemente los paradigmas (modelos) de metodologías de construcción el uso de nuevos materiales y en la cual la competitividad se hace necesaria para poder subsistir, tanto a nivel profesional y como empresa, es que se plantea en la tesis un sistema de planeamiento y control de costos que nos permita ser más competitivos en la construcción. Uno de estos se basa en los fundamentos de la Gerencia de Proyectos (control del proyecto) y el otro también de gran acogida es el LEAN CONSTRUCTION (construcción sin pérdidas). En base a las experiencias en obra, se ha comprobado que la industria de la construcción en nuestro país, utiliza poca o ninguna metodología para planificar y controlar sus obras.

Nuestro interés por estos temas es el haber participado en el área de Control de Proyectos de la obra que es tema de esta tesis, la cual es de gran envergadura. También hay que tener presente que la información de metodologías tratadas y aplicadas a la construcción, están más referidos a las edificaciones, por lo que hace necesario tener información de su aplicación en otro tipo de proyectos.

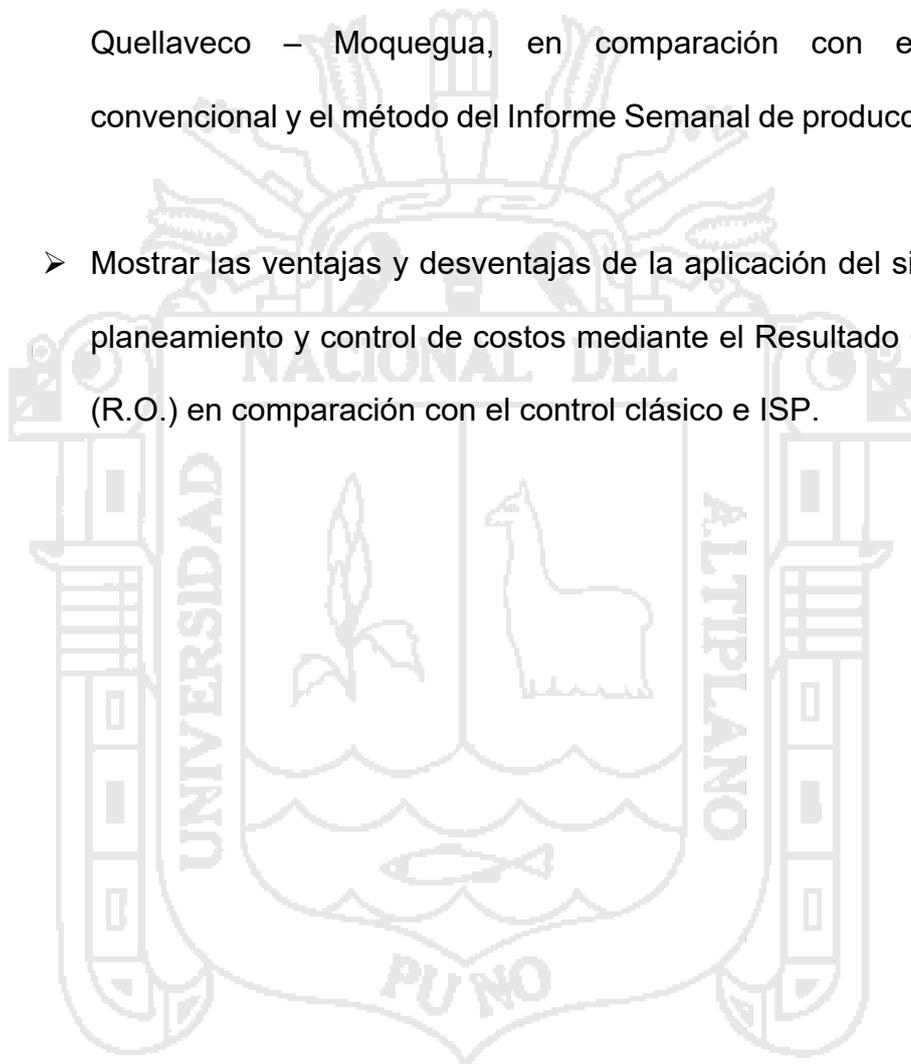
## 1.7 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

### 1.7.1 OBJETIVO GENERAL

Utilizar el método del resultado operativo para la gestión integral de costos de la obra “Túnel de desvío del río Asana del proyecto minero Quellaveco - Moquegua”.

### 1.7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Demostrar la eficiencia de la aplicación del Resultado Operativo (RO) como sistema de planeamiento y control de costos en el proyecto túnel de desvío del río Asana del proyecto minero Quellaveco – Moquegua, en comparación con el control convencional y el método del Informe Semanal de producción (ISP).
- Mostrar las ventajas y desventajas de la aplicación del sistema de planeamiento y control de costos mediante el Resultado Operativo (R.O.) en comparación con el control clásico e ISP.



## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL**

### **2.1 INTRODUCCIÓN AL CONCEPTO DE TÚNEL**

La Real Academia de la Lengua Española ( A.1, 2015) define el término túnel como “paso subterráneo abierto artificialmente para establecer una comunicación”.

No obstante, necesitamos una definición bajo el punto de vista de la Ingeniería Civil, puesto que es el ámbito en el que se mueve el presente estudio. Así, se puede definir de forma genérica un túnel ( A.2, 2015) bajo el punto de vista de la Ingeniería Civil como una perforación abierta de forma artificial en un terreno horizontal en la que predomina la longitud sobre el resto de las dimensiones, cualesquiera que fuese su sección tipo.

Otra definición algo más detallista sería (Colegio de Ingenieros de Caminos, 2007); obra subterránea de carácter lineal cuyo objeto es la comunicación de dos puntos, para realizar el transporte de personas o materiales entre otras cosas. Normalmente es artificial. Los túneles se construyen excavando en el terreno, manualmente o con equipos. Puede servir para:

- Tránsito de peatones o ciclistas, para vehículos a motor, para tráfico

ferroviario, etc. en particular, muchos sistemas de transporte, están constituidos por redes de túneles ferroviarios;

- Desviar ríos, unir cuencas hidrográficas vecinas, para transportar agua (para consumo, para centrales hidroeléctricas o como cloacas), por medio de canales, o para atravesar elevaciones topográficas importantes;
- Como comunicación de los niveles de extracción en la explotación de minas subterráneas.
- Para extracción del material de la mina siguiendo una capa, filón o masa mineralizada.
- Conducir otros servicios como cables de comunicaciones, tuberías, etc.

Se podrían buscar más definiciones, no obstante, las presentadas aquí son suficientes para llegar a la siguiente conclusión; un túnel dota de mayor accesibilidad a los territorios aumentando su permeabilidad, lo que redundará finalmente en una mejora de la comunicación y el transporte de cualquier tipo.

## 2.2 SISTEMAS DE EXCAVACIÓN SUBTERRÁNEA

Los sistemas habituales de excavación subterránea son medios mecánicos (perforación), voladuras y manual:

- **Medios de excavación mecánica.** La energía utilizada se concentra en la punta del útil o útiles de la máquina en contacto con la roca, de modo que supera la resistencia de la roca a su penetración o indentación y la resistencia a tracción y cizallamiento.

Generalmente, la energía inicial es suministrada por motores eléctricos que, mediante un circuito hidráulico, la transmiten a las

herramientas de corte en contacto con la roca. Los sistemas de excavación mecánica son fundamentalmente tres (Puertas Herranz, 2010):

- Rozadora. Máquina de ataque puntual que consta de un brazo desplazable que bate la sección de excavación y que lleva en su extremo un cabezal provisto de las herramientas de corte “picas”. El par de rotación del cabezal, el empuje de los cilindros hidráulicos del brazo y las fuerzas de reacción de la máquina se concentran en las puntas de las picas iniciadoras del rozado. El material rocoso excavado se desprende en forma de lascas o chips de roca.
- Tuneladora, topo o TBM (Tunnel Boring Machine). Se produce la excavación de la roca a sección plena, generalmente de forma circular. La energía mecánica es generada mediante motores eléctricos y transmitida a la cabeza giratoria de la máquina en forma de un par de rotación, a través de circuitos hidráulicos. Este par de rotación, junto con el empuje proporcionado por unos cilindros hidráulicos a la cabeza de la máquina contra el frente de excavación, aportan la energía mecánica a las herramientas de corte “discos”, que la transmiten a la roca a través de la superficie de contacto de los mismos. El nivel de energía liberada es capaz de producir, en primer lugar la penetración o indentación de los cortadores de disco y, en segundo lugar, el quebrantamiento por tracción y cizallamiento de la roca entre las series de cortadores concéntricos dispuestos en la cabeza de la máquina. La excavación de la roca se produce en forma de lascas o chips de roca de un

tamaño superior al producido con rozadoras.

- Martillo hidráulico. Máquina de ataque puntual en la que la energía se genera mediante motores eléctricos o diesel y se transmite a través de un circuito hidráulico, a la herramienta “puntero”, situada en el extremo del brazo articulado del equipo. La roca es quebrantada mediante la energía del impacto generada, y el material rocoso excavado se desprende en forma de pequeños bloques o esquirlas.

- **Perforación y voladura mediante explosivos.**

Es el sistema más utilizado para túneles en roca y el único posible cuando la roca es muy abrasiva, muy resistente o se encuentra en estado masivo. Básicamente consiste en efectuar unos taladros en el frente de excavación que se cargan con explosivos y se hacen detonar. La reacción explosiva genera una energía en forma de presión de gases y energía de vibración, capaz de quebrantar la estructura de la roca.

- **Manual.**

Método derivado de la minería clásica, en el que los operarios pican con martillo neumático la sección a excavar y otra partida de obreros desescombran manual o semi-manualmente.

Otro aspecto que tiene una importancia básica en los rendimientos que pueden alcanzarse, es el sistema que se utiliza para la extracción del escombros resultante de la excavación, desde el frente hasta el exterior del túnel.

Otra clasificación en función del terreno a excavar es la siguiente:

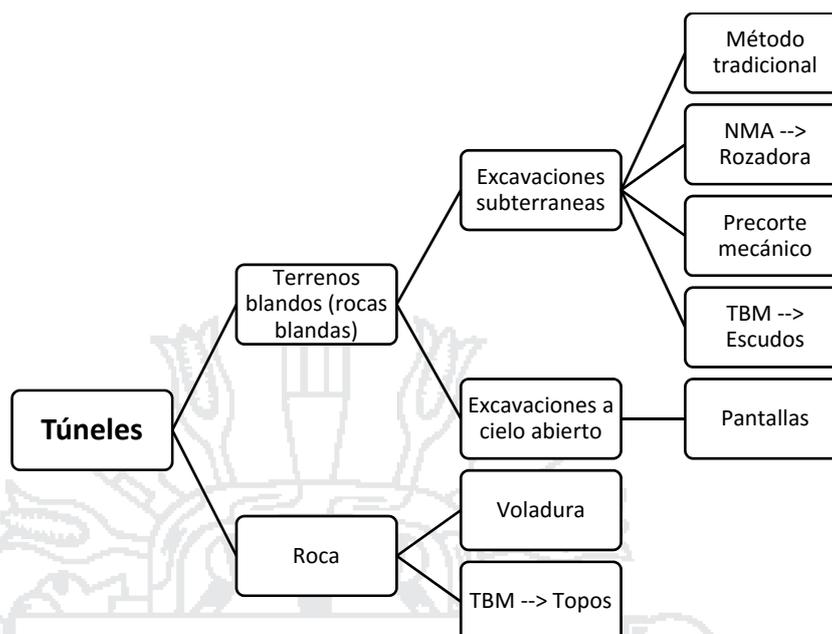


Figura 2. Clasificación de los túneles en función del terreno a excavar

Fuente: (Puertas Herranz, 2010)

## 2.3 RESULTADO OPERATIVO

### 2.3.1 CONCEPTOS USADOS EN EL RESULTADO OPERATIVO DE OBRA

Se tiene los siguientes términos y/o conceptos:

**WBS**, Estructura de desglose de trabajo.

**Fases**. Se denominan así a la agrupación de Partidas o actividades afines para su seguimiento y control; que se utilizan para preparar los informes de Control de Proyectos.

**Resultado Operativo**. Es el reporte económico mediante el cual se informa sobre las ventas, los costos y el margen, tanto acumulados y como los saldo por ejecutar.

**Costo Cero**. Es el Resultado Operativo al inicio del proyecto. Es la línea base

del costo. Nos permite tomar conocimiento de las condiciones presupuestadas del proyecto.

**Hoja de Venta.** Es el documento interno que emite el área de presupuesto donde se indica las condiciones de venta y costo ofertadas. Se consigna el margen operativo con que parte el proyecto.

**Venta Real**, está constituida por la venta del total de todos los procesos directos e indirectos, adicionales, reajustes y venta de terceros. Correspondientes al presente mes, acumulado y proyección. En otras palabras, son las valorizaciones.

**Venta aplicada**, es la suma de la venta real y la venta en exceso/defecto. Es decir, la venta teórica total con la que se halla el margen.

**Venta Exceso / Defecto**, es la venta teórica necesaria para mantener el margen final de la obra en el resto de los meses.

Se denomina en exceso cuando la valorización real de la obra sea mayor que la venta teórica esperada, es decir la venta E/D sea negativa. Se denominará en defecto cuando la valorización de la obra sea menor a la venta teórica esperada, es decir venta E/D positiva.

**Costo total**, es el total de los costos de los procesos directos e indirectos.

**Costo Real**, es el costo real incurrido en la elaboración del proyecto mes a mes.

La suma de todos los costos reales es el costo total.

**Margen Total obra**, es el resultado de la diferencia entre la venta total y el costo

total. Expresado en valor número y en porcentaje en base a la venta.

**Margen Aplicado**, es la diferencia del costo real a la venta aplicada.

**Ratio Original**, es la división de la cantidad de un recurso y la cantidad del metrado de una fase del costo meta o inicial.

**Ratio Mensual**, es la división de la cantidad real de un recurso y la cantidad real del metrado de una fase un periodo mensual.

**Ratio Acumulado**, es la división de la cantidad real acumulada de un recurso y la cantidad real acumulada del metrado de una fase.

### 2.3.2 RESULTADO OPERATIVO POR PROCESOS

El Resultado operativo (R.O.) es un sistema estructurado y formalizado de planeamiento y control de proyectos. Este sistema es usado generalmente en constructoras grandes de nuestro país y actualmente se está implementando en cualquier tipo de empresa.

El resultado Operativo es una herramienta completa porque integra la programación del corto plazo y el control, controlando el resultado de operación de un proyecto a través de las siguientes herramientas:

- Programa de fases
- Curva "S"
- Programa de recursos
- Informes de Producción
- Resultado Económico

El resultado Operativo es una herramienta para el jefe de obra residente que le permite medir su gestión y analizar en qué fase o actividad puede mejorar. Por tanto, para que sea una herramienta de análisis valedera y efectiva, los datos deben ser lo más reales posibles. También puede utilizarse para medir la actuación y proyectar las políticas futuras de la organización (empresa), en función a los resultados obtenidos en las obras en ejecución.

El método del resultado operativo es una expresión de todo el proceso de programación y control y su principal ventaja es que permite conocer en todo momento, cuál será el resultado económico final del proyecto, sobre la base del programa de actividades y el programa de recursos. En la práctica el análisis de la situación de un proyecto se agiliza, debido a que cada herramienta componente del sistema de resultado operativo se materializa en reportes estándares, los mismos que se interrelacionan fácilmente entre sí y permiten comparar progresivamente el programa planteado con los resultados obtenidos. Del mismo modo, el Resultado Operativo es una herramienta de control de gestión efectiva porque te obliga a programar permanentemente las actividades y recursos del proyecto. (COSAPI S.A., 2012)

### **2.3.3 USO DE LAS HERRAMIENTAS DEL RESULTADO OPERATIVO:**

#### **Programa de fases**

La elaboración del programa en procesos o fases de actividades es el punto de partida del sistema del resultado operativo.

El programa de procesos o fases de actividades busca conceptualizar los procedimientos planeados y que estén además en concordancia con las

condiciones contractuales (expediente técnico, plazos, etc.). Se trata de dividir el proyecto en una secuencia de procesos y actividades interrelacionadas y distribuidas en el tiempo.

El primer paso del planeamiento y de la programación de actividades es definir los procesos o las actividades de control. Las actividades son la unidad mínima (más detallada) de información a controlar en el programa del proyecto y contiene la información a detalle sobre el trabajo que hay que realizar.

El programa original será el programa de trabajo de los procesos o fases de actividades y consecuencia de ejecución definidas al inicio del proyecto. El avance real será la consecuencia que se va creando al ejecutar las fases. Durante la ejecución del proyecto y luego de ejecutar la comparación entre el programa original y el avance real, si se presentan atrasos, se tiene que modificar la secuencia de ejecución o los plazos o redefinir las fases de actividades para enrumbar el proyecto hacia el plazo original (o alguna ampliación aprobada cuando se da). A este proceso se llama reprogramación. En él se incorporan los datos reales para cada fase de actividad del programa original: fechas, costos, tonelajes, secuencias de trabajo, etc. A la última reprogramación se le conoce como programa actual de ejecución. (COSAPI S.A., 2012)

### **Resultado Económico**

Esta es la herramienta del sistema del resultado Operativo que nos muestra la venta, costo y margen de la obra. El resultado económico se controla para cada una de las fases de un proyecto.

La utilidad práctica de esta herramienta va más allá del simple número.

Así por ejemplo el resultado total de la obra, es un retrato de la obra en un momento específico y debe facilitar el análisis de lo que está sucediendo en la obra que en conjunto contiene toda la información de la situación actual del proyecto.

En el resultado económico se muestra el margen, el cual se halla por la diferencia entre la venta y el costo. Implica una ganancia o pérdida en el proyecto. En este sistema se hace referencia al margen cuando se habla del margen final de la obra (la diferencia entre la venta total del proyecto y el costo total). Este margen calculado en porcentaje de la venta  $((\text{Venta} - \text{Costo}) / \text{Venta})$  se aplica a la venta acumulada y la proyectada, obteniendo un margen aplicado  $(\text{Venta} \times \% \text{ Margen})$ , que es el que se observa en la fila "Margen". Este sistema busca medir el margen promedio de la obra, dado que medir el margen actual puede no decir mucho si se tiene en cuenta que en el acumulado es posible que existan valorizaciones y/o adquisiciones de materiales adelantadas o valorizaciones por pagar. (COSAPI S.A., 2012)

### **Elaboración del plan de fases**

Por el tipo de trabajo a ejecutar, deberán identificarse, las actividades principales a las que se les realizará un seguimiento y control, no sólo de costo sino también en plazo y rendimientos.

Las actividades identificadas podrán ser agrupadas de considerarse necesario. En cualquier caso, se asignará un código a cada grupo de actividades o actividad que constituirá una fase en el proyecto; dicho código puede ser extraído de un plan maestro de fases.

En el caso que existiera más de un frente de trabajo que involucre la ejecución de una misma fase, se agregará el número de frente al código de dicha fase. (COSAPI S.A., 2012)

#### Registro del Plan de Fases

El responsable de costos debe registrar las fases del proyecto en un formato el cual debe consignar lo siguiente:

- Código de la fase según Plan Maestro de Fases.
- Unidad de medida adoptada para la fase.
- Incidencia de la fase en el costo del proyecto.
- Nombre de la Fase.
- Tipo de Costo.
- Descripción de la Fase, detalle de todo lo que considera la fase. (COSAPI S.A., 2012)

#### Actualización del Plan de Fases

El plan de fases debe de actualizarse con la finalidad de adaptar el seguimiento y control del proyecto a los cambios que se presentan en el mismo. Algunos casos que motivan la actualización del plan de fases del proyecto corresponden a: Cambios en el proyecto que motiven trabajos adicionales, ampliación de alcance, incremento de nuevos frentes de trabajo, etc.

Se actualizará el plan de fases del proyecto según la ocurrencia de los casos descritos anteriormente.

Cada vez que el plan de fases del proyecto es actualizado, éste deberá distribuirse al equipo de dirección del proyecto. (COSAPI S.A., 2012)

### **2.3.4 PARTICIPACIÓN EN LA DEFINICIÓN DE RECURSOS, RESPONSABLES Y MEDIOS PARA LA TOMA DE DATOS.**

El propósito de esta sección es brindar pautas para planificar, dirigir y supervisar la medición, registro y transmisión de los datos de campo para uso de las áreas del proyecto en forma organizada, para así disminuir duplicidades de esfuerzos e imprecisiones en los datos.

El Proceso de Toma de Datos en el proyecto comprende todas las actividades orientadas a obtener datos de campo, los cuales serán transformados en información a ser usada en la toma de decisiones y en temas administrativos. Se puede considerar que este proceso contempla tres diferentes fases: Planificación, Implementación y Supervisión. (COSAPI S.A., 2012)

#### **Fase 1: Planificación del Proceso de Toma de Datos**

El propósito de esta Fase es planificar las actividades necesarias para obtener datos de campo en forma organizada con los involucrados antes del inicio de la construcción. Para este fin, se recomienda que el Gerente o responsable del Proyecto convoque a una reunión general al inicio del proyecto para planificar el Proceso de Toma de Datos, que pueden incluir los siguientes puntos:

- Revisión de las etapas del Proceso de Toma de Datos, para especificar el alcance y responsabilidades del personal de campo y del resto del equipo del proyecto en las diferentes etapas.
- Identificación de los tipos de datos de campo que requieren todas las áreas del proyecto.

- Definición de los diferentes parámetros del Proceso de Toma de Datos para cada una de sus etapas y tipos de datos, los cuales definen los medios, responsables, metodologías, entre otros puntos para obtener datos de campo.

- Definición de recursos de apoyo en campo para el Proceso de Toma de Datos.

(COSAPI S.A., 2012)

### **Etapas del Proceso de Toma de Datos**

Los datos pasan por varias etapas antes de ser transformados en información; en cada una de ellas se pueden reconocer responsables y las actividades más importantes. En este documento se considerarán las siguientes etapas:

**Medición:** cuando los datos son tomados en campo empleando instrumentos de medición directa (cintas de medición, termómetros, etc.), instrumentos de medición indirecta (tolva de volquetes para medir el volumen de material transportado, etc.) o nuestras habilidades humanas (realizar operaciones aritméticas para calcular el número de horas hombre consumidas en una jornada).

**Registro:** cuando los datos medidos son transferidos a un registro normalmente físico (formato estándar).

**Transferencia:** cuando los registros son entregados a los responsables de la oficina de obra.

**Consolidación:** cuando los registros físicos son almacenados e integrados en una base de datos digital.

Generación de Información: cuando los datos consolidados son usados para generar información (indicadores, reportes, etc.) para uso del proyecto. (COSAPI S.A., 2012)

### **Tipos de datos de campo:**

Los datos de campo a identificar por el equipo del proyecto deben cumplir con las siguientes características:

Ser necesarios para el control del proyecto (Costos, Planeamiento, Productividad, Calidad, Seguridad, Equipos, etc.) y su administración.

Se debe requerir la participación directa del personal de producción en campo para su obtención, registro y transmisión a la oficina técnica de la obra.

Como referencia, se han identificado los siguientes tipos de datos que normalmente son requeridos en los Proyectos de Construcción y que también fueron requeridos en la obra túnel de desvío del río Asana:

### **Cantidad de recursos consumidos:**

cantidad de horas hombre, horas de equipos y materiales usados para la construcción del proyecto en un periodo de tiempo especificado, para una actividad determinada y en una ubicación específica. Estos datos son usados para reportes de costos, planeamiento y productividad, SSOMA (indicadores de seguridad), Administración de Obra (planillas de pago del personal obrero), Equipos (indicadores de mantenimiento de equipos), entre otros. (COSAPI S.A., 2012)

**Cantidad producida:** avance de las actividades constructivas del proyecto en un periodo de tiempo dado y en una ubicación específica. Este dato es usado para elaborar reportes de costos, planeamiento y productividad, entre otros.

**Tiempo de ejecución:** duración de las actividades constructivas en áreas específicas o en todo el proyecto. Este dato es usado para elaborar reportes del área de costos, planeamiento y productividad y para la planificación de las actividades de las diversas áreas del proyecto.

**Acciones preventivas:** datos que registran acciones que deben ser realizadas por el personal de campo para evitar problemas futuros de seguridad y calidad en el proyecto. Estas acciones incluyen: inspecciones y auditorías de seguridad, observaciones planificadas de tareas, charlas de cinco minutos, realización de AST's, observaciones de potenciales problemas de producción, entre otros. Estos datos son empleados para generar reportes de las áreas de SSOMA (estadísticas) y Calidad.

**Hechos:** datos que registran actividades realizadas en campo, las condiciones que las afectaron y sus efectos, ya sea para detectar algo erróneo y corregirlo como para proporcionar evidencia que algo sucedió. Estos datos son usados para generar reportes de las áreas de SSOMA (reportes de incidentes, RACS), Calidad (no conformidades, protocolos, observaciones de producción), Productividad (informes de productividad), Planeamiento (causas de no cumplimiento) entre otras. (COSAPI S.A., 2012)

#### **Parámetros del Proceso de Toma de datos:**

Para que el Proceso de Toma de Datos funcione adecuadamente en cada una

de sus etapas para asegurar que las responsabilidades, metodologías, medios y criterios estén claros para todos los involucrados desde el inicio. Con este fin, se han identificado siete parámetros, los cuales son presentados a continuación:

**Agrupamiento:** definir qué agrupamiento se usará en el Proceso de Toma de Datos.

- ¿Los datos se medirán, registrarán y transferirán agrupándolos por área, frente, disciplina y/o fase?

**Responsables:**

- Definir si los responsables para ejecutar las actividades serán asignados por áreas, frentes y/o disciplinas.
- Definir quién realizará las actividades en campo en cada una de sus etapas.

**Medios:** definir con qué medios se contará para ejecutar las actividades.

- Herramientas de medición (cintas de medición, termómetros, dispositivos digitales, etc.)
- Formatos estándar para el registro
- Forma de transferir los registros: ¿entrega por el responsable a un área específica del proyecto? ¿recolección en campo por un responsable específico? ¿quién lo hará? ¿cómo lo hará?

**Criterios para ejecutar las actividades:** considerar criterios tales como:

- Nivel de detalle: ¿se medirá a nivel de actividad o tarea?

- Forma de medición: directa (instrumentos) o indirecta (número de volquetadas, etc.)
- Precisión requerida en la medición.
- En qué lugar se debe medir: ¿En todas las áreas y/o frentes? ¿Cómo se identificarán?
- Otras consideraciones.

Herramientas de apoyo: definir las herramientas que ayudarán a ejecutar las actividades.

- Listados de actividades a medir y plan de fases para el registro (nivel de detalle de la medición).
- Cartillas de orientación para la medición y registro.
- Referencias para la identificación de recursos: numeración de equipos, código de colores para categorías de obreros, etc.
- Vista en Planta del área a medir para identificación rápida de los entregables y su distribución en el espacio.
- Planos e isométricos.
- Vista en 3D, etc.

Puntos de Control:

- Definir quién validará los datos en todas sus etapas.
- Definir cómo se validarán los datos, cuándo se hará y con qué frecuencia.
- Definir herramientas y/o referencias para hacerlo.

Tiempo:

- En qué momento se debe medir y registrar: ¿al final de la jornada?
- Definir la hora de entrega de los registros.
- Definir con qué frecuencia se deben ejecutar las actividades:  
¿diariamente? ¿semanalmente?

En el Anexo 4 se presentan algunos formatos que se pueden usar como referencia en el desarrollo de toma de datos de diferentes obras.

### **Recursos de apoyo en campo**

Se definirá la necesidad de contar con recursos de apoyo adicionales en campo, de acuerdo a la cantidad y tipo de datos requeridos en el proyecto y definidos en los puntos anteriores, Por ejemplo: Controladores para la producción en canteras, registro de la entrada y salida de volquetes en un punto del proyecto, o para realizar mediciones del tiempo productivo, contributorio y no-contributorio de las actividades en el proyecto.

Los controladores tendrán la función exclusiva de medir, registrar y transferir los datos de campo a la oficina del proyecto, y deberán ser capacitados por las áreas interesadas en los datos requeridos de campo para el cumplimiento de sus funciones. (COSAPI S.A., 2012)

### **Fase 2: Implementación del Proceso de Toma de Datos**

Esta Fase tiene por finalidad realizar una serie de actividades para la implementación del Proceso de Toma de Datos en campo.

Las áreas del proyecto que requieren los datos de campo serán las responsables de la Implementación del Proceso de Toma de Datos en el proyecto, debiendo

ejecutar las siguientes actividades principales:

- Generar toda la documentación necesaria para ejecutar el proceso de toma de datos en todas sus etapas, la cual incluye:

- Formatos para registrar los datos en campo.
- Diseñar las herramientas de apoyo para la ejecución de las actividades: listado de actividades del proyecto, cartillas para la medición y registro en campo, etc.

- Diseñar, organizar y dirigir charlas de capacitación para el personal de campo involucrado en el proceso antes del inicio de la ejecución de las actividades constructivas, las cuales están orientadas a enseñar cómo se debe medir, registrar y transmitir los datos, aclarar sus responsabilidades y el alcance de su trabajo, cuales son los puntos de control y criterios específicos en el proceso, entre otros puntos.

- Recepcionar los datos de campo para su consolidación y generación de información.

### **Fase 3: Supervisión del Proceso de Toma de Datos**

Este proceso tiene por finalidad auditar permanente el Proceso de Toma de Datos en el proyecto, para identificar incumplimientos de los procedimientos establecidos para tomar medidas correctivas, y para identificar oportunidades de mejora al proceso.

Las áreas del proyecto involucradas directamente con los datos de campo son las responsables de supervisar el proceso. Se sugiere coordinar la

implementación de las correcciones y/o mejoras al proceso de toma de datos con el área de producción en las reuniones semanales, y cómo máximo en una reunión mensual. (COSAPI S.A., 2012)

### **2.3.5 SENTIDO DEL INFORME DEL RESULTADO OPERATIVO**

Este debe orientarse a lo que “se va a hacer” para corregir las desviaciones y no solo a lo que se “dejo de hacer”.

- a. Debe indicar la causa principal de las desviaciones importantes.
- b. Se orientará a definir las desviaciones o atrasos respecto al programa vigente cuales de estas desviaciones afectan en forma más importante al resultado económico.
- c. Que acciones tomara el Gerente de proyecto para el control y manejo de su obra.
- d. En qué cosa puede ayudar sede central, sobre todo en aquellos aspectos que no sean directamente controlables por la obra. (COSAPI S.A., 2012)

### **2.4 ASPECTOS CONCEPTUALES DE CONTROL DE PROYECTOS**

A lo largo de esta tesis nos referiremos al control de costos sabiendo que involucra un conjunto de actividades durante un periodo de tiempo determinado, para satisfacer una necesidad. La descripción más detallada de esta definición puede aclararnos algunas características que distinguen un proyecto tal como lo menciona (Zapata Degregori, 2003) con el cual compartimos los aspectos conceptuales:

- Período de tiempo determinado. Todo proyecto tiene fechas específicas de

inicio y fin.

- Actividades definidas. Completar un proyecto implica asignar recursos para cumplir con unas actividades específicas, por ejemplo; la elaboración de la perforación requerirá de mano de obra, herramientas y materiales predeterminados que harán posible cumplir con esa actividad, las mismas que deben culminarse para que el proyecto sea realidad.
- Satisfacción de alguna necesidad. Todo el esfuerzo que implica hacer realidad un proyecto tiene objetivos tangibles que involucran la satisfacción de alguna necesidad compartida.

#### **2.4.1 PLANEAMIENTO Y LA PROGRAMACIÓN**

El éxito del planeamiento está en dedicar tiempo en pensar cómo hacer las cosas. Para un proyecto planificar es analizar los métodos que se deberá aplicar para una determinada explotación para las diferentes etapas del proyecto. Se realiza un programa de actividades que incluya el enunciado y la disposición en una escala de tiempo de todas las tareas necesarias para lograr culminar el proyecto. Esto último es la programación, que suele representarse gráficamente mediante un diagrama de barras Gantt. (Zapata Degregori, 2003)

Se podría decir, que la necesidad práctica de la planificación es la posibilidad de estar “Delante de los problemas” y no en la situación en la que solo se puede “Reaccionar a los problemas”. Nosotros como empresa estamos preparados para prever los problemas y su solución. Un planeamiento eficaz comprende desde el análisis de las condiciones geográficas del lugar del proyecto, la selección de métodos, la asignación de recursos, el análisis de riesgos y el cálculo de las necesidades de tiempo. Todo lo dicho anteriormente

debe darse en un proceso iterativo que permita optimizar recursos y reducir plazos, sólo así el planeamiento y la programación serán útiles para un proyecto, como veremos a lo largo de este trabajo.

El planeamiento y la programación se deben aplicar en las diferentes etapas de un proyecto, pero como la etapa de ejecución es la que mayor incertidumbre presenta, deberá ser la que mayor esfuerzo de planificación absorba. Por este motivo, en adelante, el desarrollo de este trabajo, nos referiremos principalmente al planeamiento y control de la etapa de ejecución.

El planeamiento define los métodos de trabajo y la programación del proyecto localiza el plan diseñado en la escala del tiempo. Así se establece la duración de cada actividad u operación unitaria, que se correlaciona con la disponibilidad de recursos (materiales, mano de obra y equipos), el contenido de las tareas, la productividad prevista, los ratios de progreso planeados y las prioridades del proyecto. Adicionalmente el planeamiento también debe prever la disponibilidad de ingeniería, Logística (Almacén) y la disponibilidad de subcontratistas para las actividades planeadas. (Zapata Degregori, 2003)

El resultado final del proceso de planeamiento y programación debe reflejar la efectiva utilización de recursos minimizando la demanda crítica de recursos (alta necesidad en pocos días) y al mismo tiempo mostrar la capacidad de la empresa para cumplir con los hitos del proyecto. Así, el centro de gravedad de la programación del proyecto estará en determinar las necesidades de personal y equipos (directamente relacionadas con la magnitud del proyecto) y reducir los picos de la demanda optimizando el uso de los recursos (Zapata Degregori, 2003).

## 2.4.2 CONTROL DEL PROYECTO

Hablar de planificación conduce necesariamente a hablar de control, ya que la planificación no es una herramienta aislada, sino que únicamente sirve al proyecto cuando se usa como parte de un proceso de gestión cíclico (proceso de gestión del que nos ocuparemos más adelante) que requiere verificar siempre el cumplimiento de lo planificado para garantizar el cumplimiento de las metas propuestas. Hay que recordar que la planificación es un ejercicio mental de las intenciones de cómo queremos que se realice un proyecto. (Zapata Degregori, 2003)

En consecuencia, el control se puede definir como el proceso de toma de decisiones sobre la base de una información recopilada sobre la situación actual del proyecto en ejecución, permitiendo así poder actuar sobre el planeamiento futuro de la obra y asegurar, de este modo, el cumplimiento de los objetivos planteados.

Este seguimiento corresponde específicamente al proceso de obtención de la información necesaria para el control de la obra; información que casi siempre estará relacionada con la disponibilidad de recursos, el contenido de las tareas, la productividad prevista o los ratios de progreso planeados y las prioridades del proyecto.

Los objetivos del control son fundamentalmente dos:

- Verificar que la ejecución de los trabajos se esté realizando de acuerdo a lo planificado y especificado (eficiencia de la gestión)
- Tomar acciones correctivas que permitan superar las deficiencias, o

ajustar la planificación a condiciones actuales diferentes a las supuestas inicialmente.

Pero a los dos objetivos anteriores conviene agregar un tercero, aumentar la productividad y la calidad a través del mejoramiento continuo de la eficiencia y la efectividad en las operaciones.

Como dijimos al inicio de este acápite, ni la planificación ni el control son dos herramientas de la gestión que se usen aisladamente, sino que se dan a través de un proceso.

Para llevar a cabo la evaluación y el control de un proceso es necesario contar con retroalimentación en cantidad y calidad suficiente, y además oportuna, que permita a la persona que debe tomar las decisiones, una percepción de la realidad que sea lo más cercana posible a ésta. A medida que el proyecto es más complejo esa necesidad de información se incrementa, y se requiere pasar de sistemas de información informales a sistemas más formales y documentados de información, concepto que compartimos con (Zapata Degregori, 2003).

### **2.4.3 CONTROL DE PRODUCCIÓN**

Para evaluar el nivel de avance de un proyecto es necesario controlar cuánto se ha producido y qué cantidad de recursos se han invertido en un período de tiempo, calculando así los rendimientos obtenidos. Los controles de producción son herramientas que permiten evaluar recursos, producción y plazos dentro de un proyecto. El control de producción está ligado también al avance de obra para la valorización y permite comparar lo real con lo originalmente planificado y presupuestado. Mientras todo el trabajo de

planeamiento se realiza sobre la base de datos promedios o históricos obtenidos en otros proyectos, los informes de producción muestran la realidad del proyecto. Los rendimientos reales obtenidos en campo permiten evaluar la eficiencia de los trabajos realizados y descubrir las áreas problemáticas en rendimientos y plazos, sobre las cuales se debe actuar para anular dichos aspectos negativos, dando la opción a proyectar rendimientos futuros y en consecuencia, a reprogramar la duración del proyecto y la necesidad de recursos, concepto que compartimos con (Zapata Degregori, 2003).

#### **2.4.4 CONTROL DE LA PRODUCTIVIDAD**

La productividad se define principalmente como la relación entre lo producido y lo gastado. La productividad también puede definirse como una medida de la eficiencia en la administración de los recursos para completar un proceso de producción específico, dentro del plazo establecido y con un estándar de calidad dado. Es decir, la productividad comprende tanto la eficiencia (buena utilización de los recursos) como la efectividad (cumplimiento o logro de las metas deseadas), ya que de nada sirve, por ejemplo: producir en cantidades de caliza (resultando muy eficiente), si esta caliza resulta con problemas de calidad, llámese granulometría, hasta el punto que no sea aceptada por el cliente y sea posteriormente devuelta. El objetivo de toda empresa y de todo proyecto es colocarse en el cuadrante de alta eficiencia y alta efectividad, ya que sólo en esa posición es posible lograr una alta productividad, concepto que compartimos con (Zapata Degregori, 2003).

La base del control de la productividad es el estudio del trabajo. Un estudio del trabajo evalúa la metodología empleada y las posibilidades de mejora futuras,

en función de los conceptos de: Trabajo Productivo (trabajo que aporta en forma directa a la producción), Trabajo Contributorio (trabajo de apoyo, que debe ser realizado para que pueda efectuarse el trabajo productivo), Trabajo no productivo o no contributorio (cualquier actividad que no corresponde a las categorías anteriores). (Zapata Degregori, 2003)

Estas tres categorías del trabajo determinan las posibilidades de mejora. Este método de estudio del trabajo nos arroja estadísticas y coeficientes que nos permite cuantificar el comportamiento de los recursos más usados en la minería, así como diseñar métodos para su uso debido y ordenado, lo que nos permitirá reducir pérdidas en el costo de una determinada actividad en el minado, mejorando así los índices de productividad global de la gestión que se definan. (Zapata Degregori, 2003)

#### **2.4.5 CONTROL DE COSTOS**

El objetivo de toda empresa al ejecutar un proyecto, es obtener una rentabilidad. El control de costos es el control de lo gastado y lo valorizado por un proyecto en un período, para determinar el margen actual y futuro del proyecto. Para sistemas de control de costos más completos, es también la proyección de las valorizaciones y los gastos totales del proyecto para estimar el margen total al final del proyecto.

Existe diferentes metodologías, etapas y procesos, que van desde el registro histórico de ingresos y egresos en un departamento de contabilidad hasta la administración dentro del proyecto de las metas y logros de venta y costos. La idea fundamental de estas herramientas de control está en registrar en que se está gastando el dinero del proyecto, y prever si se va a cumplir con

todos los compromisos pactados, además de calcular la rentabilidad del proyecto.

El control de costos es parte de toda una disciplina llamada Contabilidad de Costos, sin embargo, este trabajo pretende resaltar las herramientas de control de costos que utilizan algunas de las grandes empresas peruanas, ligadas tanto a la construcción, minería u otros campos: el control del Resultado Económico como veremos más adelante. (Zapata Degregori, 2003)

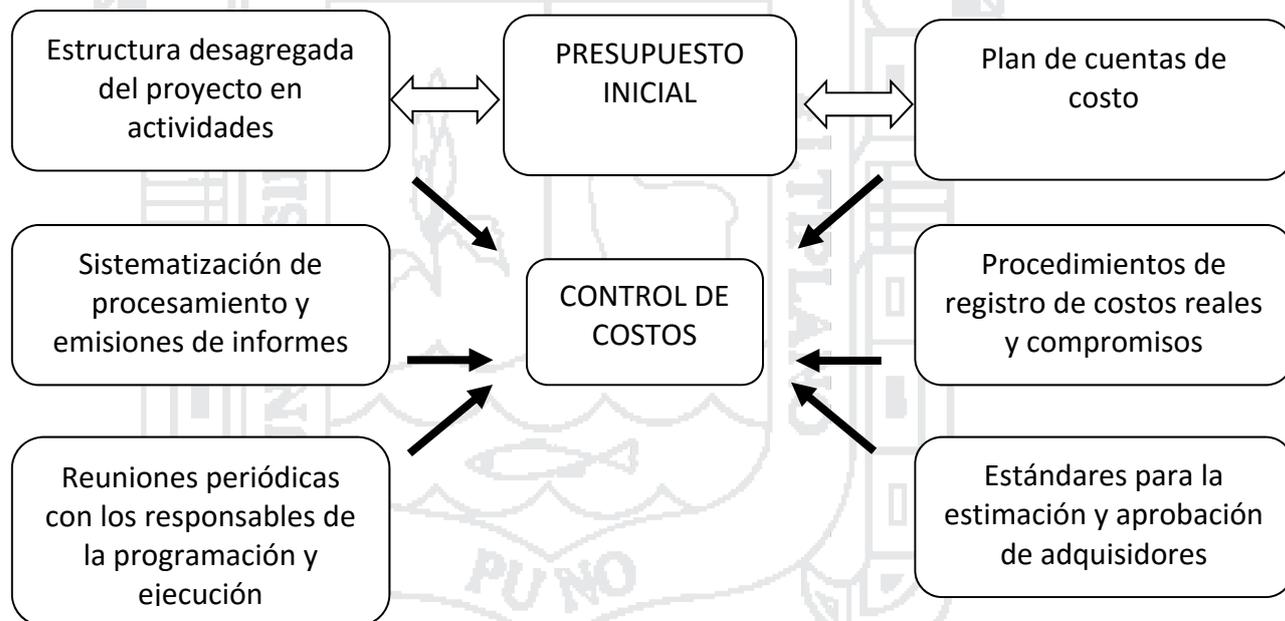


Figura 3. Componentes del sistema de control de costos

Fuente: (Briceño, 1994), pág. 140

## 2.5 INFORME SEMANAL DE PRODUCCIÓN

### 2.5.1 DEFINICIONES

#### **Productividad**

Para un determinado proceso, es la relación entre los resultados obtenidos y los recursos utilizados para obtenerlos. La productividad mide parcialmente el desempeño de un proceso, es decir, mide la eficiencia en el uso de sólo algunos de los recursos empleados para producir resultados que sean de valor para el cliente. Los recursos considerados para medir la productividad de un proceso, son aquellos recursos claves o críticos definidos por la organización. Por ejemplo, para medir la productividad del proceso de colocación de concreto en un proyecto de construcción, se puede definir que la mano de obra es el recurso crítico; por lo tanto, la productividad de dicho proceso se expresaría en  $m^3/HH$ . (COSAPI S.A., 2012)

#### **Rendimiento**

Es el inverso de la productividad, es decir, la relación entre los recursos utilizados y los resultados obtenidos por un proceso. En el ejemplo anterior, el rendimiento del proceso de colocación de concreto, cuyo recurso clave es la mano de obra, se expresaría en  $HH/m^3$ . (COSAPI S.A., 2012)

#### **Análisis de Valor Ganado**

Herramienta de control de proyectos utilizada para medir y evaluar el desempeño de un proyecto o alguno de sus procesos respecto al cumplimiento de sus objetivos de tiempo y costo. A través de esta herramienta, es posible determinar si un proyecto o alguno de sus procesos están adelantados o atrasados respecto

al plazo programado, y si están por encima o por debajo del costo presupuestado. (COSAPI S.A., 2012)

### **Colocación de fases**

Procedimiento a través del cual tanto la producción como el consumo de recursos en un proyecto, se les asignan fases para el control de costos y productividad

### **Desarrollo**

El Informe Semanal de Producción (ISP) es la herramienta que permite diagnosticar el estado actual de un proyecto, a través de la medición de la productividad y/o rendimiento de sus principales procesos constructivos, lo que permite a su vez identificar desviaciones respecto a los objetivos de desempeño del proyecto, establecer e implementar acciones correctivas, y proyectar la duración y los recursos para la culminación del proyecto. (COSAPI S.A., 2012)

### **Nivel de Control**

Para medir la productividad y el rendimiento de procesos constructivos en un proyecto de construcción a través del ISP, sólo se consideran como recursos claves o críticos la mano de obra directa (HH) y los equipos de producción directa (HM), dependiendo de la naturaleza de cada proceso.

En consecuencia, cuando el recurso considerado sea la mano de obra, la productividad de un proceso se expresará en HH/und; cuando el recurso considerado sea un equipo de producción directa, la productividad del proceso se expresará en und/HM ó und/HM-Pot. (COSAPI S.A., 2012)

## Nivel de Detalle

El Equipo de Dirección del Proyecto es responsable de definir al inicio del proyecto, los procesos constructivos que serán controlados a través del ISP, utilizando como referencia el Plan de Fases del proyecto. (COSAPI S.A., 2012)

## Información Requerida

La información requerida para elaborar el ISP comprende tanto los recursos utilizados como la producción obtenida por cada proceso constructivo que forma parte del ISP, de acuerdo a lo establecido por el Equipo de Dirección del Proyecto. (COSAPI S.A., 2012)

### 2.5.2 VENTAJAS DEL USO DE ISP

- Diagnosticar el estado del proyecto a través de comparaciones visuales, considerando las condiciones que conllevan al resultado en análisis para la toma de decisiones y planteamiento de acciones inmediatas.
- Inferir tendencias para proyecciones de plazos y costos del proyecto.
- Cuantificar las mejoras en la productividad una vez implementadas las acciones correctivas correspondientes (cambios de métodos de trabajo, innovación, etc.).
- Registrar el desempeño de procesos constructivos del proyecto para sustentos de solicitudes de reconocimiento de mayores costos o ampliaciones de plazo.
- Registrar el desempeño de procesos constructivos críticos para retroalimentar a la organización. (COSAPI S.A., 2012)

## 2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable a Investigar	Tipo de variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador de variables	Instrumento	Escala de Medición
Independiente Sistema de control de costos Resultado Operativo RO.	Cuantitativa	Procedimiento, método e informe adoptado por la organización que tiene por objeto la determinación de costos de los proyectos.	Son procedimientos que permiten conocer cuánto costo cada proceso o actividad de una determinada obra.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Método de costeo</li> <li>2. Control de operaciones y gasto de indirectos</li> <li>3. Eficiencia de los procesos de producción</li> </ol>	Reportes diarios de producción, mano obra, Equipos.  Reporte de salidas de materiales de almacén.  Detalle de gastos generales.	Razón
Dependiente Rentabilidad de la obra túnel de desvío del río Asana.	Cualitativa	Capacidad de generar una utilidad una obra	Consiste en el aumento de recursos económicos y financieros como consecuencia de la mayor venta con un costo razonable de las actividades de la obra	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Margen final del proyecto.</li> <li>5. Estados Financieros.</li> </ol>	Aplicación de método de resultado Operativo.  Calculo de balance general de la obra.	Razón

## **CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO DE INVESTIGACIÓN**

La metodología constituye la medula del plan; se refiere al enfoque utilizado, los métodos, el diseño, las técnicas de observación y recolección de datos, los instrumentos, los procedimientos y las técnicas de análisis.

La presente investigación será de carácter eminentemente descriptivo, debido a que su propósito es utilizar el método del resultado operativo para el planeamiento y control de costos integral de la obra “Túnel de desvío del río Asana del proyecto minero Quellaveco - Moquegua”, ver la eficiencia, mostrar sus ventajas y desventajas con respecto a otros métodos.

### **3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1.1 INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA APLICATIVA**

Se considera como investigación descriptiva aquella en que, como afirma (Muñoz, 2011, pág. 23) “El objetivo de estudio es representar algún hecho, acontecimiento o fenómeno por medio del lenguaje, graficas o imágenes de tal

manera que se pueda tener una idea cabal del fenómeno en particular, incluyendo sus características, sus elementos o propiedades, comportamientos o particularidades”.

Como señalan (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010, pág. 80) “Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.”

Para (Cerdeña, 1998, pág. 71) “Se deben describir aquellos aspectos más característicos, distintivos y particulares de estas personas, situaciones o cosas, o sea, aquellas propiedades que las hacen reconocibles a los ojos de los demás”.

Es también aplicativa debido a que en esta investigación se está aplicando metodologías a una obra real.

## **3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA DE INVESTIGACIÓN**

Para la presente tesis se tomó como población de estudio el proyecto “túnel de desvío del río Asana”, durante el periodo de noviembre 2013 a febrero 2014.

## **3.3 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN**

### **3.3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO**

ANGLO AMERICAN QUELLAVECO S.A., es propietaria del yacimiento cuprífero Quellaveco emplazado en el río Asana, y para el cual se prevé desarrollar instalaciones para procesar 91.2 ktpd, con un periodo de explotación

de 29 años. El yacimiento se encuentra a unos 37 km al noroeste de la ciudad de Moquegua, Perú, a una elevación entre los 3 500 a 4 000 msnm.

El Proyecto Quellaveco considera una explotación del yacimiento a rajo abierto, ubicado en el cauce del río Asana, y para su explotación es necesario construir previamente una serie de obras para desviar el río Asana.

Los caudales del río Asana son utilizados para riego en el valle de Moquegua, por lo que la explotación minera no debe alterar ni la cantidad ni la calidad de sus aguas, tanto durante la explotación de la mina como posteriormente durante el abandono.

El río Asana tiene un caudal medio del orden de 1 m<sup>3</sup>/s, sin embargo, presenta grandes crecidas que varían entre los 105 m<sup>3</sup>/s y 300 m<sup>3</sup>/s para periodos de retorno de 10 años y 1 000 años respectivamente. Estas crecidas ocurren, usualmente entre los meses de diciembre a marzo, pueden provocar daños importantes, principalmente en la infraestructura vial, en las obras de regadío y en las zonas agrícolas.

Las obras de desvío diseñadas del río Asana han sido concebidas para permitir la explotación del yacimiento cuprífero Quellaveco, así como para la regulación de las crecidas del río.

El Proyecto de desvío del río Asana está compuesto básicamente por una barrera de desvío de 40 metros de altura, que cierra el cauce del río Asana y lo desvía hacia un túnel que tendrá 7 760 metros de longitud.

### 3.3.2 ALCANCES DE LA OBRA

El Contrato considera la Construcción Túnel de Desvío de sección de área equivalente 5.0 x 5.0 m., avanzando solamente desde el Portal de Entrada en una longitud de 3 416.90 metros de longitud Y 143 metros de longitud de Estocadas, se deberán desarrollar todas las actividades y proveer todos los servicios que sean necesarios para ejecutar las obras del proyecto descritas anteriormente.

Los tramos a ejecutar son:

Tabla 3. Alcance de la obra por tramos

Fuente: Contrato de obra túnel de desvío del río Asana

DESCRIPCIÓN	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	LONGITUD DE TRAMO(ML)
<b>1. TÚNEL PRINCIPAL</b>			<b>3 416.90</b>
Tramo 1	0+040.0	0+095.9	55.90
Tramo 2	0+095.9	0+281.2	185.30
Tramo 3	0+281.2	1+313.2	1 032.00
Tramo 4	1+313.2	1+395.7	82.50
Tramo 5	1+395.7	1+807.2	411.50
Tramo 6	1+807.2	2+684.0	876.80
Tramo 7	2+684.0	3+280.5	596.50
Tramo 8	3+280.5	3+456.9	176.40
<b>2. ESTOCADAS</b>			<b>143.00</b>
Estocadas cada 250 m			143.00
<b>3. TOTAL TÚNEL INCLUYENDO ESTOCADAS (1+2)</b>			<b>3 559.90</b>

A continuación, se destacan, las actividades más importantes a ejecutar:

- Excavaciones Subterráneas del Túnel de Desvío
- Colocación de Pernos Sellados sostenimiento de túnel
- Colocación de Marchiavantis de soporte excavación túnel
- Colocación de Concreto Lanzado para revestimiento túnel (con y sin fibra)
- Colocación de Malla electro soldada
- Colocación de drenes (Barbacanas)
- Instalación del Sistema de ventilación en la etapa de construcción

### 3.3.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

El Trabajo se ejecutará de acuerdo a las Especificaciones Técnicas, los Planos y otros documentos aprobados y que se detallan en el contrato.

*Tabla 4. Cuadro de especificaciones técnicas  
Fuente: Contrato de obra túnel de desvío del río Asana*

N° de Especificación	Rev.	Fecha	Título
MQ08-TE-2100-CE1001	1	May-12	Especificaciones Técnicas Construcción Túnel de Desvío
MQ09-04-TE-2100-CE0004	1	Ene-12	Especificación Técnica Complementaria para la utilización de concreto lanzado con fibra sintética

### 3.3.4 PRESUPUESTO DE OBRA

El Precio del Contrato tiene una modalidad mixta, es decir una parte a Suma Alzada, Precios Unitarios, y una porción a costos reembolsables.

Tabla 5. Resumen de presupuesto de obra

Fuente: Términos Comerciales de Contrato de la Obra Túnel de desvío del río Asana

Ítem	Descripción	Total (US\$)
A	PARTIDAS A SUMA ALZADA DEL TRABAJO	13 952 655.22
B	PARTIDAS A PRECIOS UNITARIOS DEL CONTRATO	16 646 483.24
C	PARTE A COSTOS REEMBOLSABLES	2 096 354.16
<b>VALOR TOTAL ESTIMADO DEL CONTRATO</b>		<b>32 695 492.62</b>

**A. Parte a Suma Alzada del Trabajo:**

Tabla 6. Presupuesto de la parte de suma alzada

Fuente: Términos comerciales contrato de la obra túnel de desvío del río Asana

Ítem	Descripción	Und	Cantidad	Precio Unitario (US\$/und)	TOTAL (US\$)
<b>A</b>	<b>PARTIDAS A SUMA ALZADA DE LA OBRA</b>				
A-01-01	Instalación de Faena	Mes	24.00	2 576.00	61 824.00
A-02	Movilización	Mes	24.00	1 231.96	29 567.00
A-03	Desmovilización	Mes	24.00	5 660.23	135 845.43
A-03B	Sub Estaciones Eléctrica	Und	3.00	45 330.00	135 990.00
A-03C	Ventiladores	Glb	1.00	130 600.10	130 600.10
A-04	Gastos Generales Directos	Mes	24.00	349 316.80	8 383 603.26
A-05	Gastos Generales Indirectos	Mes	24.00	57 151.30	1 371 631.22
A-06	Utilidades	Glb	1.00	3 326 379.09	3 326 379.09
A-07	Costos Boletas de Garantía Bancaria Fiel Cumplimiento Contrato, 10%	Glb	1.00	125 738.38	125 738.38
A-08	Costos Boletas de Garantía Bancaria por Trabajo Ejecutado 10%, 36 meses	Glb	1.00	251 476.75	251 476.75
	<b>TOTAL, PARTE I</b>	<b>US\$</b>			<b>13 952 655.22</b>

**B. Parte a Precios Unitarios:**

Tabla 7. Presupuesto de la parte a precios unitarios

Fuente: Términos Comerciales de Contrato de la Obra Túnel de desvío del río Asana

Ítem	Descripción	Und	Cantidad	Precio Unitario (US\$/un)	TOTAL (US\$)
<b>B</b>	<b>PARTIDAS A PRECIOS UNITARIOS</b>				
B-01-04	<b>EXCAVACIONES SUBTERRÁNEAS TÚNEL PRINCIPAL ACOPIA HASTA 2 KM. DEL PORTAL</b>				
B-01-04-01	Excavación en Roca Tipo 1	m <sup>3</sup>	5 489.00	129.35	710 015.32
B-01-04-02	Excavación en Roca Tipo 2	m <sup>3</sup>	20 084.00	131.86	2 648 205.95
B-01-04-03	Excavación en Roca Tipo 3	m <sup>3</sup>	27 633.00	133.57	3 690 909.41
B-01-04-04	Excavación en Roca Tipo 4	m <sup>3</sup>	20 811.00	142.38	2 963 030.64
B-01-04-05	Excavación en Roca Tipo 5	m <sup>3</sup>	4 151.00	175.02	726 493.08
B-01-04-07	Excavación Subterránea Estocadas	m <sup>3</sup>	3 165.00	206.94	654 950.54
B-01-04-08	Excavación Sostenimiento Tipo 6A	m <sup>3</sup>	765.00	355.20	271 728.77
B-01-05	<b>SOSTENIMIENTO EN ROCA EN TÚNEL PRINCIPAL</b>				
B-01-05-01	<b>Pernos</b>				
B-01-05-02	Pernos Sellados, D=22 mm, L=3 m	Und	12 717.00	52.81	671 633.09
B-01-05-03	Pernos de Fibra de Vidrio, D=25 mm, L=3 m	Und	100.00	59.46	5 946.23
B-01-05-05	Pernos Sellados, D=22 mm, L=3 m - Nicho	Und	1 272.00	52.81	67 179.15
B-01-05-06	<b>Marchiavantis</b>				
B-01-05-08	Marchiavantis, D=32 mm, L=4 m	Kg	100.00	3.17	316.58
B-01-05-09	<b>Concreto Lanzado (Shotcrete)</b>				
B-01-05-11	Concreto Lanzado con Fibra Plástica (e=5.0 cm)	m <sup>2</sup>	37 357.00	70.91	2 649 070.79
B-01-05-13	Capa Adicional de Concreto Lanzado con Fibra Plástica	m <sup>3</sup>	574.00	1 328.39	762 493.62
B-01-05-14	Concreto Lanzado con fibra nichos	m <sup>3</sup>	40.00	1 337.37	53 494.88
B-01-05-17	<b>Malla de Alambre Soldado</b>				

B-01-05-20	<b>Marcos Reticulados</b>				
B-01-05-21	Marcos Reticulados de Acero	Kg	8 635.00	6.17	53 256.36
B-01-05-22	Marcos Reticulados Galvanizados en Caliente	Kg	860.00	6.56	5 641.17
B-01-10	<b>Equipamiento</b>				
B-01-10-03	Barbacana PVC 2"	m	9 400.00	68.21	641 178.70
B-01-10-04	Drenes PVC D= 2" ranurado	m	800.00	88.67	70 938.96
	<b>SUBTOTAL B-01</b>	<b>US\$</b>			<b>16 646 483.24</b>
	<b>TOTAL, PARTE II</b>	<b>US\$</b>			<b>16 646 483.24</b>

**C. Parte a Costo Reembolsable:**

*Tabla 8. Presupuesto de la parte a costos reembolsables*

*Fuente: Términos Comerciales de Contrato de la Obra Túnel de desvío del río Asana*

Ítem	Descripción	Und	Cantidad	Precio Unitario (US\$)	TOTAL (US\$)
B-10	<b>Costos reembolsables</b>				
B-10.1	Campamento, oficinas, mantención	Glb	1.00	413 587.15	413 587.15
B-10.2	Alimentación del Personal	HD	78 567.91	16.86	1 324 655.01
B-10.3	Refugio Minero	Und	2.00	179 056.00	358 112.00
	<b>TOTAL, COSTOS REEMBOLSABLES</b>	<b>US\$</b>			<b>2 096 354.16</b>

La suma de los conceptos antes señalados será lo que determinará el Precio Final de la obra expresado en Dólares Americanos.

**3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para éste trabajo de Investigación se describe las técnicas e instrumentos de recolección de datos en el siguiente detalle:

### **3.5 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.5.1 ANÁLISIS DOCUMENTAL**

Mediante el cual se recopilará datos e información necesaria para desarrollar y sustentar éste estudio. Básicamente como su nombre lo indica a través del análisis de documentos existentes de tipo bibliográfico y de información. El esquema teórico que se planteará, será una base fundamental para desarrollar el marco teórico del estudio.

#### **3.5.2 OBSERVACIÓN**

Esta técnica, nos ha de permitir realizar una contrastación con la realidad, en función de aquellos aspectos principales como secundarios, cuyos datos no queremos pasen desapercibidos y se dará durante la fase de recolección de información, para el caso de nuestro estudio, observación directa de los trabajos ejecutados en campo nos dan una mayor idea de cómo y que se está ejecutando.

#### **3.5.3 PLAN DE TRATAMIENTOS DE DATOS**

Los datos para la presente tesis recopilados por las diferentes áreas de la obra túnel de desvío del río Asana en cuadros Excel para posteriormente ser procesados en cuadros y gráficos.

## CAPÍTULO IV: EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 4.1 PROGRAMACIÓN INICIAL DE OBRA

La programación inicial de la obra es el punto de partida para establecer la línea base del resultado operativo cero, por lo que debemos prestar la importancia debida a este desarrollo.

Previamente debemos mencionar que para la caracterización geotécnica donde está inserto el túnel se utilizó la clasificación geomecánica del sistema Q de Barton, cuyos parámetros se muestran en el cuadro:

*Tabla 9. Clasificación de tipo de roca según Q de Barton*

*Fuente: Especificaciones técnicas de obra*

Tipo Roca	Q de Barton
Rx I	$10 < Q < 1\ 000$
Rx II	$5 < Q < 10$
Rx III	$0.4 < Q < 5$
Rx IV	$0.1 < Q < 0.4$
Rx V	$0.03 < Q < 0.1$
Rx VI A	$0.001 < Q < 0.03$
Rx VI B	$0.001 < Q < 0.03$

Entonces para la planificación debemos determinar los metros de túnel a ejecutar por cada mes, esto nos servirá para proyectar los recursos a utilizar mensualmente, a manera de ejemplo realizaremos el cálculo de los metros lineales a ejecutar de túnel en el primer mes, trabajaremos con los rendimientos por tipo de roca ofertados y aceptados en el contrato por el cliente.

Debemos tener en cuenta que estos rendimientos son considerando el ciclo completo de avance de túnel, es decir excavación y sostenimiento.

Para la excavación se consideró el sistema de perforación y voladura, el sostenimiento de acuerdo a los planos de fortificación con secciones tipo adjuntadas en el anexo 1.

*Tabla 10. Rendimientos mensuales por tipo de roca*

*Fuente: Términos comerciales de contrato de la obra túnel de desvío del río Asana*

Tipo Roca	Rendimiento (m/mes)
Rx I	200
Rx II	185
Rx III	175
Rx IV	140
Rx V	80
Rx VI A	35
Rx VI B	25

Para el primer y segundo tramo de túnel, tenemos lo siguiente:

Tabla 11. Plazo de ejecución del tramo 1 de túnel

Fuente: Elaboración propia

Tramo 1 Túnel				
Tipo Roca	Longitud (m) (1)	%	Rendimiento (m/mes) (2)	Plazo (mes) (3) = (2) / (1)
Rx I	5.59	10%	200	0.03
Rx II	0.00	0%	185	0.00
Rx III	22.36	40%	175	0.13
Rx IV	19.57	35%	140	0.14
Rx V	8.39	15%	80	0.10
Rx VI A	0.00	0%	35	0.00
Rx VI B	0.00	0%	25	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>55.90</b>	<b>100%</b>		<b>0.40</b>

Teniendo en cuenta que para el primer mes hay una curva de aprendizaje y varios factores que intervienen al inicio de una obra en el normal desarrollo de las actividades, se está considerando que el rendimiento será de un 80% (valor acordado entre el cliente y el contratista), entonces tenemos que los 55.90 ml de túnel del primer tramo se ejecutarán en  $0.4 / 0.8$  que serían 0.5 mes.

Para el segundo tramo de túnel se tiene el siguiente cuadro:

Tabla 12. Plazo de ejecución del tramo 2 de túnel

Fuente: Elaboración propia

Tramo 2 Túnel				
Tipo Roca	Longitud (m) (1)	%	Rendimiento (m/mes) (2)	Plazo (mes) (3) = (2) / (1)
Rx I	0.00	0%	200	0.00
Rx II	27.80	15%	185	0.15
Rx III	64.86	35%	175	0.37
Rx IV	83.39	45%	140	0.60
Rx V	9.27	5%	80	0.12
Rx VI A	0.00	0%	35	0.00
Rx VI B	0.00	0%	25	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>185.30</b>	<b>100%</b>		<b>1.24</b>

Este segundo tramo se ejecuta en un plazo de 1.24 meses, sin embargo, necesitamos saber la cantidad de metros a ejecutar en el primer mes, para lo cual vemos que:

$$\text{Mes 1} = 0.5 \text{ mes en el tramo 1} + 0.5 \text{ mes en el tramo 2}$$

$$\text{Avance de Mes 1} = 55.90 \text{ m} + \left(0.5 * \frac{185.30}{1.24} * 0.8\right) \text{ m}$$

$$\text{Avance de Mes 1} = 55.90 \text{ m} + 60 \text{ m}$$

$$\text{Avance de Mes 1} = 115.90 \text{ m}$$

Siguiendo el mismo procedimiento se obtiene los avances de cada mes del alcance total de la obra, para luego con esos avances determinar las

cantidades a ejecutar por partida y mensualmente, la planificación completa se puede ver en el anexo 3.

Para una mayor comprensión mostramos en la siguiente figura el diagrama de tiempo camino de la obra:

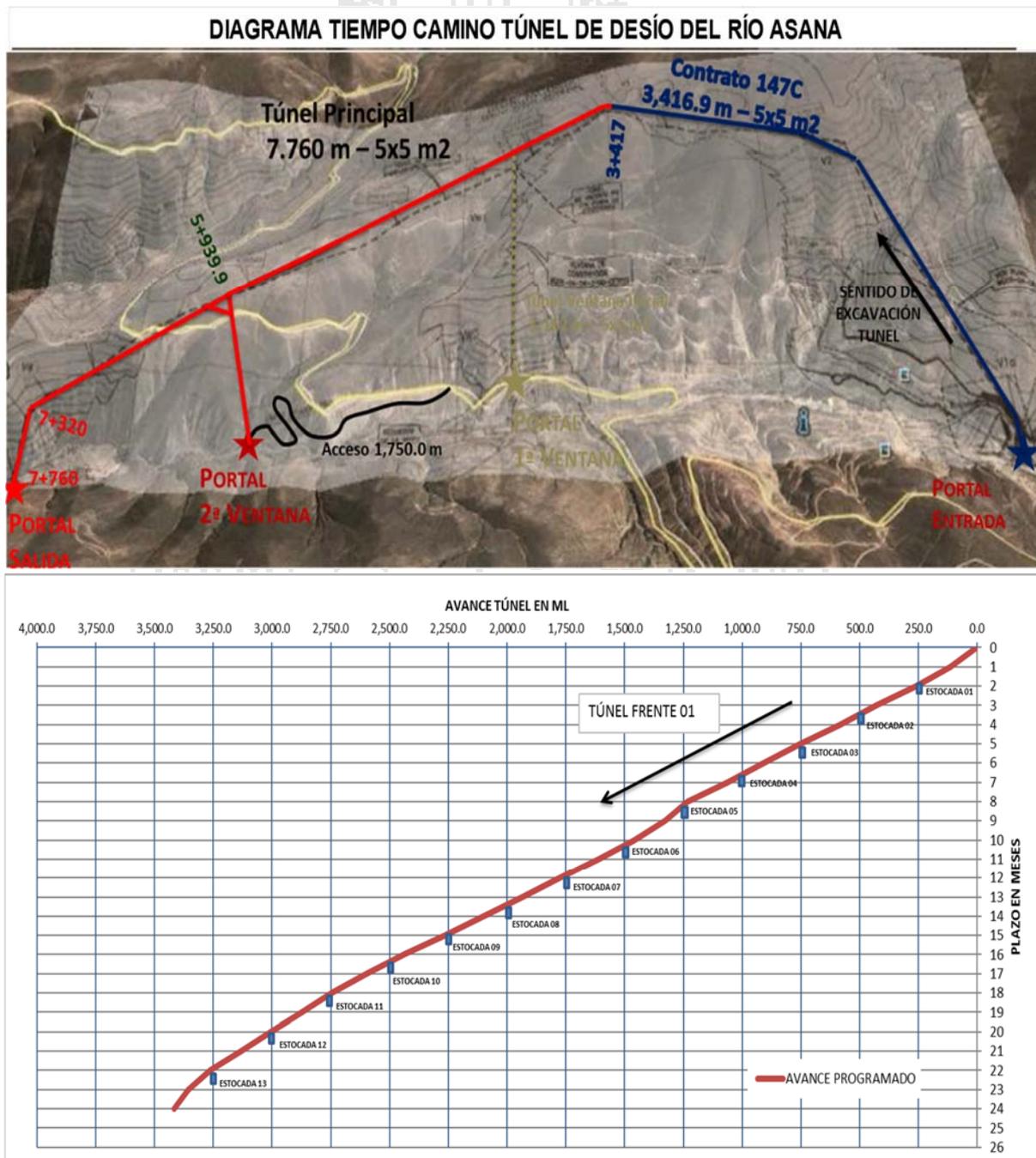


Figura 4. Diagrama de tiempo camino del túnel de desvío del río Asana  
Fuente: Elaboración propia

## 4.2 APLICACIÓN DEL SISTEMA RO EN EL PROYECTO

En el desarrollo de este capítulo explicaremos el proceso del método del Resultado Operativo en la obra túnel de desvío del río Asana del proyecto minero Quellaveco.

### 4.2.1 ELABORACIÓN DEL WBS

La EDT (Estructura de Desglose del Trabajo) / WBS (Work Breakdown Structure) aquí hacemos el proceso de subdividir los entregables del proyecto, tal como podemos ver en la siguiente figura:

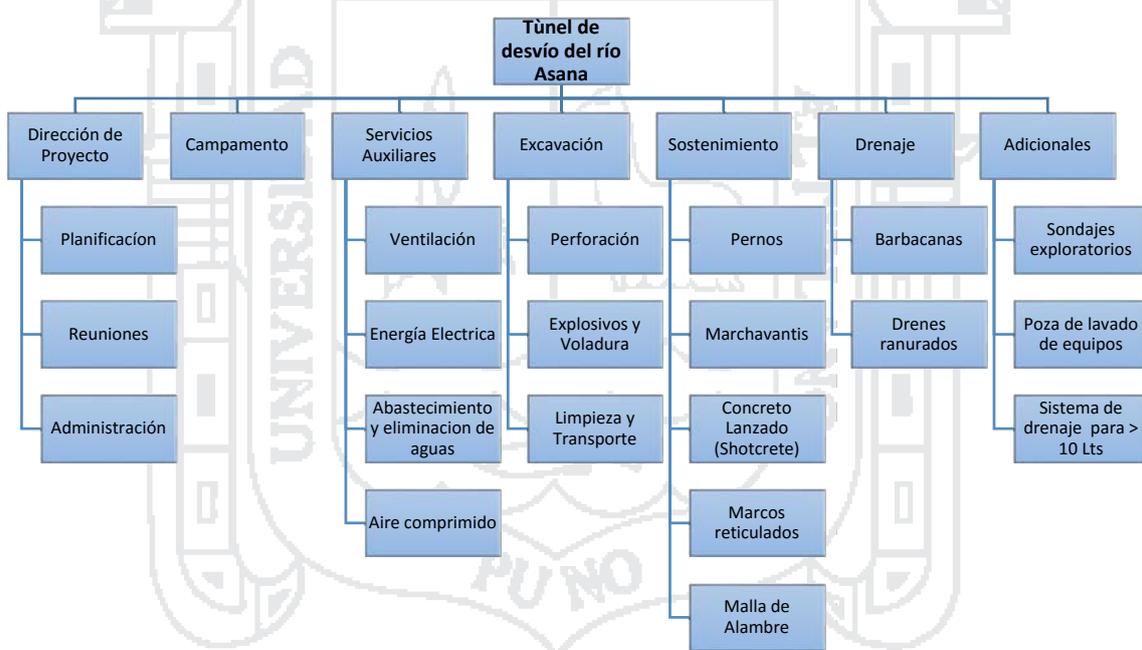


Figura 5. WBS de la obra túnel de desvío de río Asana

Fuente: Elaboración propia

### 4.2.2 GENERACIÓN DEL PLAN DE FASES

Para esta tesis utilizaremos el plan maestro de Cosapi S.A. para asignación de los códigos y los nombres de las fases de la obra, teniendo en cuenta que el alcance del proyecto está considerado realizar por un solo frente se utiliza el número “01” antes de los códigos para la identificación de las fases

de ese frente, así determinaremos las fases para realizar el seguimiento y control.

Iniciamos agrupando las partidas similares en el presupuesto:

Tabla 13. Agrupación de partidas de presupuesto en fases

Fuente: Elaboración propia

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	FASES	DESCRIPCIÓN DE FASE
<b>A</b>	<b>PARTIDAS A SUMA ALZADA DE LA OBRA</b>			
A-01-01	Instalación de Faena	mes	EG	SERVICIOS AUXILIARES (INSTALACIÓN DE FAENAS)
A-02	Movilización	mes	AHN	MOVILIZACIÓN & DESMOVILIZACIÓN
A-03	Desmovilización	mes		
A-03B	Sub Estaciones Electrica	un	EG	SERVICIOS AUXILIARES (INSTALACIÓN DE FAENAS)
A-03C	Ventiladores	glb		
A-04	Gastos Generales Directos	mes	ZD	SUPERVISION & GASTOS GENERALES SEGURIDAD & MEDIO AMBIENTE TALLER & EQUIPOS
A-05	Gastos Generales Indirectos, sin anticipo,	mes	ZE	
A-06	Utilidades	glb	ZF	
A-07	Garantía Bancaria Fiel Cumplimiento	glb	ZD	SUPERVISIÓN & GASTOS GENERALES
A-08	Garantía Bancaria por Trabajo Ejecutado	glb		
<b>B</b>	<b>PARTIDAS A PRECIOS UNITARIOS</b>			
B-01-04	<b>EXCAVACIONES SUBTERRÁNEAS TÚNEL PRINCIPAL ACOPIA HASTA 2 KM. DEL PORTAL</b>			
B-01-04-01	Excavación en Roca Tipo 1	m3	01EAB 01ECC 01EDE EG	PERFORACIÓN EXPLOSIVOS Y VOLADURA LIMPIEZA (Y TRANSPORTE) SERVICIOS AUXILIARES (INSTALACIÓN DE FAENAS)
B-01-04-02	Excavación en Roca Tipo 2	m3		
B-01-04-03	Excavación en Roca Tipo 3	m3		
B-01-04-04	Excavación en Roca Tipo 4	m3		
B-01-04-05	Excavación en Roca Tipo 5	m3		
B-01-04-06	Excavación en Roca Tipo 6	m3		
B-01-04-07	Excavación Subterranea Estocadas	m3		
B-01-04-08	Excavación Adicional Sostenimiento Tipo 6	m3		
B-01-04-09	Excavación Adicional Sostenimiento Tipo 6	m3		
B-01-05	<b>SOSTENIMIENTO EN ROCA EN TÚNEL PRINCIPAL Y TÚNEL SECUNDARIO</b>			
B-01-05-01	<b>Pernos</b>			
B-01-05-02	Pernos Sellados, D=22 mm, L=3 m	u	01EEC	PERNOS
B-01-05-03	Pernos de Fibra de Vidrio, D=25 mm, L=3 m	u		
B-01-05-05	Pernos Sellados, D=22 mm, L=3 m - Nicho	u		
B-01-05-06	<b>Marchiavantis</b>			
B-01-05-08	Marchiavantis, D=32 mm, L=4 m	Kg	01EE	MISCELÁNEOS SOSTENIMIENTO
B-01-05-09	<b>Concreto Lanzado (Shotcrete)</b>			
B-01-05-11	Concreto Lanzado con Fibra Plástica (e=5)	m2	01EEA	CONCRETO LANZADO (SHOTCRETE)
B-01-05-13	Capa Adicional de Concreto Lanzado con fibra	m3		
B-01-05-14	Concreto Lanzado con fibra Nichos	m3		
B-01-05-20	<b>Marcos Reticulados</b>			
B-01-05-21	Marcos Reticulados de Acero	Kg	01EED	CIMBRAS (MARCOS RETICULADOS)
B-01-05-22	Marcos Reticulados Galvanizados en Caliente	Kg		
B-01-10	<b>Equipamiento</b>			
B-01-10-03	Barbacana PVC 2"	m	01EGA	DRENES
B-01-10-04	Drenes -Perforación y PVC D= 2" ranurado	m		
<b>B-10</b>	<b>COSTOS REEMBOLSABLES</b>			
B-10.1	Campamento, oficinas, mantención y Catering	gl	AI	CAMPAMENTO
B-10.2	Alimentación del Personal	HD	ZD	SUPERVISIÓN & GASTOS GENERALES
B-10.3	Refugio Minero	un		

Luego de la agrupación de partidas por fases realizamos en plan de fases, el cual debe contener mínimamente la información mostrada en el siguiente cuadro:

Tabla 14. Plan de fases de la obra túnel de desvío del río Asana

Fuente: Elaboración propia

CÓDIGO DE FASES		UND	% INCIDEN.	NOMBRE DE LA FASE	TIPO DE COSTO
GENERAL	F01				
ZD		Glb	20.7%	SUPERVISIÓN (ADMINISTRACIÓN)	INDIRECTO
			21.0%	GASTOS GENERALES	
AI		Glb	1.4%	CAMPAMENTO	INDIRECTO
ZE		Glb	0.7%	SEGURIDAD & MEDIO AMBIENTE	INDIRECTO
ZF		Glb	4.3%	TALLER & EQUIPOS	INDIRECTO
AHN		Glb	0.5%	MOVILIZACIÓN & DESMOVILIZACIÓN	DIRECTO
EG		Glb	8.3%	SERVICIOS AUXILIARES (INSTALACIÓN DE FAENAS)	DIRECTO
	01EAB	m	15.7%	PERFORACIÓN	DIRECTO
	01ECC	m <sup>3</sup>	4.1%	EXPLOSIVOS Y VOLADURA	DIRECTO
	01EDE	m <sup>3</sup>	6.8%	LIMPIEZA (Y TRANSPORTE)	DIRECTO
	01EE	kg	0.001%	MISCELÁNEOS SOSTENIMIENTO	DIRECTO
	01EEA	m <sup>3</sup>	11.5%	CONCRETO LANZADO (SHOTCRETE)	DIRECTO
	01EEC	m	2.5%	PERNOS	DIRECTO
	01EED	Kg.	0.2%	CIMBRAS (MARCOS RETICULADOS)	DIRECTO
	01EGA	m	2.3%	DRENES	DIRECTO

Para determinar la incidencia se suma el presupuesto de las partidas involucradas y se divide entre el presupuesto total de la obra, a continuación, mostramos un gráfico con el porcentaje de incidencias, esta información nos

ayudara a tener una visión de que fases son las que debemos tener mayor control.



Figura 6. Porcentaje de incidencia del costo por fase

Fuente: Elaboración propia

### 4.3 GENERACIÓN DE LÍNEA BASE INICIAL (RESULTADO OPERATIVO CERO)

Generar la reagrupación de las partidas presupuestadas tanto de la venta como del costo en las fases del proyecto según el plan de fases definido previamente. Asimismo, elaborar la línea base del costo para el seguimiento y control periódico.

#### 4.3.1 INFORMACIÓN REQUERIDA PARA REALIZAR EL RESULTADO OPERATIVO CERO:

- Documentos del presupuesto relacionados a la venta y el costo
  - Hoja de Venta final (Hoja de Cierre)
  - Presupuesto Oferta (Venta)

- Presupuesto Costo (considera precios y/o tarifas internas)
- Análisis de Precios Unitarios de Venta y Costo (APU)
- Estructura de costos indirectos (Gastos generales directos, gastos generales indirectos, gastos financieros, personal indirecto, etc.)
- Estructura de costos reembolsables (detalle de partidas reembolsables, recursos considerados, detalle del porcentaje de utilidad)
- Contingencias
- Plan de Fases del proyecto.
- Cronograma del proyecto.

#### **4.3.2 ELABORACIÓN DE PRESUPUESTO DESCOMPUESTO POR FASES**

1. Partimos del presupuesto oferta, los análisis de precios unitarios (APU), la relación de recursos y las condiciones de precios de los recursos según Hoja de Venta, como ejemplo explicativo utilizaremos una de las partidas del presupuesto:

dc

<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b>					
<b>Proyecto</b>	TUNEL DESVIO RÍO ASANA			<b>Fecha</b>	10-10-2013
<b>Cliente</b>	ANGLOAMERICAN QUELLAVECO			<b>Moneda</b>	(US\$)
<b>Ítem</b>	B-01.05.02			<b>Unidad</b>	Und
<b>Descripción</b>	PERNOS SELLADOS, D=22 mm, L=3 m			<b>Cantidad íterr</b>	12 717
Item	Descripción	Und	Cantidad (2)	P. Unitario (US\$) (3)	Subtotal (US\$) (4)
<b>MATERIALES</b>					
M03-MAT.118	Materiales varios	glb	1.2341	1.0000	1.23
M-FUNG2	Fungibles herramientas	hm	0.0670	10.4300	0.70
M03-MAT.126	Petroleo	gal	1.9690	4.7200	9.29
M03-MAT.113	Mangueras y coplas	glb	0.0300	4.0425	0.12
M03-MAT.005	Acero de perforacion jumbo	mper	3.0900	1.1000	3.40
M03-MAT.124	Pernos helicoidal, d=22 mm, L=3 m	un	1.0300	18.3015	18.85
M03-MAT.045	Cemento	bls	0.5250	8.0200	4.21
M03-MAT.212	Aditivo intraplast	bls	0.5250	2.2785	1.20
M03-MAT.015	Aditivo sikament 306	lt	0.2310	3.0450	0.70
<b>TOTAL MATERIALES (US\$)</b>					<b>39.71</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
O01-MO.1000	Capataz de guardia	hd	0.0156	98.0000	1.53
O01-MO.1060	Maestro Minero	hd	0.0312	91.2700	2.84
O01-MO.1070	Ayudante Minero	hd	0.0312	76.1300	2.38
<b>TOTAL MANO DE OBRA (US\$)</b>					<b>6.75</b>
<b>MAQUINARIA</b>					
E-HERR2	Herramientas menores	hd	0.0779	11.4700	0.89
E02-EQ.015	Compresor 850 - 1,000 cfm	hm	0.0670	13.5500	0.91
E02-EQ.039ARR	Elevador de plataforma-arr	hm	0.0233	23.0000	0.54
E02-EQ.032P	Generador de 750 kw -posesion	mes	0.0002	3 215.0000	0.61
E02-EQ.032	Generador de 750 kw -operación	hm	0.1364	16.5300	2.25
E02-EQ.017	Bomba de inyeccion	mes	0.0017	700.0000	1.16
<b>TOTAL MAQUINARIA (US\$)</b>					<b>6.36</b>
<b>PRECIO UNITARIO (US\$)</b>					<b>52.81</b>
<b>TOTAL PARTIDA (US\$)</b>					<b>671 633.09</b>

Figura 7. Análisis de precios unitarios de la partida de Pernos Sellados

Fuente: Presupuesto de Obra

2. Agregar una columna con las cantidades totales de cada recurso (cantidad de recurso en APU por metrado total de partida), otra columna con el costo parcial (precio del recurso por metrado por cantidad total de recurso).
3. Asignar a los recursos el tipo de costo, rubro, frente y fase respectiva.

4. Realizar el desagregado de los recursos cuyo precio está compuesto, la información para realizar este desagregado se obtiene del área de presupuestos de la empresa o institución, el área de presupuestos debería informar sobre las condiciones de las tarifas de los recursos, para tener en cuenta esas mismas condiciones en la elaboración de la línea base del costo.

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						ELABORACIÓN DE PRESUPUESTO DESCOMPUESTO POR FASES					
Proyecto	TUNEL DESVIO RÍO ASANA	Fecha	10-10-2013								
Cliente	ANGLOAMERICAN QUELLAVECO	Moneda	(US\$)								
Ítem	B-01.05.02	Unidad	Und								
Descripción	PERNOS SELLADOS, D=22 mm, L=3 m	Cantidad ítem	12 717.00			....(1)					
Ítem	Descripción	Und	Cantidad (2)	P. Unitario (US\$) (3)	Subtotal (US\$) (4)	Cantidad Total (5)=(1)*(2)	Costo Parcial US\$ (6)=(3)*(5)	Tipo Costo	Rubro	Frente	Fase
<b>MATERIALES</b>											
M03-MAT.118	Materiales varios	gib	1.2341	1.0000	1.23	15 694.05	15 694.05	DIRECTO	Material	01	EEC
M-FUNG2	Fungibles herramientas	hm	0.0670	10.4300	0.70	852.04	8 886.77	DIRECTO	Material	01	EEC
M03-MAT.126	Petroleo	gal	1.9690	4.7200	9.29	25 039.77	118 187.73	DIRECTO	Material	01	EEC
M03-MAT.113	Mangueras y coplas	gib	0.0300	4.0425	0.12	381.51	1 542.25	DIRECTO	Material	01	EEC
M03-MAT.005	Acero de perforacion jumbo	mper	3.0900	1.1000	3.40	39 295.53	43 225.08	DIRECTO	Material	01	EEC
M03-MAT.124	Pernos helicoidal, d=22 mm, L=3 m	un	1.0300	18.3015	18.85	13 098.51	239 722.38	DIRECTO	Material	01	EEC
M03-MAT.045	Cemento	bls	0.5250	8.0200	4.21	6 676.43	53 544.93	DIRECTO	Material	01	EEC
M03-MAT.212	Aditivo intraplast	bls	0.5250	2.2785	1.20	6 676.43	15 212.23	DIRECTO	Material	01	EEC
M03-MAT.015	Aditivo sikament 306	lt	0.2310	3.0450	0.70	2 937.63	8 945.07	DIRECTO	Material	01	EEC
<b>TOTAL MATERIALES (US\$)</b>					<b>39.71</b>						
<b>MANO DE OBRA</b>											
O01-MO.1000	Capataz de guardia	hd	0.0156	98.0000	1.53	198.39	14 614.32	DIRECTO	Mano de obr	01	EEC
O01-MO.1000	Capataz de guardia	hd	0.0156	73.6664		198.39	541.59	INDIRECTO	Gastos gene	GENERAL	ZD
O01-MO.1000.2	Servicio de limpieza y lavandería	hd	0.0156	2.7300		198.39	2 953.96	INDIRECTO	Gastos gene	GENERAL	ZD
O01-MO.1000.3	Movilización a obra (ÍV) x Tacna - I	hd	0.0156	14.8900		198.39	9.92	INDIRECTO	Gastos gene	GENERAL	ZD
O01-MO.1000.5	Fotocheck	hd	0.0156	0.0500		198.39	857.02	INDIRECTO	Material	GENERAL	ZE
O01-MO.1000.6	EPP's	hd	0.0156	4.3200		198.39	178.55	INDIRECTO	Gastos gene	GENERAL	ZD
O01-MO.1000.7	Exámenes médicos	hd	0.0156	0.9000		198.39	285.67	INDIRECTO	Gastos gene	GENERAL	ZD
O01-MO.1000.8	Agua de beber	hd	0.0156	1.4400		198.39	-	DIRECTO	Material	01	EEC
O01-MO.1000.1f	Herramientas menores	hd	0.0156	0.0000		198.39					
O01-MO.1060	Maestro Minero	hd	0.0312	91.2700	2.84	396.39	28 344.20	DIRECTO	Mano de obr	01	EEC
O01-MO.1060	Maestro Minero	hd	0.0312	71.5060		396.39	1 082.14	INDIRECTO	Gastos gene	GENERAL	ZD
O01-MO.1060.2	Servicio de limpieza y lavandería	hd	0.0312	2.7300		396.39	2 536.89	INDIRECTO	Gastos gene	GENERAL	ZD
O01-MO.1060.3	Movilización a obra (ÍV) x Tacna - I	hd	0.0312	6.4000		396.39	19.82	INDIRECTO	Gastos gene	GENERAL	ZD
O01-MO.1060.5	Fotocheck	hd	0.0312	0.0500		396.39	1 712.40	INDIRECTO	Material	GENERAL	ZE
O01-MO.1060.6	EPP's	hd	0.0312	4.3200		396.39	356.75	INDIRECTO	Gastos gene	GENERAL	ZD
O01-MO.1060.7	Exámenes médicos	hd	0.0312	0.9000		396.39	570.80	INDIRECTO	Gastos gene	GENERAL	ZD
O01-MO.1060.8	Agua de beber	hd	0.0312	1.4400		396.39	1 553.84	DIRECTO	Material	01	EEC
O01-MO.1060.1f	Herramientas menores	hd	0.0312	3.9200		396.39					
O01-MO.1070	Ayudante Minero	hd	0.0312	76.1300	2.38	396.72	24 215.95	DIRECTO	Mano de obr	01	EEC
O01-MO.1070	Ayudante Minero	hd	0.0312	61.0399		396.72	1 083.05	INDIRECTO	Gastos gene	GENERAL	ZD
O01-MO.1070.2	Servicio de limpieza y lavandería	hd	0.0312	2.7300		396.72	912.46	INDIRECTO	Gastos gene	GENERAL	ZD
O01-MO.1070.3	Movilización a obra (ÍV) x Tacna - I	hd	0.0312	2.3000		396.72	19.84	INDIRECTO	Gastos gene	GENERAL	ZD
O01-MO.1070.5	Fotocheck	hd	0.0312	0.0500		396.72	1 713.84	INDIRECTO	Material	GENERAL	ZE
O01-MO.1070.6	EPP's	hd	0.0312	4.3200		396.72	357.05	INDIRECTO	Gastos gene	GENERAL	ZD
O01-MO.1070.7	Exámenes médicos	hd	0.0312	0.9000		396.72	571.28	INDIRECTO	Gastos gene	GENERAL	ZD
O01-MO.1070.8	Agua de beber	hd	0.0312	1.4400		396.72	1 329.02	DIRECTO	Material	01	EEC
O01-MO.1070.1f	Herramientas menores	hd	0.0312	3.3500		396.72					
<b>TOTAL MANO DE OBRA (US\$)</b>					<b>6.75</b>						
<b>MAQUINARIA</b>											
E-HERR2	Herramientas menores	hd	0.0779	11.4700	0.89	990.65	11 362.80	DIRECTO	Material	01	EEC
E02-EQ.015	Compresor 850 - 1,000 cfm	hm	0.0670	13.5500	0.91	852.04	11 545.13	DIRECTO	Maquinaria	01	EEC
E02-EQ.039ARR	Elvador de plataforma-arr	hm	0.0233	23.0000	0.54	296.31	6 815.04	DIRECTO	Maquinaria	01	EEC
E02-EQ.032P	Generador de 750 kw -posesion	mes	0.0002	3 215.0000	0.61	2.42	7 768.18	DIRECTO	Maquinaria	01	EEC
E02-EQ.032	Generador de 750 kw -operación	hm	0.1364	16.5300	2.25	1 734.60	28 672.92	DIRECTO	Maquinaria	01	EEC
E02-EQ.017	Bomba de inyeccion	mes	0.0017	700.0000	1.16	20.98	14 688.14	DIRECTO	Maquinaria	01	EEC
<b>TOTAL MAQUINARIA (US\$)</b>					<b>6.36</b>						
<b>PRECIO UNITARIO (US\$)</b>					<b>52.81</b>						
<b>TOTAL PARTIDA (US\$)</b>					<b>671 633.09</b>	<b>TOTAL (US\$) 671 633.09</b>					

Figura 8. Desagregado de recursos

Fuente: Elaboración propia

5. Finalmente obtener el presupuesto por fase:

Tabla 15. Presupuesto por fase

Fuente: Elaboración propia

Frente	Fase	Rubro	Descripción	Und	Cantidad Total	Costo Parcial US\$			
01	EEC	Mano de obra	Ayudante Minero	hd	396.72	24 215.95			
			Capataz de guardia	hd	198.39	14 614.32			
			Maestro Minero	hd	396.39	28 344.20			
		Maquinaria	Compresor 850 - 1,000 cfm	hm	852.04	11 545.13			
			Elevador de plataforma-arr	hm	296.31	6 815.04			
			Generador de 750 kw-posesion	mes	2.42	7 768.18			
			Generador de 750 kw-operación	hm	1 734.60	28 672.92			
			Bomba de inyeccion	mes	20.98	14 688.14			
		Material	Acero de perforacion jumbo	mper	39 295.53	43 225.08			
			Aditivo intraplast	bls	6 676.43	15 212.23			
			Aditivo sikament 306	lt	2 937.63	8 945.07			
			Cemento	bls	6 676.43	53 544.93			
			Fungibles herramientas	hm	852.04	8 886.77			
			Herramientas menores	hd	1 982.15	14 245.67			
			Mangueras y coplas	glb	381.51	1 542.25			
			Materiales varios	glb	15 694.05	15 694.05			
			Pernos helicoidal, d=22 mm, l=3 m (inc.	un	13 098.51	239 722.38			
			Petroleo	gal	25 039.77	118 187.73			
			GENERA	ZD	Gastos generales dire	Agua de beber	hd	991.50	1 427.76
						Exámenes médicos	hd	991.50	892.35
Fotocheck	hd	991.50				49.57			
Movilización a obra (i/v) x Tacna - Local	hd	991.50				6 403.31			
Servicio de limpieza y lavandería	hd	991.50				2 706.79			
ZE	Material	EPP's				hd	991.50	4 283.27	
		<b>Total general</b>					<b>122 480.86</b>	<b>671 633.09</b>	

6. Siguiendo la misma secuencia se realizó la elaboración del presupuesto descompuesto en todas las partidas, el detalle se puede ver en el anexo 2.

### 4.3.3 ELABORACIÓN DE PROYECCIONES DEL RESULTADO OPERATIVO CERO

1. Una vez generado el presupuesto por fases se tiene que distribuir el mismo en el tiempo. para lo cual partiremos de la cantidad de metros lineales a ejecutar por cada mes:

Tabla 16. Planeamiento de ejecución de túnel

Fuente: Elaboración propia

Actividad	Longitud de tramo (ml)	Rendimiento (m/mes)	2013		2014				SALDO 2014	EJERCICIO 2015	Total (m)
			Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr			
			M1	M2	M3	M4	M5	M6			
<b>TÚNEL PRINCIPAL</b>	3415.96										
Tramo 1	55.90	140	55.90								55.90
Tramo 2	185.30	149	60.00	125.30							185.30
Tramo 3	1031.06	168		15.72	168.00	157.00	168.00	157.00	365.34	-	1 031.06
Tramo 4	82.50	84							82.50	-	82.50
Tramo 5	411.50	162							411.50	-	411.50
Tramo 6	876.80	174							332.75	544.05	876.80
Tramo 7	596.50	136							-	596.50	596.50
Tramo 8	176.40	106							-	176.40	176.40
<b>ESTOCADAS</b>											
Estocadas cada 250m	143.00	80		11		11		11	55.00	55.00	143.00
<b>ML EXCAVACION (CON ESTOCADAS)</b>		3 559	115.90	152.02	168.00	168.00	168.00	168.00	1 247.08	1 371.95	3 558.96
<b>AVANCE POR MES ml a excavar TÚNEL</b>			115.90	141.02	168.00	157.00	168.00	157.00	1 192.08	1 316.95	3 415.96
<b>AVANCE ACUMULADO ml a excavar TÚNEL</b>			115.90	256.92	424.92	581.92	749.92	906.92	2 099.01	3 415.96	

2. Con estas cantidades por cada tramo y la geología podemos obtener los metros a excavar por tipo de roca en cada mes:

Tabla 17. Distribución de ml por tipo de roca y por mes

Fuente: Elaboración propia

Avances por Tipo Roca	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Saldo 2014	2015	Total (m)
Rx I	5.59	1.57	16.80	15.70	16.80	15.70	110.96	54.41	469.46
Rx II	9.00	21.94	33.60	31.40	33.60	31.40	362.57	345.74	1 729.49
Rx III	43.36	50.93	75.60	70.65	75.60	70.65	404.31	404.65	2 348.14
Rx IV	46.57	60.32	42.00	39.25	42.00	39.25	252.42	378.84	1 754.71
Rx V	11.39	6.27	-	-	-	-	49.45	112.57	347.95
Rx VI A	-	-	-	-	-	-	12.38	20.75	66.25
ESTOCADA	-	11.00	-	11.00	-	11.00	55.00	55.00	286.00

3. Conociendo los metros lineales de excavación por cada tipo de roca y utilizando los planos de fortificación obtendremos las cantidades a ejecutar por cada partida.

Tabla 18. Cantidades por partida

Fuente: Elaboración propia

EXCAVACIONES SUBTERRANEAS TÚNE	M1	M2	M3	M4	M5	M6	SALDO 2014	2015	TOTAL
Rx I	126.56	35.60	380.37	355.46	380.37	355.46	2 512.21	1 340.83	5 486.87
Rx II	203.77	496.73	760.74	710.93	760.74	710.93	8 208.85	8 227.05	20 079.74
Rx III	981.71	1 153.11	1 711.66	1 599.59	1 711.66	1 599.59	9 154.06	9 712.03	27 623.40
Rx IV	1 054.28	1 365.60	950.92	888.66	950.92	888.66	5 715.08	8 991.55	20 805.67
Rx V	257.77	141.85	-	-	-	-	1 119.60	2 631.79	4 151.00
Rx VI A	-	-	-	-	-	-	280.18	484.82	765.00
ESTOCADA	-	243.46	-	243.46	-	243.46	1 217.30	1 217.32	3 165.00
<b>SOSTENIMIENTO EN ROCA EN TÚNEL</b>									
<b>Pernos</b>									
Pernos Sellados, D=22 mm, L=3 m	489.00	587.00	538.00	503.00	538.00	503.00	3 996.00	5 560.00	12 714.00
Pernos de Fibra de Vidrio, D=25 mm, L=3 m							100.00	-	100.00
PERNOS SELLADOS, D=22 mm, L=3 m -	-	98.00	-	98.00	-	98.00	490.00	488.00	1 272.00
<b>Marchiavantis</b>									
Marchiavantis, D=32 mm, L=4 m	28.01	28.01	28.01	15.96			-	-	100.00
<b>Concreto Lanzado (Shotcrete)</b>									
Concreto Lanzado (e=5.0 cm)	-						-	-	
Concreto Lanzado con Fibra Plástica (e	1 422.45	1 798.21	1 949.72	1 822.06	1 949.72	1 822.06	13 941.12	12 640.72	37 346.07
Capa Adicional de Concreto Lanzado	-						-	-	-
Capa Adicional de Concreto Lanzado co	44.70	46.97	27.08	25.31	27.08	25.31	180.76	196.65	573.85
Concreto Lanzado con fibra Nichos	-	27.28	-	12.72			-	-	40.00
<b>Malla de Alambre Soldado</b>									
Malla de Alambre 150x150x6 mm	-						-	-	-
<b>Marcos Reticulados</b>									
Marcos Reticulados de Acero	-	-	-	-	-	-	3 281.00	5 354.00	8 635.00
Marcos Reticulados Galvanizados en Caliente							860.00	-	860.00
<b>Equipamiento</b>									
Barbacana PVC 2"	324.00	394.00	470.00	440.00	470.00	440.00	3 324.00	3 534.00	9 396.00
Drenes -Perforación y PVC D= 2" ranur	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	240.00	380.00	800.00

4. Valorizando las cantidades obtendremos la proyección de la venta para el resultado operativo inicial.

Tabla 19. Proyección de venta del resultado operativo inicial

Fuente: Elaboración propia

DESCRIPCIÓN	PROYECCION								TOTAL OBRA
	nov-13	dic-13	ene-14	feb-14	mar-14	abr-14	Saldo 2014	Ejer. Sgtes.	ACTUAL
	2013	2013	2014	2014	2014	2014	2014	2015	
<b>VENTA</b>									
CONTRACTUAL	1 369 540	1 545 389	1 532 329	1 552 749	1 366 579	1 409 751	10 933 532	12 985 624	32 695 493
ADICIONALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0
REAJUSTES	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TERCEROS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL VENTA US \$</b>	<b>1 369 540</b>	<b>1 545 389</b>	<b>1 532 329</b>	<b>1 552 749</b>	<b>1 366 579</b>	<b>1 409 751</b>	<b>10 933 532</b>	<b>12 985 624</b>	<b>32 695 493</b>
EXCESO / DEFECTO	(15 974)	(17 914)	19 696	10 924	11 983	(3 703)	81 538	(86 549)	0
<b>TOTAL VENTA APLICADA US \$</b>	<b>1 353 566</b>	<b>1 527 475</b>	<b>1 552 025</b>	<b>1 563 673</b>	<b>1 378 562</b>	<b>1 406 048</b>	<b>11 015 069</b>	<b>12 899 075</b>	<b>32 695 493</b>

5. Luego para realizar las proyecciones de costo debemos realizar un cronograma de las fases con porcentajes:

Tabla 20. Cronograma de ejecución por fases

Fuente: Elaboración propia

FASE	DESCRIPCIÓN	nov-13	dic-13	ene-14	feb-14	mar-14	abr-14	SALDO 2014	AÑO 2015	TOTAL
EG	SERVICIOS AUXILIARES (INSTALACION DE FAENAS)	5%	4%	6%	5%	3%	5%	36%	36%	100%
AHN	MOVILIZACION & DESMOVILIZACION	10%			8%				82%	100%
01EAB	PERFORACIÓN	3%	4%	5%	5%	5%	5%	34%	40%	100%
01ECC	EXPLOSIVOS Y VOLADURA	3%	4%	5%	5%	5%	5%	34%	40%	100%
01EDE	LIMPIEZA (Y TRANSPORTE)	3%	4%	5%	5%	5%	5%	34%	40%	100%
01EE	MISCELANEOS SOSTENIMIENTO	28%	28%	28%	16%					100%
01EEA	CONCRETO LANZADO (SHOTCRETE)	5%	7%	5%	5%	5%	5%	35%	33%	100%
01EEC	PERNOS	3%	5%	4%	4%	4%	4%	33%	43%	100%
01EED	CIMBRAS							44%	56%	100%
01EGA	DRENES	3%	4%	5%	5%	5%	5%	35%	39%	100%
ZD	SUPERVISIÓN, GASTOS GENERALES E INDIRECTOS	4%	4%	4%	4%	4%	4%	33%	42%	100%
ZE	SEGURIDAD	3%	4%	4%	4%	4%	4%	34%	41%	100%
ZF	TALLER Y EQUIPOS	3%	4%	4%	5%	4%	5%	35%	40%	100%
AI	CAMPAMENTO	25%	25%	25%	25%	0%	0%	0%	0%	100%

6. Teniendo el costo descompuesto por fases y el cronograma se genera la proyección de costo para el resultado operativo inicial, a modo de ejemplo mostramos la proyección del costo de mano de obra de la fase 01EEC pernos:

Tabla 21. Proyección de costo de mano de obra en la fase Pernos

Fuente: Elaboración propia

DESCRIPCIÓN	TIPO	UND	TOTAL PRESUP	PROYECCIÓN							Saldo 2014	Ejer. Sgtes	ACTUAL
				nov-13	dic-13	ene-14	feb-14	mar-14	abr-14				
<b>01EEC: PERNOS</b>				3.5%	4.9%	3.8%	4.3%	3.8%	4.3%	32.6%	42.9%		
CANTIDAD DEL PROCESO	Cant	Und	14 089.00	489.00	688.00	538.00	601.00	538.00	601.00	4 586.00	6 048.00	14 089.00	
				0.03	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.33	0.43		
<b>1. COSTO DIRECTO</b>													
<b>MANO DE OBRA</b>													
Personal Obrero - Construcción Civil	Cant	HH	10 976.39	380.97	536.00	419.14	468.22	419.14	468.22	3 572.84	4 711.85	10 976.39	
	Precio	US \$	6.78	6.78	6.78	6.78	6.78	6.78	6.78	6.78	6.78	6.78	
	Costo	US \$	74 366.85	2 581.12	3 631.51	2 839.76	3 172.30	2 839.76	3 172.30	24 206.57	31 923.54	74 366.85	
	Raño	HH/Und	0.7791	0.7791	0.7791	0.7791	0.7791	0.7791	0.7791	0.7791	0.7791	0.7791	
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	Costo	US \$	74 366.85	2 581.12	3 631.51	2 839.76	3 172.30	2 839.76	3 172.30	24 206.57	31 923.54	74 366.85	

7. Se realiza el mismo procedimiento para cada una de las fases, para luego acumularlos por rubros y realizar el resumen de la Línea Base del Costo, el resultado operativo inicial de la obra del túnel de desvío del río Asana se muestra a continuación:

Tabla 22. Resultado Operativo Inicial

Fuente: Elaboración propia

DESCRIPCIÓN	P R O Y E C C I O N								TOTAL OBRA
	nov-13	dic-13	ene-14	feb-14	mar-14	abr-14	Saldo 2014	Ejer. Sgtes.	ACTUAL
	2013	2013	2014	2014	2014	2014	2014	2015	
<b>VENTA</b>									
CONTRACTUAL	1 369 540	1 545 389	1 532 329	1 552 749	1 366 579	1 409 751	10 933 532	12 985 624	32 695 493
ADICIONALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0
REAJUSTES	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TERCEROS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL VENTA US \$</b>	<b>1 369 540</b>	<b>1 545 389</b>	<b>1 532 329</b>	<b>1 552 749</b>	<b>1 366 579</b>	<b>1 409 751</b>	<b>10 933 532</b>	<b>12 985 624</b>	<b>32 695 493</b>
EXCESO / DEFECTO	(15 974)	(17 914)	19 696	10 924	11 983	(3 703)	81 538	(86 549)	0
<b>TOTAL VENTA APLICADA US \$</b>	<b>1 353 566</b>	<b>1 527 475</b>	<b>1 552 025</b>	<b>1 563 673</b>	<b>1 378 562</b>	<b>1 406 048</b>	<b>11 015 069</b>	<b>12 899 075</b>	<b>32 695 493</b>
<b>COSTO</b>									
<b>DIRECTO</b>									
MANO DE OBRA	93 140	109 101	120 490	118 634	108 607	113 667	855 063	965 526	2 484 229
MATERIALES	301 049	381 090	378 258	375 029	351 670	359 567	2 890 803	3 131 338	8 168 805
EQUIPOS Y VEHÍCULOS	153 878	178 380	188 038	196 469	178 370	181 144	1 352 479	1 608 831	4 037 588
SUBCONTRATOS	29 898	36 534	33 224	32 310	28 200	29 374	221 406	213 447	624 395
<b>TOTAL COSTO DIRECTO US \$</b>	<b>577 965</b>	<b>705 106</b>	<b>720 010</b>	<b>722 442</b>	<b>666 847</b>	<b>683 753</b>	<b>5 319 752</b>	<b>5 919 142</b>	<b>15 315 016</b>
<b>INDIRECTO</b>									
MANO DE OBRA	3 345	3 404	3 402	3 411	3 402	3 410	27 187	33 892	81 452
MATERIALES	21 761	23 836	23 901	23 865	23 892	23 748	188 403	232 785	562 190
EQUIPOS Y VEHÍCULOS	28 350	28 849	45 370	45 450	45 369	45 437	362 736	452 643	1 054 205
SUBCONTRATOS	140 728	160 306	157 509	165 149	54 112	61 752	439 857	502 408	1 681 821
SUPERVISIÓN	254 438	254 438	254 438	254 438	254 438	254 438	2 035 500	2 544 376	6 106 501
GASTOS GENERALES	195 196	202 821	196 289	196 678	196 284	196 617	1 569 203	1 957 970	4 711 059
<b>TOTAL COSTO INDIRECTO US \$</b>	<b>643 817</b>	<b>673 654</b>	<b>680 909</b>	<b>688 991</b>	<b>577 497</b>	<b>585 402</b>	<b>4 622 886</b>	<b>5 724 074</b>	<b>14 197 229</b>
<b>TOTAL COSTO US \$</b>	<b>1 221 782</b>	<b>1 378 760</b>	<b>1 400 919</b>	<b>1 411 433</b>	<b>1 244 344</b>	<b>1 269 154</b>	<b>9 942 637</b>	<b>11 643 216</b>	<b>29 512 245</b>
<b>MARGEN</b>									
MARGEN REAL US \$	147 758	166 630	131 410	141 316	122 234	140 596	990 894	1 342 409	3 183 248
% MARGEN REAL	10.79%	10.78%	8.58%	9.10%	8.94%	9.97%	9.06%	10.34%	9.74%
MARGEN APLICADO US \$	131 784	148 716	151 106	152 240	134 217	136 893	1 072 432	1 255 860	3 183 248
% MARGEN APLICADO	9.74%	9.74%	9.74%	9.74%	9.74%	9.74%	9.74%	9.74%	9.74%

8. De esta línea base de costo podemos determinar los ratios y costos unitarios meta de las actividades de control, tal como podemos ver en el cuadro:

Tabla 23. Ratios unitarios iniciales por fase

Fuente: Elaboración propia

FASE	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	COSTO (US\$)	COSTO UNITARIO (US\$)
<b>G-10</b>	<b>COSTOS INDIRECTOS</b>		<b>24</b>	<b>13 783 642</b>	<b>574 318.40</b>
ZD-SUP	SUPERVISIÓN (ADMINISTRACIÓN)	mes	24	6 106 501	254 437.56
ZD-CI	COSTOS INDIRECTOS VARIOS	Glb	1	6 212 149	6 212 148.64
ZE	SEGURIDAD	Glb	1	196 757	196 757.43
ZF	TALLER Y EQUIPOS	Glb	1	1 268 234	1 268 234.26
<b>G-20</b>	<b>PRELIMINARES</b>		<b>1</b>	<b>3 008 851</b>	<b>3 008 851.29</b>
AHN	MOVILIZACIÓN	Glb	1	160 174	160 174.21
AI	CAMPAMENTOS Y FACILIDADES TEMPORALES	Glb	1	413 587	413 587.15
EG	SERVICIOS AUXILIARES (INSTALACIÓN DE FAENAS)	Glb	1	2 435 090	2 435 089.93
<b>G-30</b>	<b>EXCAVACIONES SUBTERRANEAS</b>		<b>82 098</b>	<b>7 853 645</b>	<b>95.66</b>
1EAB	PERFORACIÓN	m3	82 098	4 646 193	56.59
1ECC	EXPLOSIVOS Y VOLADURA	m3	82 098	1 201 694	14.64
1EDE	LIMPIEZA (Y TRANSPORTE)	m3	82 098	2 005 758	24.43
<b>G-40</b>	<b>MISCELANEOS SOSTENIMIENTO</b>		<b>100</b>	<b>311</b>	<b>3.11</b>
1EE	MARCHAVANTES	Kg	100	311	3.11
<b>G-50</b>	<b>CONCRETO LANZADO (SHOTCRETE)</b>		<b>2 482</b>	<b>3 406 330</b>	<b>1 372.50</b>
1EEA	CONCRETO LANZADO (SHOTCRETE)	m3	2 482	3 406 330	1 372.50
<b>G-60</b>	<b>PERNOS</b>		<b>14 089</b>	<b>727 308</b>	<b>51.62</b>
1EEC	PERNOS SELLADOS	Und	14 089	727 308	51.62
<b>G-70</b>	<b>CIMBRAS</b>		<b>9 495</b>	<b>55 793</b>	<b>5.88</b>
1EED	CIMBRAS (MARCOS RETICULADOS)	Kg	9 495	55 793	5.88
<b>G-80</b>	<b>DRENES</b>		<b>10 200</b>	<b>676 367</b>	<b>66.31</b>
1EGA	BARBACANAS	ml	10 200	676 367	66.31
<b>TOTAL</b>				<b>29 512 245</b>	

#### 4.4 ELABORACIÓN DEL RESULTADO OPERATIVO MENSUAL

Se ha realizado el control durante los meses de noviembre 2013, diciembre 2013, enero 2014 y febrero 2014.

##### 4.4.1 CÁLCULO DE VENTA

La venta del mes es la valoración de la producción realizada en el mes, cuando realizamos este reporte debemos determinar la venta del mes, la venta acumulada, la proyección a seis meses, el saldo del ejercicio actual, ejercicios siguientes y el total de obra actual; todo esto sin incluir I.G.V. Disgregando en cada caso la venta contractual, venta por adicionales, venta por reajustes (Actualización de precio por medio de la fórmula polinómica), y la venta a terceros (descuento a proveedores o venta de recursos que no sea el cliente principal).

##### Documentos necesarios para determinar la venta del Resultado Operativo

- Presupuesto oferta referencial.
- Contrato de ejecución de obra.
- Valorización mensual de obra.
- Presupuesto de adicionales, con nuevos precios unitarios aprobados por el cliente.
- Facturación a terceros.

##### Determinación de la venta contractual

- 1) Partimos determinando las cantidades reales ejecutadas por cada partida:

Tabla 24. Cantidades reales ejecutadas

Fuente: Elaboración propia

Ítem	Fase	Descripción	Unidad	2013		2014		ACUM.
				Nov	Dic	Ene	Feb	
				M1	M2	M3	M4	
		<b>PARTIDAS A SUMA ALZADA DE LA OBRA</b>						
A-01.01	EG	Instalación de Faena	glb		0.97	0.03		1.00
A-02	AHN	Movilización	glb	0.55	0.42	0.03		1.00
A-03	AHN	Desmovilización	glb					0.00
A-03B	EG	Sub Estaciones Electrica	un			1.00		1.00
A-03C	EG	Ventiladores	glb					
A-04	ZD	Gastos Generales Directos	mes	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00
A-05	ZD	Gastos Generales Indirectos	mes	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00
A-06	UTI	Utilidades	glb	0.04	0.04	0.04	0.04	0.17
A-07	ZD	Costos Boletas de Garantia Bancaria Fiel Cum	glb	0.04	0.04	0.04	0.04	0.17
A-08	ZD	Costos Boletas de Garantia Bancaria por Trab	glb	0.04	0.04	0.04	0.04	0.17
<b>TOTAL PARTE I</b>			<b>US\$</b>					
		<b>PARTIDAS A PRECIOS UNITARIOS</b>						
B-01		<b>TUNEL DE DESVIO PRINCIPAL</b>						
B-01.04		<b>EXCAVACIONES SUBTERRANEAS TUNEL PRINCIPAL ACOPIA HASTA 2 KM. DEL PORTAL</b>						
B-01.04.01	1EAB	Excavación en Roca Tipo 1	m3			0.00	0.00	0.00
B-01.04.02	1EAB	Excavación en Roca Tipo 2	m3		127.92	0.00	0.00	127.92
B-01.04.03	1EAB	Excavación en Roca Tipo 3	m3		352.07	72.45	0.00	424.52
B-01.04.04	1EAB	Excavación en Roca Tipo 4	m3	439.24	550.18	785.64	1 258.84	3 033.89
B-01.04.05	1EAB	Excavación en Roca Tipo 5	m3	97.36	33.96	153.96	507.16	792.44
B-01.04.06	1EAB	Excavación en Roca Tipo 6	m3					
B-01.04.07	1EAB	Excavación Subteranea Estocadas	m3				332.71	332.71
B-01.04.08	1EAB	Excavación Adicional Sostenimiento Tipo 6A	m3	421.59	325.77	337.75	249.12	1 334.24
B-01.05		<b>SOSTENIMIENTO EN ROCA EN TUNEL PRINCIPAL Y TUNEL SECUNDARIO</b>						
B-01.05.01		<b>Pernos</b>						
B-01.05.02	1EEC	Pernos Sellados, D=22 mm, L=3 m	u	284.00	299.00	353.00	600.00	1 536.00
B-01.05.03	1EEC	Pernos de Fibra de Vidrio, D=25 mm, L=3 m	u					
B-01.05.05	1EEC	PERNOS SELLADOS, D=22 mm, L=3 m - Nicho					107.00	107.00
B-01.05.06		<b>Marchiavantis</b>						
B-01.05.08	1EE	Marchiavantis, D=32 mm, L=4 m	Kg	1 120.50	2 437.09	2 717.21	448.20	6 723.00
B-01.05.09		<b>Concreto Lanzado (Shotcrete)</b>						
B-01.05.10	1EEA	Concreto Lanzado sin fibra(e=5.0 cm)	m2	271.30	180.87	146.29	119.69	718.15
B-01.05.11	1EEA	Concreto Lanzado con Fibra Plástica (e=5.0 cm)	m2	307.74	610.30	620.68	1 031.01	2 569.73
B-01.05.12	1EEA	Capa Adicional de Concreto Lanzado (e=10 cm)	m3	55.86	36.17	29.26	23.94	145.23
B-01.05.13	1EEA	Capa Adicional de Concreto Lanzado con Fibra	m3	24.28	23.71	44.27	89.14	181.40
B-01.05.14	1EEA	Concreto Lanzado con fibra Nichos	m3				32.13	32.13
B-01.05.17		<b>Malla de Alambre Soldado</b>						
B-01.05.18	Y	Malla de Alambre 150x150x6 mm	m2	542.60	361.73	435.41	410.78	1 750.52
B-01.05.20		<b>Marcos Reticulados</b>						
B-01.05.21	1EED	Marcos Reticulados de Acero	Kg	1 170.00	3 705.00	2 340.00	2 145.00	9 360.00
B-01.05.22	1EED	Marcos Reticulados Galvanizados en Caliente	Kg	2 730.00		0.00	0.00	2 730.00
B-01.10		<b>Equipamiento</b>						
B-01.10.03	1EGA	Barbacana PVC 2"	m		88.00		48.50	136.50
B-01.10.04	1EGA	Drenes -Perforación y PVC D= 2" ranurad	m					
B-04.04	Y	Perforación de Reconocimiento	mpef	54.00	30.00	90.00	109.00	283.00
<b>SUBTOTAL B-01</b>			<b>US\$</b>					
<b>TOTAL PARTE II</b>			<b>US\$</b>					
		<b>COSTOS REEMBOLSABLES</b>						
B-10.1	AI	Campamento, oficinas, mantención y Catering	mes	0.38	0.32	0.20	0.32	1.22
B-10.2	ZD	Alimentación del Personal	HD	3 460.16	3 601.39	3 311.93	2 978.48	13 351.95
B-10.3	EG	Refugio Minero	un					
<b>TOTAL PARTIDAS REEMBOLSABLES</b>			<b>US\$</b>					

2) Luego procedemos a realizar la valorización de estas cantidades obteniéndose lo siguiente:

Tabla 25. Valorización de cantidades reales ejecutadas

Fuente: Elaboración propia

Ítem	Fase	Descripción	Unidad	2013		2014		ACUMULADO
				Nov	Dic	Ene	Feb	
				M1	M2	M3	M4	
A		<b>PARTIDAS A SUMA ALZADA DE LA OBRA</b>						
A-01.01	EG	Instalación de Faena	glb	0.00	59 969.28	1 854.72	0.00	61 824.00
A-02	AHN	Movilización	glb	16 261.85	12 418.14	887.01	0.00	29 567.00
A-03	AHN	Desmovilización	glb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A-03B	EG	Sub Estaciones Electrica	un	0.00	0.00	45 330.00	0.00	45 330.00
A-03C	EG	Ventiladores	glb					
A-04	ZD	Gastos Generales Directos	mes	349 316.80	349 316.80	349 316.80	349 316.81	1 397 267.21
A-05	ZD	Gastos Generales Indirectos	mes	57 151.30	57 151.30	57 151.30	57 151.30	228 605.20
A-06	UTI	Utilidades	glb	138 599.12	138 599.12	138 599.12	138 599.12	554 396.48
A-07	ZD	Costos Boletas de Garantía Bancaria Fiel Cum	glb	5 239.09	5 239.09	5 239.09	5 239.09	20 956.36
A-08	ZD	Costos Boletas de Garantía Bancaria por Trabi	glb	10 478.19	10 478.19	10 478.19	10 478.19	41 912.76
		<b>TOTAL PARTE I</b>	<b>US\$</b>					
B		<b>PARTIDAS A PRECIOS UNITARIOS</b>						
B-01		<b>TUNEL DE DESVIO PRINCIPAL</b>						
B-01.04		<b>EXCAVACIONES SUBTERRANEAS TUNEL PRINCIPAL ACOPIA HASTA 2 KM. DEL PORTAL</b>						
B-01.04.01	1EAB	Excavación en Roca Tipo 1	m3					0.00
B-01.04.02	1EAB	Excavación en Roca Tipo 2	m3	0.00	16 867.30	0.00	0.00	16 867.30
B-01.04.03	1EAB	Excavación en Roca Tipo 3	m3	0.00	47 025.27	9 677.22	0.00	56 702.49
B-01.04.04	1EAB	Excavación en Roca Tipo 4	m3	62 537.50	78 333.05	111 858.31	179 231.19	431 960.05
B-01.04.05	1EAB	Excavación en Roca Tipo 5	m3	17 038.94	5 943.81	26 945.31	88 761.03	138 689.09
B-01.04.06	1EAB	Excavación en Roca Tipo 6	m3					
B-01.04.07	1EAB	Excavación Subterránea Estocadas	m3	0.00	0.00	0.00	68 849.47	68 849.47
B-01.04.08	1EAB	Excavación Adicional Sostenimiento Tipo 6A	m3	149 749.33	115 715.39	119 969.63	88 488.24	473 922.59
B-01.05		<b>SOSTENIMIENTO EN ROCA EN TUNEL PRINCIPAL Y TUNEL SECUNDARIO</b>						
B-01.05.01		<b>Pernos</b>						
B-01.05.02	1EEC	Pernos Sellados, D=22 mm, L=3 m	u	14 999.11	15 791.32	18 643.27	31 688.28	81 121.98
B-01.05.03	1EEC	Pernos de Fibra de Vidrio, D=25 mm, L=3 m	u					
B-01.05.05	1EEC	PERNOS SELLADOS, D=22 mm, L=3 m - Nicho		0.00	0.00	0.00	5 651.07	5 651.07
B-01.05.06		<b>Marchiavantis</b>						
B-01.05.08	1EE	Marchiavantis, D=32 mm, L=4 m	Kg	3 547.27	7 715.33	8 602.14	1 418.91	21 283.65
B-01.05.09		<b>Concreto Lanzado (Shotcrete)</b>						
B-01.05.10	1EEA	Concreto Lanzado sin fibra(e=5.0 cm)	m2	18 904.97	12 603.31	10 193.85	8 340.42	50 042.55
B-01.05.11	1EEA	Concreto Lanzado con Fibra Plástica (e=5.0 cm)	m2	21 822.87	43 277.42	44 014.05	73 111.21	182 225.55
B-01.05.12	1EEA	Capa Adicional de Concreto Lanzado (e=10 cm)	m3	72 969.35	47 256.34	38 222.04	31 272.57	189 720.30
B-01.05.13	1EEA	Capa Adicional de Concreto Lanzado con Fibra	m3	32 246.73	31 500.05	58 810.34	118 405.96	240 963.08
B-01.05.14	1EEA	Concreto Lanzado con fibra Nichos	m3	0.00	0.00	0.00	42 969.75	42 969.75
B-01.05.17		<b>Malla de Alambre Soldado</b>						
B-01.05.18	Y	Malla de Alambre 150x150x6 mm	m2	11 515.59	7 676.99	9 240.70	8 717.98	37 151.26
B-01.05.20		<b>Marcos Reticulados</b>						
B-01.05.21	1EED	Marcos Reticulados de Acero	Kg	7 215.97	22 850.58	14 431.95	13 229.28	57 727.78
B-01.05.22	1EED	Marcos Reticulados Galvanizados en Caliente	Kg	17 907.43	0.00	0.00	0.00	17 907.43
B-01.10		<b>Equipamiento</b>						
B-01.10.03	1EGA	Barbacana PVC 2"	m	0.00	6 002.52	0.00	3 308.20	9 310.72
B-01.10.04	1EGA	Drenes -Perforación y PVC D= 2" ranurad	m					
B-04.04	Y	Perforación de Reconocimiento	mpef	2 438.53	1 354.74	4 064.22	4 922.22	12 779.71
		<b>SUBTOTAL B-01</b>	<b>US\$</b>					
		<b>TOTAL PARTE II</b>	<b>US\$</b>					
B-10		<b>COSTOS REEMBOLSABLES</b>						
B-10.1	AI	Campamento, oficinas, mantención y Catering	mes	159 021.13	132 876.58	82 577.57	130 766.80	505 242.08
B-10.2	ZD	Alimentación del Personal	HD	58 338.23	60 719.39	55 839.06	50 217.11	225 113.79
B-10.3	EG	Refugio Minero	un					
		<b>TOTAL PARTIDAS REEMBOLSABLES</b>	<b>US\$</b>					
		<b>TOTAL PARTIDAS (PARTE I + PARTE II) (SIN I.G.V.)</b>	<b>US\$</b>	<b>1 227 299.30</b>	<b>1 286 681.31</b>	<b>1 221 945.89</b>	<b>1 510 134.20</b>	<b>5 246 060.70</b>

3) Asignando a cada partida una fase determinamos la venta por fase:

Tabla 26. Venta por fase

Fuente: Elaboración propia

FASE	DESCRIPCIÓN	nov-13	dic-13	ene-14	feb-14	ACUMULADO
EG	SERVICIOS AUXILIARES (INSTALACION DE FAENA)	20 999.55	90 470.28	76 802.81	45 716.37	233 989.00
AHN	MOVILIZACION & DESMOVILIZACION	16 261.85	12 418.14	887.01	-	29 567.00
EAB	PERFORACIÓN	92 823.28	104 977.75	107 309.31	182 970.70	488 081.04
ECC	EXPLOSIVOS Y VOLADURA	19 115.07	24 257.95	24 072.47	36 360.37	103 805.86
EDE	LIMPIEZA (Y TRANSPORTE)	63 438.15	63 701.36	66 866.07	84 339.62	278 345.20
EE	MISCELANEOS SOSTENIMIENTO	3 485.03	7 579.95	8 451.19	1 394.01	20 910.19
EEA	CONCRETO LANZADO (SHOTCRETE)	143 362.72	132 283.98	148 592.93	269 302.59	693 542.21
EEC	PERNOS	14 647.35	15 420.98	18 206.04	36 463.65	84 738.02
EED	CIMBRAS	23 848.08	21 639.02	13 666.75	12 527.86	71 681.71
EGA	DRENES	-	5 701.17	-	3 142.12	8 843.30
ZD	SUPERVISIÓN, GASTOS GENERALES E INDIRECTOS	500 285.12	503 902.75	499 423.90	505 227.09	2 008 838.87
ZE	SEGURIDAD	4 298.28	4 356.78	4 428.30	6 181.62	19 264.97
ZF	TALLER Y EQUIPOS	13 593.25	19 743.65	19 172.13	43 928.02	96 437.06
UTI	UTILIDAD	138 599.13	138 599.13	138 599.13	138 599.13	554 396.52
Y	ADICIONALES	13 521.31	8 751.85	12 890.27	13 214.25	48 377.68
AI	CAMPAMENTO	159 021.13	132 876.58	82 577.57	130 766.80	505 242.08
<b>TOTAL</b>		<b>1 227 299.30</b>	<b>1 286 681.31</b>	<b>1 221 945.89</b>	<b>1 510 134.20</b>	<b>5 246 060.70</b>

### Proyecciones de venta

1. Para las proyecciones de cantidades en el caso de túneles tiene bastante incidencia la combinación de tipo de roca a considerar por cada tramo de excavación, un tipo de roca determina el sostenimiento a emplear, la metodología a utilizar y los recursos necesarios para realizar el trabajo.
2. Para determinar la combinación geológica (tipos de roca) se puede asumir una estimación que considere un porcentaje del estudio geológico inicial, las cantidades acumuladas de cada tipo de roca a la fecha, un nuevo estudio geológico, sondajes exploratorios realizados en los frentes de excavación, etc. Para esta tesis trabajamos con el estudio geológico establecido inicialmente.
3. Luego de obtenida la venta real acumulada, se debe realizar la proyección

hasta el final de obra, para esto debemos actualizar el planeamiento realizado en la línea base:

Tabla 27. Proyección de ml de túnel actualizado a febrero 2014

Fuente: Elaboración propia

Actividad	2013		2014								SALDO	EJERCICIO	Total (m)		
	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago					
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	2014	2015			
	REAL EJECUTADO				PROYECCIÓN										
<b>TÚNEL PRINCIPAL</b>															
Tramo 1	41.30	14.60											55.90		
Tramo 2		46.00	58.80	80.50									185.30		
Tramo 3				7.90	168.00	157.00	168.00	157.00	157.00	168.00	49.10	-	1 032.00		
Tramo 4											82.50	-	82.50		
Tramo 5											409.33	2.17	411.50		
Tramo 6											-	876.80	876.80		
Tramo 7											-	596.50	596.50		
Tramo 8											-	176.40	176.40		
<b>ESTOCADAS</b>															
Estocadas cada 250m				11		11		11	11		22.00	77.00	143.00		
<b>ML EXCAVACION (CON ESTOCADAS)</b>	41.30	60.60	58.80	99.40	168.00	168.00	168.00	168.00	168.00	168.00	562.93	1 728.86	3 559.90		
<b>AVANCE POR MES ml a excavar TÚNEL</b>	41.30	60.60	58.80	88.40	168.00	157.00	168.00	157.00	157.00	168.00	540.93	1 651.86	3 416.90		
<b>AVANCE ACUMULADO ml a excavar TÚNEL</b>	41.30	101.90	160.70	249.10	417.10	574.10	742.10	899.10	1 056.10	1 224.10	1 765.03	3 416.90			

4. Similar a lo realizado en la línea base con estas longitudes de metros de túnel por tramo y con la geología determinada en los estudios para cada tramo calculamos las cantidades por tipo de roca:

Tabla 28. Cantidades de ml por tipo de roca actualizado a febrero 2014

Fuente: Elaboración propia

Avances por Tipo Roca	REAL				PROYECCIÓN								Total (m)
	Nov	Dic	Ene	Feb	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Saldo 2014	2015	
Rx I					16.80	15.70	16.80	15.70	15.70	16.80	45.84	87.90	231.24
Rx II		5.65			33.60	31.40	33.60	31.40	31.40	33.60	165.46	479.60	845.71
Rx III		15.55	3.20		75.60	70.65	75.60	70.65	70.65	75.60	144.90	521.76	1 124.15
Rx IV	19.40	24.30	34.70	55.60	42.00	39.25	42.00	39.25	39.25	42.00	123.02	429.18	929.95
Rx V	4.30	1.50	6.80	22.40	-	-	-	-	-	-	49.34	112.68	197.02
Rx VI A	17.60	13.60	14.10	10.40	-	-	-	-	-	-	12.38	20.75	88.82
<b>ESTOCADA</b>	-	-	-	11.00	-	11.00	-	11.00	11.00	-	22.00	77.00	143.00

5. Luego determinamos las cantidades por partidas:

Tabla 29. Cantidades por partida actualizado a febrero 2014

Fuente: Elaboración propia

EXCAVACIONES SUBTERRANEAS TÚNEL	REAL				PROYECCIÓN						TOTAL		
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	SALDO 2014	2015	
Rx I	-	-	-	-	380.37	355.46	380.37	355.46	355.46	380.37	1 037.94	1 990.07	5 235.50
Rx II	-	127.92	-	-	760.74	710.93	760.74	710.93	710.93	760.74	3 746.20	10 858.58	19 147.69
Rx III	-	352.07	72.45	-	1 711.66	1 599.59	1 711.66	1 599.59	1 599.59	1 711.66	3 280.57	11 813.15	25 451.99
Rx IV	439.24	550.18	785.64	1 258.84	950.92	888.66	950.92	888.66	888.66	950.92	2 785.22	9 717.13	21 054.99
Rx V	97.36	33.96	153.96	507.16	-	-	-	-	-	-	1 117.14	2 551.15	4 460.72
Rx VI A	421.59	325.77	337.75	249.12	-	-	-	-	-	-	296.43	497.04	2 127.71
ESTOCADA	-	-	-	332.71	-	273.28	-	273.28	273.28	-	546.56	1 912.96	3 612.07
<b>SOSTENIMIENTO EN ROCA EN TÚNEL</b>													
<b>Pernos</b>													
Pernos Sellados, D=22 mm, L=3 m	284.00	299.00	353.00	600.00	538.00	503.00	538.00	503.00	503.00	538.00	2 006.00	6 161.00	12 826.00
Pernos de Fibra de Vidrio, D=25 mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00	-	100.00
PERNOS SELLADOS, D=22 mm, L=3 m	-	-	-	107.00	-	98.00	-	98.00	98.00	-	196.00	686.00	1 283.00
<b>Marchiavantis</b>													
Marchiavantis, D=32 mm, L=4 m	1 120.50	2 437.09	2 717.21	448.20	-	-	-	-	-	-	-	-	6 723.00
<b>Concreto Lanzado (Shotcrete)</b>													
Concreto Lanzado (e=5.0 cm)	271.30	180.87	146.29	119.69	-	-	-	-	-	-	164.58	275.95	1 158.67
Concreto Lanzado con Fibra Plástica	307.74	610.30	620.68	1 031.01	1 949.72	1 822.06	1 949.72	1 822.06	1 822.06	1 949.72	6 224.60	19 899.80	40 009.49
Capa Adicional de Concreto Lanzado	55.86	36.17	29.26	23.94	-	-	-	-	-	-	32.92	55.19	233.33
Capa Adicional de Concreto Lanzado	24.28	23.71	44.27	89.14	27.08	25.31	27.08	25.31	25.31	27.08	142.94	422.01	903.51
Concreto Lanzado con fibra Nichos	-	-	-	32.13	-	27.28	-	27.28	27.28	-	54.56	190.96	359.49
<b>Malla de Alambre Soldado</b>													
Malla de Alambre 150x150x6 mm	542.60	361.73	435.41	410.78	-	-	-	-	-	-	321.38	538.88	2 610.77
<b>Marcos Reticulados</b>													
Marcos Reticulados de Acero	1 170.00	3 705.00	2 340.00	2 145.00	-	-	-	-	-	-	2 413.00	4 046.00	15 819.00
Marcos Reticulados Galvanizados en	2 730.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2 730.00
<b>Equipamiento</b>													
Barbacana PVC 2"	-	88.00	-	48.50	470.00	440.00	470.00	440.00	440.00	470.00	1 504.00	4 608.00	8 978.50
Drenes -Perforación y PVC D=2" ran	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

6. Finalmente valorizando estas cantidades obtenemos la venta proyectada por mes, estos montos pueden diferir del monto contractual referencial, por causa de mayores metrados.

Tabla 30. Venta por fase actualizado a febrero 2014

Fuente: Elaboración propia

FASE	DESCRIPCIÓN	ACUMULADO	mar-14	abr-14	may-14	jun-14	jul-14	ago-14	SALDO 2014	AÑO 2015	TOTAL
EG	SERVICIOS AUXILIARES (INSTALAC	233 989.00	148 895.31	79 324.25	307 981.26	79 324.25	79 324.25	83 595.26	317 213.66	993 820.73	2 323 467.96
AHN	MOVILIZACION & DESMOVILIZACIO	29 567.00	-	-	-	-	-	-	-	130 607.21	160 174.21
EAB	PERFORACIÓN	488 081.04	197 348.31	218 609.12	197 348.31	218 609.12	218 609.12	197 348.31	751 747.74	2 012 163.82	4 499 864.90
ECC	EXPLOSIVOS Y VOLADURA	103 805.86	55 807.42	54 541.61	55 807.42	54 541.61	54 541.61	55 807.42	189 817.65	515 923.72	1 140 594.29
EDE	LIMPIEZA (Y TRANSPORTE)	278 345.20	88 381.94	84 881.04	88 381.94	84 881.04	84 881.04	88 381.94	333 901.38	849 883.57	1 981 919.08
EE	MISCELANEOS SOSTENIMIENTO	20 910.19	-	-	-	-	-	-	-	-	20 910.19
EEA	CONCRETO LANZADO (SHOTCRET	693 542.21	171 283.75	195 906.74	171 283.75	195 906.74	195 906.74	171 283.75	734 430.69	1 935 497.09	4 465 041.47
EEC	PERNOS	84 738.02	27 747.45	30 996.68	27 747.45	30 996.68	30 996.68	27 747.45	119 390.90	302 436.84	682 798.14
EED	CIMBRAS	71 681.71	-	-	-	-	-	-	14 093.11	14 472.74	100 247.56
EGA	DRENES	8 843.30	30 449.45	28 505.87	30 449.45	28 505.87	28 505.87	30 449.45	97 438.24	269 769.18	552 916.69
ZD	SUPERVISIÓN, GASTOS GENERAL	2 008 838.87	510 854.43	512 919.82	510 854.43	512 919.82	512 919.82	510 854.43	2 037 936.72	5 111 992.16	12 230 090.48
ZE	SEGURIDAD	19 264.97	5 966.65	6 028.83	5 966.65	6 028.83	6 028.83	5 966.65	23 103.70	60 699.72	139 054.84
ZF	TALLER Y EQUIPOS	96 437.06	54 112.18	63 122.17	54 112.18	63 122.17	63 122.17	54 112.18	199 542.77	555 785.16	1 203 468.05
UTI	UTILIDAD	554 396.52	138 599.13	138 599.13	138 599.13	138 599.13	138 599.13	138 599.13	554 396.52	1 385 991.29	3 326 379.09
Y	ADICIONALES	48 377.68	-	-	-	-	-	-	6 610.41	-	54 988.09
AI	CAMPAMENTO	505 242.08	-	-	-	-	-	-	-	-	505 242.08
<b>TOTAL</b>		<b>5 246 060.70</b>	<b>1 429 446.02</b>	<b>1 413 435.25</b>	<b>1 588 531.97</b>	<b>1 413 435.25</b>	<b>1 413 435.25</b>	<b>1 364 145.97</b>	<b>5 379 623.48</b>	<b>14 139 043.22</b>	<b>33 387 157.13</b>

### 4.4.2 CÁLCULO DE COSTOS DIRECTOS

- Al segundo mes del inicio de obra se procede a la actualización del costo, Primero se rota la planilla de la siguiente manera: la columna del Total obra actual (columna 15), se copia como valor en la columna del Total obra anterior (columna 16), la columna del acumulado actual (columna 6) se copia de igual forma en la columna del acumulado anterior (columna 18). Y la columna del primer mes previsto (columna 7) en la columna del previsto del mes (columna 4), ver siguiente gráfico:

**RESULTADO OPERATIVO POR FASE**

FASE	DESCRIPCIÓN	UND	PRESENTE MES		ACUM. ACTUAL	PROYECCIÓN								TOTAL OBRA			ACUMULADO ANTERIOR
			PREVISTO	REAL		Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Saldo 2014	Ejer. Sgtes.	ACTUAL	ANTERIOR	ORIGINAL	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)

Figura 9. Rotación en formato de resultado operativo

Fuente: Elaboración propia

- Al realizar la rotación, se debe verificar que los montos de las columnas 4, 1 y, 18 se hayan modificado; luego se procede a actualizar los costos en la columna 5.
- Se debe tener en cuenta, que sólo se modificarán por actualización de costos los montos correspondientes al presente mes y de las proyecciones. El monto del acumulado anterior (columna 18), previsto del mes (columna 4) se modifican por rotación, el saldo del costo se

proyectará a los próximos seis meses según la reprogramación de actividades del mes.

#### 4.4.2.1 COSTO DE MANO DE OBRA

- El costo total de mano de obra, directa e indirecta para la ejecución de la obra. Se obtiene del reporte de planillas que controla el área de recursos humanos de la obra, este reporte debería tener como mínimo lo siguiente:
  - Fecha del registro, fase de control, datos del trabajador, nombres, código o número de documento de identificación y ocupación.
  - Cantidad de horas trabajadas por fase
  - Costo de la fase

Podemos ver un ejemplo de la obtención del costo de mano de obra:

*Tabla 31. Ejemplo costo de mano de obra*

*Fuente: Información de la Obra Túnel de desvío del río Asana*

FECHA	FASE	DESCRIPCIÓN DE FASE	APELLIDOS Y NOMBRES	OCUPACIÓN	HORAS	COSTO (US\$)
01/11/2013	01EAB	PERFORACION	AGUILAR MARTINEZ, ROLER CRISTIAN	PERFORISTA	11	68.00
01/11/2013	AI	CAMPAMENTO	AGUIRRE VILCA JUSTO VIANNEY	OP CISTERNA AGUA	5	31.78
01/11/2013	AI	CAMPAMENTO	AGUIRRE VILCA JUSTO VIANNEY	OP CISTERNA AGUA	6	38.13
01/11/2013	EG	SERVICIOS AUXILIARES	ALCANTARA FRAGA JUAN JOSE	SOLDADOR CORTADOR	11	77.22
01/11/2013	ZD	SUPERVISION Y GASTO	BARRIOS MACCAPA JAIME	OP CISTERNA AGUA	11	68.50
01/11/2013	01EEA	CONCRETO LANZADO (	BUTRON ZA VALETA JUAN ALBERTO	PERFORISTA	11	57.50
01/11/2013	01EAB	PERFORACION	CALIZAYA MAMANI OSCAR	PERFORISTA	11	63.71
01/11/2013	ZD	SUPERVISION Y GASTO	CALIZAYA SANTOS JOSE WALDO	INSTRUMENTISTA	6	36.33
01/11/2013	01EE	MISCELANEOS SOSTENI	CALIZAYA SANTOS JOSE WALDO	INSTRUMENTISTA	5	30.28
01/11/2013	ZD	SUPERVISION Y GASTO	CAME LIMA NARCISO MARCELINO	CAPATAZ TUNEL	11	85.92

#### 4.4.2.2 COSTO DE MATERIALES

- La información se toma del reporte de almacén, donde se controlan todos los ingresos y salidas de materiales debidamente valorizados, que han ocurrido en el mes y desde el inicio de la obra.
- Al reporte obtenido de almacén se asigna una fase a cada salida de

material, para obtener así el costo de materiales por fase, se muestra el ejemplo del cuadro donde se registra los costos de materiales:

Tabla 32. Ejemplo costo de materiales

Fuente: Información de la Obra Túnel de desvío del río Asana

Artículo	Descripción	Fecha	Und	Fase	Costo Unitario	Cantidad Salida	Monto (US \$)	Descripción general
77539	Tuerca Hex AC de 7/8"	30/10/2013	UND	01EEC	1.53	26.00	14.32	Tuerca Fund. 22mm A536
75579	Perno Anclaje 1/2"	30/10/2013	UND	01EEC	4.95	50.00	89.26	Materiales Consumibles y Herramientas
71916	Guante de Jebe # 9 para Albañil	01/11/2013	PAR	ZE	6.36	1.00	2.27	EPP
71331	Arandela Plana AC 1.3/4"	30/10/2013	UND	01EEC	0.17	98.00	6.00	Materiales Consumibles y Herramientas
70626	Candado de Bloqueo Eléctrico	01/11/2013	UND	ZF	32.12	2.00	22.92	Materiales Consumibles
70626	Candado de Bloqueo Eléctrico	01/11/2013	UND	ZF	32.12	10.00	114.60	Materiales Consumibles
70179	Cinta Aislante	30/10/2013	UND	ZD	3.43	6.00	7.44	Economato
70179	Cinta Aislante	30/10/2013	UND	ZD	3.43	24.00	29.75	Economato
70179	Cinta Aislante	01/11/2013	UND	ZD	3.43	10.00	12.25	Economato
68272	Tapón Oídos con Cordón/Estuche	30/10/2013	PAR	ZE	5.11	1.00	1.85	EPP
66165	Malla Plástica Seguridad 1x50m. Color	01/11/2013	RLL	ZE	33.96	1.00	12.12	Materiales Consumibles

#### 4.4.2.3 COSTO DE EQUIPOS

- La información de horas máquina, la tomamos del parte de equipos, en el que se controla el consumo de h-m por fase. Los datos de h-m los ingresamos a la planilla de las valorizaciones de equipos y así, determinamos el costo de equipos del mes, que sumado al acumulado anterior se obtiene el nuevo costo acumulado por equipos, un modelo de cuadro podemos ver a continuación:

Tabla 33. Ejemplo costo de equipos

Fuente: Información de la Obra Túnel de desvío del río Asana

Ítem	Fecha	Código Obra	Descripción Equipo	Fase	Und	Horometro Inicial	Horometro final	Horas Trab	P.U. HM US\$	Costo RO Trab
1	26-ene.-14	CG03	Camión 6x4 c/Grúa 11 tons FREIGHTLINER M2106; Placa C8N- 716	ZD	H-M	2830.50	2838.00	7.50	38.00	285.00
2	26-ene.-14	CG03	Camión 6x4 c/Grúa 11 tons FREIGHTLINER M2106; Placa C8N- 716	SB	H-M	2838.00	2838.00	-	38.00	-
3	27-ene.-14	CG03	Camión 6x4 c/Grúa 11 tons FREIGHTLINER M2106; Placa C8N- 716	ZD	H-M	2838.00	2843.00	5.00	38.00	190.00
4	27-ene.-14	CG03	Camión 6x4 c/Grúa 11 tons FREIGHTLINER M2106; Placa C8N- 716	SB	H-M	2843.00	2843.00	-	38.00	-
5	28-ene.-14	CG03	Camión 6x4 c/Grúa 11 tons FREIGHTLINER M2106; Placa C8N- 716	ZD	H-M	2843.00	2845.50	2.50	38.00	95.00
6	28-ene.-14	CG03	Camión 6x4 c/Grúa 11 tons FREIGHTLINER M2106; Placa C8N- 716	01EEA	H-M	2845.50	2852.00	6.50	38.00	247.00
7	28-ene.-14	CG03	Camión 6x4 c/Grúa 11 tons FREIGHTLINER M2106; Placa C8N- 716	SB	H-M	2852.00	2852.00	-	38.00	-
8	29-ene.-14	CG03	Camión 6x4 c/Grúa 11 tons FREIGHTLINER M2106; Placa C8N- 716	ZD	H-M	2852.00	2855.00	3.00	38.00	114.00
9	29-ene.-14	CG03	Camión 6x4 c/Grúa 11 tons FREIGHTLINER M2106; Placa C8N- 716	01EEA	H-M	2855.00	2859.00	4.00	38.00	152.00

#### 4.4.2.4 COSTO DE SUBCONTRATOS

- La información la obtenemos de los controles de las valorizaciones de subcontratistas que trabajado en el mes.

#### 4.4.3 CÁLCULO DE COSTOS INDIRECTOS

##### 4.4.3.1 COSTO DE SUPERVISIÓN

- Este rubro corresponde a todos los empleados (Jefes de obra, Ingenieros Asistentes, Ingenieros Junior, Administrativos, supervisores, etc.), necesarios para la supervisión y desenvolvimiento administrativo de la obra, que básicamente son los sueldos y leyes sociales de los empleados.
- El costo mensual de supervisión se obtiene del reporte de planillas donde está considerado el costo incluyendo leyes sociales por cada empleado.

##### 4.4.3.2 COSTO DE GASTOS GENERALES

- La información la obtenemos de las facturas, rendiciones de gastos. Verificando la información con el reporte de contabilidad para cada mes.

##### 4.4.4 PROYECCIONES DE COSTO

- Para las proyecciones de costo se deber utilizar las mismas cantidades utilizadas para la proyección de venta. De donde obtenemos el cronograma para realizar las proyecciones de costo:

Tabla 34. Cronograma por fase actualizado a febrero 2014

Fuente: Elaboración propia

FASE	DESCRIPCIÓN	ACUMULADO	mar-14	abr-14	may-14	jun-14	jul-14	ago-14	SALDO 2014	AÑO 2015	TOTAL
EG	SERVICIOS AUXILIARES (INSTALACIONES)	10%	6%	3%	3%	3%	3%	4%	14%	53%	100%
AHN	MOVILIZACION & DESMOVILIZACION	18%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	82%	100%
01EAB	PERFORACIÓN	7%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	16%	49%	100%
01ECC	EXPLOSIVOS Y VOLADURA	7%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	16%	49%	100%
01EDE	LIMPIEZA (Y TRANSPORTE)	7%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	16%	49%	100%
01EE	MISCELANEOS SOSTENIMIENTO	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
01EEA	CONCRETO LANZADO (SHOTCRETE)	15%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	15%	47%	100%
01EEC	PERNOS	12%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	16%	48%	100%
01EED	CIMBRAS	65%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	13%	22%	100%
01EGA	DRENES	2%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	17%	51%	100%
ZD	SUPERVISIÓN, GASTOS GENERALES	16%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	17%	42%	100%
ZE	SEGURIDAD	14%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	17%	44%	100%
ZF	TALLER Y EQUIPOS	8%	4%	5%	4%	5%	5%	4%	17%	46%	100%
Y	ADICIONALES	67%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	12%	21%	100%
AI	CAMPAMENTO	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%

- Con el cronograma se obtiene las cantidades a ejecutar por fase:

Tabla 35. Cantidades por fase actualizado a febrero 2014

Fuente: Elaboración propia

FASE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ACUMULADO	mar-14	abr-14	may-14	jun-14	jul-14	ago-14	SALDO 2014	AÑO 2015	TOTAL
EG	SERVICIOS AUXILIARES (INSTALACIONES)	Glb	0.10	0.06	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.14	0.53	1.00
AHN	MOVILIZACION & DESMOVILIZACION	Glb	0.18	-	-	-	-	-	-	-	0.82	1.00
01EAB	PERFORACIÓN	m3	6 045.72	3 803.69	3 827.92	3 803.69	3 827.92	3 827.92	3 803.69	12 810.06	39 340.08	81 090.67
01ECC	EXPLOSIVOS Y VOLADURA	m3	6 045.72	3 803.69	3 827.92	3 803.69	3 827.92	3 827.92	3 803.69	12 810.06	39 340.08	81 090.67
01EDE	LIMPIEZA (Y TRANSPORTE)	m3	6 045.72	3 803.69	3 827.92	3 803.69	3 827.92	3 827.92	3 803.69	12 810.06	39 340.08	81 090.67
01EE	MISCELANEOS SOSTENIMIENTO	Kg	6 723.00	-	-	-	-	-	-	-	-	6 723.00
01EEA	CONCRETO LANZADO (SHOTCRETE)	m3	523.14	124.57	143.69	124.57	143.69	143.69	124.57	549.87	1 676.95	3 554.74
01EEC	PERNOS	Und	1 643.00	538.00	601.00	538.00	601.00	601.00	538.00	2 302.00	6 847.00	14 209.00
01EED	CIMBRAS	Kg	12 090.00	-	-	-	-	-	-	2 413.00	4 046.00	18 549.00
01EGA	DRENES	m	136.50	470.00	440.00	470.00	440.00	440.00	470.00	1 504.00	4 608.00	8 978.50
ZD	SUPERVISIÓN, GASTOS GENERALES	Glb	0.16	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.17	0.42	1.00
ZE	SEGURIDAD	Glb	0.14	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.17	0.44	1.00
ZF	TALLER Y EQUIPOS	Glb	0.08	0.04	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.17	0.46	1.00
Y	ADICIONALES (MALLA)	m2	1 750.52	-	-	-	-	-	-	321.38	538.88	2 610.77
AI	CAMPAMENTO	Glb	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00

- Teniendo las cantidades por fase se realizan las proyecciones de costo de cada recurso (mano de obra, materiales, equipos) utilizando ratios, que pueden ser ratios meta, ratios mensuales, ratios acumulados siempre teniendo en cuenta el porcentaje de avance, saldo del proyecto y condiciones para realizar el trabajo, se muestra el ejemplo de la proyección de la fase de Limpieza y transporte:

Tabla 36. Proyección de costo de mano de obra de la fase de Limpieza y Transporte

Fuente: Elaboración propia

DESCRIPCIÓN	TIPO	UND	TOTAL META	PRESENTE MES		ACUM. ACTUAL	PROYECCIÓN							
				PREVISTO	REAL		mar-14	abr-14	may-14	jun-14	jul-14	ago-14	Saldo 2014	Ejer. Sgtes
<b>01EDE: LIMPIEZA (Y TRANSPORTE)</b>							4.6%	4.7%	4.6%	4.7%	4.7%	4.6%	15.6%	47.9%
CANTIDAD DEL PROCESO	Cant	m3	82 098.00	3 670.20	2 347.83	6 045.72	3 803.69	3 827.92	3 803.69	3 827.92	3 827.92	3 803.69	12 810.06	39 340.08
				0.04										
<b>1. COSTO DIRECTO</b>														
<b>MANO DE OBRA</b>														
Personal Obrero - Cons	Cant	HH	88 346.15	3 588.60	2 100.00	6 027.15	3 765.72	3 789.70	3 765.72	3 789.70	3 789.70	3 765.72	12 682.18	38 947.37
	Precio	US \$	8.05	6.85	7.97	7.24	7.24	7.24	7.24	7.24	7.24	7.24	7.24	7.24
	Costo	US \$	711 479.50	24 598.99	16 739.41	43 659.06	27 277.85	27 451.61	27 277.85	27 451.61	27 451.61	27 277.85	91 866.32	282 124.30
	Ratio	HH/m3	1.0761	1.0628	0.8944	0.9969	1.0761	1.0761	1.0761	1.0761	1.0761	1.0761	1.0761	1.0761
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	Costo	US \$	711 479.50	24 598.99	16 739.41	43 659.06	27 277.85	27 451.61	27 277.85	27 451.61	27 451.61	27 277.85	91 866.32	282 124.30

- Se sigue el mismo procedimiento para los recursos de todas las fases.
- Algunas recomendaciones que debemos tener al momento de realizar las proyecciones son:
  - verificar si existe aumento en la cantidad por mayores metrados, modificaciones del proyecto, procedimientos constructivos o adicionales
  - En cuanto a los costos fijos la proyección se realiza de acuerdo al tiempo de permanencia programado para cada recurso, verificando si existe aumento en el plazo de ejecución de obra.
  - En el caso de empleados se puede considerar en la proyección de sueldos después del mes de diciembre de cada año, un incremento de sueldos porcentual tomando de base la inflación del INEI.

Luego de calculado la venta y costo real y realizado las proyecciones se muestra los siguientes resultados obtenidos en el proyecto túnel de desvío del río Asana:

Tabla 37. Resultado operativo real de noviembre 2013 a febrero 2014

Fuente: Elaboración propia

DESCRIPCIÓN	REAL EJECUTADO				ACUM. ACTUAL
	nov-13	dic-13	ene-14	feb-14	
<b>VENTA</b>					
CONTRACTUAL	1 227 299	1 286 681	1 221 946	1 510 134	5 246 061
ADICIONALES	0	0	0	0	0
REAJUSTES	0	0	0	0	0
TERCEROS	0	0	0	0	0
<b>TOTAL VENTA US \$</b>	<b>1 227 299</b>	<b>1 286 681</b>	<b>1 221 946</b>	<b>1 510 134</b>	<b>5 246 061</b>
<b>COSTO</b>					
<b>DIRECTO</b>					
MANO DE OBRA	95 103	73 958	115 922	78 727	363 711
MATERIALES	236 380	235 794	195 135	342 001	1 009 310
EQUIPOS Y VEHÍCULOS	139 630	120 947	200 620	148 493	609 691
SUBCONTRATOS	94 369	78 313	48 275	47 723	268 679
<b>TOTAL COSTO DIRECTO US \$</b>	<b>565 483</b>	<b>509 012</b>	<b>559 952</b>	<b>616 944</b>	<b>2 251 391</b>
<b>INDIRECTO</b>					
MANO DE OBRA	21 127	21 965	35 078	33 724	111 894
MATERIALES	33 424	12 417	45 986	89 553	181 380
EQUIPOS Y VEHÍCULOS	38 136	30 186	74 977	60 373	203 673
SUBCONTRATOS	41 640	51 060	43 687	51 856	188 244
SUPERVISIÓN	196 249	224 773	213 536	176 205	810 763
GASTOS GENERALES	109 663	250 843	169 475	100 110	630 092
<b>TOTAL COSTO INDIRECTO US \$</b>	<b>440 240</b>	<b>591 244</b>	<b>582 739</b>	<b>511 822</b>	<b>2 126 045</b>
<b>TOTAL COSTO US \$</b>	<b>1 005 722</b>	<b>1 100 255</b>	<b>1 142 691</b>	<b>1 128 767</b>	<b>4 377 436</b>
<b>MARGEN</b>					
MARGEN REAL US \$	221 577	186 426	79 254	381 368	868 625
% MARGEN REAL	18.05%	14.49%	6.49%	25.25%	16.56%

La planilla general del RO mensual de febrero 2014 que incluye las proyecciones de costo y venta se muestra en el anexo 5

#### 4.5 CÁLCULO DE COSTOS CON EL MÉTODO DE ISP.

En esta sección definiremos la forma como se elabora y emplea el Informe Semanal de Producción (ISP).

El Informe Semanal de Producción (ISP) es la herramienta que permite diagnosticar el estado actual de un proyecto, a través de la medición de la productividad y/o rendimiento de sus principales procesos constructivos, lo que permite a su vez identificar desviaciones respecto a los objetivos de desempeño del proyecto, establecer e implementar acciones correctivas, y proyectar la duración y los recursos para la culminación del proyecto.

##### 4.5.1 NIVEL DE DETALLE

El Equipo de Dirección del Proyecto es responsable de definir al inicio del proyecto, los procesos constructivos que serán controlados a través del ISP, utilizando como referencia el Plan de Fases del proyecto, para la aplicación de la tesis tenemos:



Figura 10. Fases a controlar por el método ISP

Fuente: Elaboración propia

Se seleccionaron para el control mediante el método del ISP las de color verde, debido a que son fases del costo directo con mayor incidencia.

#### 4.5.2 DESARROLLO DEL ISP

Los avances y cantidades de recursos por proceso, tanto semanales como acumulados, se deben reportar a la fecha de corte en un cuadro resumen que permita analizar la productividad de cada proceso respecto a los objetivos de desempeño establecidos, entonces para nuestro caso tenemos:

Tabla 38. Metrado de fases controladas por ISP  
Fuente: Elaboración propia

FASES				METRADO								
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	TOTAL		PROGRAMADO		EJECUTADO		% AVANCE		SALDO PROY
				ORIG	PREV	SEM	ACUM	SEM	ACUM	SEM	ACUM	
01EAB	PERFORACIÓN	m3	15.7%	82 098	81 091	949.52	13 683.54	586.96	6 045.72	0.72%	7.46%	75 045
01ECC	EXPLOSIVOS Y VOLADURA	m3	4.1%	82 098	81 091	949.52	13 683.54	586.96	6 045.72	0.72%	7.46%	75 045
01EDE	LIMPIEZA Y TRANSPORTE	m3	6.8%	82 098	81 091	949.52	13 683.54	586.96	6 045.72	0.72%	7.46%	75 045
01EEA	CONCRETO LANZADO (SHOTCRETE)	m3	11.5%	2 482	3 555	32.28	534.38	50.69	523.14	1.43%	14.72%	3 032
<b>TOTAL DIRECTO CONTROLADO DEL PROYECTO (ISP)</b>				<b>38.2%</b>								

Teniendo los metrados y los costos podemos obtener ratios:

Tabla 39. Ratios Unitarios de fases controladas por ISP  
Fuente: Elaboración propia

FASES				RATIO (US\$. / UND)				
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	ORIG	PREV	SEM	ACUM	SALDO PROY
01EAB	PERFORACIÓN	m3	15.7%	56.59	49.84	20.60	34.29	<b>49.84</b>
01ECC	EXPLOSIVOS Y VOLADURA	m3	4.1%	14.64	15.60	8.87	14.76	<b>15.60</b>
01EDE	LIMPIEZA Y TRANSPORTE	m3	6.8%	24.43	21.62	12.02	20.01	<b>21.62</b>
01EEA	CONCRETO LANZADO (SHOTCRETE)	m3	11.5%	1 372.50	1 210.70	950.22	1 578.23	<b>1 210.70</b>
<b>TOTAL DIRECTO CONTROLADO DEL PROYECTO (ISP)</b>				<b>38.2%</b>				

El Análisis de Valor Ganado de las fases que forman parte del ISP

Tabla 40. Resultados obtenidos por el método del ISP

Fuente: Elaboración propia

FASES			ANÁLISIS DEL VALOR GANADO											
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	US\$. ACUMULADO				CPI	SPI	US\$. SALDO PROY	US\$. TOTAL			
				PROG	PREV	REAL	VAR				ORIG	PREV	PROY	VAR
01EAB	PERFORACIÓN	m3	15.7%	682 054	301 348	207 324	94 023	1.45	0.44	3 740 604	4 646 193	4 041 952	3 947 928	94 023
01ECC	EXPLOSIVOS Y VOLADURA	m3	4.1%	213 402	94 286	89 232	5 054	1.06	0.44	1 170 364	1 201 694	1 264 650	1 259 596	5 054
01EDE	LIMPIEZA Y TRANSPORTE	m3	6.8%	295 886	130 729	120 982	9 747	1.08	0.44	1 622 732	2 005 758	1 753 461	1 743 714	9 747
01EEA	CONCRETO LANZADO (SHOTCRETE)	m3	11.5%	646 972	633 367	825 633	-192 267	0.77	0.98	3 670 364	3 406 330	4 303 730	4 495 997	-192 267
TOTAL DIRECTO CONTROLADO DEL PROYECTO (ISP)			38.2%	1 838 313	1 159 730	1 243 172	-83 442	0.93	0.63	10 204 062	11 259 974	11 363 792	11 447 234	-83 442

Los índices CPI (Índice de Desempeño del Costo) y SPI (Índice de Desempeño del Cronograma) son usados para determinar si a la fecha de corte un proceso se encuentra dentro del costo previsto y dentro del cronograma actualizado respectivamente.

En este caso podemos ver que el proyecto en el caso de costo se encuentra dentro de lo previsto en las fases de excavación, sin embargo, de acuerdo a lo planeado se encuentra retrasado.

El análisis también debe considerar la identificación de las causas que conllevan a los resultados obtenidos, así como el establecimiento de las acciones correctivas a implementar para mejorar el desempeño de los procesos.

Finalmente, de ese mismo reporte podemos obtener los costos reales obtenidos por este método:

Tabla 41. Costos reales obtenidos por el método del ISP

Fuente: Elaboración propia

MES	COSTO REAL (US \$)
Nov y Dic 13	615 426
ene 14	352 027
feb 14	275 719
<b>TOTAL</b>	<b>1 243 172</b>

#### 4.6 CÁLCULO DE COSTOS CON EL MÉTODO CONVENCIONAL

El Detalle de Facturación y Gastos (DFG), es el reporte emitido mensualmente por la contabilidad, donde se detallan; los ingresos y gastos de la obra, detallados por cuentas contables, este control convencional es el que tienen normalmente todas las obras de construcción.

Generalmente este reporte está atrasado con respecto a los costos reales a una determinada fecha de corte debido a:

- Facturas no ingresadas a la contabilidad por la no recepción de las mismas.
- Valorizaciones de equipos pendientes de aprobación y facturación
- Reclasificaciones de personal de Mano de Obra y Supervisión no realizadas en el Mes
- Rendiciones no efectuadas en el Mes (Adelantos de Viaje, Caja Chica)

Se debe verificar que todos los ítems tengan asignado una fase de acuerdo al plan fases del proyecto, en caso no lo tuvieran se tendrá que analizar y asignarle la fase que le corresponde.

Luego se obtiene un resumen de costos por rubros (Materiales, Equipos, Vehículos, Mano de Obra, Supervisión, Subcontratos, Gastos Generales).

Tabla 42. Detalle de costos método convencional  
Fuente: Información de la Obra Túnel de desvío del río Asana

RUBRO	CUENTA	DESCRIPCIÓN CUENTA	DIC 13 (US \$)	ENE 13 (US \$)	FEB 14 (US \$)	ACUMULADO (US \$)
VENTA	704000	Prestación de servicios	1 085 521.00	0.00	0.00	1 085 521.00
	704100	Prestac de servicios -Terceros	0.00	0.00	1 034 882.48	1 034 882.48
<b>TOTAL VENTA</b>			<b>1 085 521.00</b>	<b>0.00</b>	<b>1 034 882.48</b>	<b>2 120 403.48</b>
<b>1. MATERIALES</b>						
	903100	Materiales auxiliares	209.25	63.66	112.91	385.82
	903200	Suministros	116.69	75.97	29.45	222.12
	903300	Repuestos	72.74	27.64	0.00	100.38
	911000	Mercaderías	22 470.30	75 577.31	82 664.54	180 712.15
	913200	Suministros	3 411.15	84 916.46	60 249.63	148 577.24
	913300	Repuestos	2 570.72	38 010.06	24 245.97	64 826.75
	936300	Agua	1 684.73	1 851.80	1 526.96	5 063.49
	939300	Otros servicios de terceros	2 578.61	1 236.35	12.10	3 827.07
	956100	Utiles de oficina	287.03	1 572.19	3 025.57	4 884.78
	956200	Software	0.00	5.34	218.42	223.76
<b>Total 1. MATERIALES</b>			<b>33 401.23</b>	<b>203 336.78</b>	<b>172 085.56</b>	<b>408 823.56</b>
<b>2. MANO DE OBRA</b>						
	921120	salarios	85 807.47	100 199.08	89 850.31	275 856.86
	921412	Gratificac ordinarias obreros	6 925.06	5 173.24	4 959.31	17 057.60
	921520	Vcaciones obreros	2 381.22	2 269.50	2 259.25	6 909.96
	927120	Essalud obreros	7 755.76	9 179.42	8 154.45	25 089.63
	927220	ONP obreros	473.13	514.75	456.66	1 444.54
	927420	Seguro vida obreros	133.89	128.33	127.18	389.41
	929120	cts obreros	5 973.73	6 064.62	5 887.32	17 925.67
	929220	afp's obreros	661.49	759.21	682.35	2 103.05
	939300	Otros servicios de terceros	135 452.16	0.00	0.00	135 452.16
<b>Total 2. MANO DE OBRA</b>			<b>245 563.92</b>	<b>124 288.15</b>	<b>112 376.82</b>	<b>482 228.89</b>
<b>3. EQUIPOS Y VEHÍCULOS</b>						
	931110	De carga	10 461.27	19 345.87	14 519.63	44 326.77
	934100	Rep y mant terceros	253.93	1 901.37	2 541.99	4 697.29
	935300	Maquinar y equipos de explotac	25 214.77	121 869.99	131 593.70	278 678.46
	935400	Equipo de transporte	55 285.14	38 364.39	41 847.62	135 497.15
	935600	Equipos diversos	93 341.35	0.00	0.00	93 341.35
	939300	Otros servicios de terceros	28 869.71	0.00	0.00	28 869.71
	941450	Deprec Equipos diversos	17.69	511.69	0.00	529.38
<b>Total 3. EQUIPOS Y VEHÍCULOS</b>			<b>213 443.86</b>	<b>181 993.31</b>	<b>190 502.94</b>	<b>585 940.11</b>
<b>4. SUBCONTRATOS</b>						
	931100	Transporte	1 449.36	0.00	0.00	1 449.36
	935200	Edificaciones	1 609.44	1 594.61	0.00	3 204.06
	935300	Maquinar y equipos de explotac	40 171.54	0.00	0.00	40 171.54
	935600	Equipos diversos	0.00	29 239.27	357.02	29 596.29
	939300	Otros servicios de terceros	48 921.44	109 739.28	47 256.18	205 916.90
	939310	Serv de vigil, limp y jardiner	9 891.21	6 463.50	7 711.53	24 066.24
<b>Total 4. SUBCONTRATOS</b>			<b>102 042.99</b>	<b>147 036.67</b>	<b>55 324.73</b>	<b>304 404.38</b>
<b>5. SUPERVISIÓN</b>						
	939300	Otros servicios de terceros	389 647.93	25 760.86	169 356.78	584 765.58
	921110	suelos	0.00	59 511.38	70 007.16	129 518.54
	921411	Gratific ordinarias empleados	0.00	8 156.65	9 087.99	17 244.64
	921510	Vacaciones empleados	0.00	4 345.04	5 099.54	9 444.57
	927110	Essalud empleados	0.00	5 803.07	6 842.35	12 645.42
	929110	cts empleados	0.00	4 078.35	4 544.00	8 622.35
	929210	afp's 1% empleador	0.00	526.24	598.45	1 124.69
	953200	Seguros generales	0.00	248.95	275.50	524.46
<b>Total 5. SUPERVISIÓN</b>			<b>389 647.93</b>	<b>108 430.55</b>	<b>265 811.77</b>	<b>763 890.25</b>
<b>6. GASTOS GENERALES</b>						
	925000	Atención al personal	65.70	188.28	0.00	253.98
	931120	De pasajeros	3 165.24	2 041.11	1 187.08	6 393.42
	931130	Movilidad	4 957.91	5 058.15	2 904.83	12 920.89
	931200	Correos	521.66	431.96	374.39	1 328.01
	931300	Alojamiento	945.40	439.46	404.80	1 789.67
	931400	Alimentación	912.44	2 494.56	59 081.67	62 488.67
	931500	Pasajes aereos	8 349.32	6 725.85	6 562.56	21 637.72
	931600	Pasajes terrestres	324.03	338.41	400.21	1 062.66
	934100	Rep y mant terceros	107.30	0.00	0.00	107.30
	935200	Edificaciones	0.00	0.00	131.16	131.16
	935300	Maquinar y equipos de explotac	2 706.99	0.00	1 505.97	4 212.95
	935600	Equipos diversos	2 611.13	3 050.79	75.64	5 737.55
	936400	Teléfono	57.22	210.28	42.84	310.34
	939110	Gastos bancarios	41.91	293.67	154.69	490.27
	939300	Otros servicios de terceros	76 787.56	2 035.86	24 842.27	103 665.70
	952710	Sencico	2 171.04	0.00	2 068.29	4 239.33
	956100	Utiles de oficina	36.46	30.32	0.00	66.79
	959200	Sanciones administrativas	696.62	0.00	0.00	696.62
	959400	Gastos varios	2 022.26	1 487.77	581.06	4 091.09
	936100	Energía eléctrica	0.00	265.51	102.68	368.19
	936500	Internet	0.00	4 305.12	4 185.56	8 490.68
	939111	ITF	0.00	335.37	90.54	425.91
	952720	Otros	0.00	486.46	100.25	586.71
	934200	Rep y mant inm,maq eq de ofic	0.00	0.00	3.57	3.57
	939000	Otros serv prestados por 3ros	0.00	0.00	253.82	253.82
<b>Total 6. GASTOS GENERALES</b>			<b>106 480.19</b>	<b>30 218.94</b>	<b>105 053.88</b>	<b>241 753.01</b>
<b>TOTAL COSTO</b>			<b>1 090 580.11</b>	<b>795 304.40</b>	<b>901 155.69</b>	<b>2 787 040.20</b>

Resumiendo, los ingresos y gastos registrados en los meses de noviembre 2013 a febrero 2014, tenemos:

Tabla 43. Resumen método convencional actualizado a febrero 2014

Fuente: Elaboración propia

DESCRIPCIÓN	NOV - DIC 13	ENE 14	FEB 14	ACUMULADO A FEBRERO 2014
<b>VENTA</b>	1 085 521	0	1 034 882	2 120 403
<b>Total Venta</b>	<b>1 085 521</b>	<b>0</b>	<b>1 034 882</b>	<b>2 120 403</b>
<b>COSTO</b>				
<b>Mano de Obra</b>	245 564	124 288	112 377	482 229
<b>Materiales</b>	33 401	203 337	172 086	408 824
<b>Equipos</b>	213 444	181 993	190 503	585 940
<b>Subcontratos</b>	102 043	147 037	55 325	304 404
<b>Supervisión</b>	389 648	108 431	265 812	763 890
<b>Gastos Generales</b>	106 480	30 219	105 054	241 753
<b>Total</b>	<b>1 090 580</b>	<b>795 304</b>	<b>901 156</b>	<b>2 787 040</b>

## 4.7 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS

### 4.7.1 COMPARACIÓN RESULTADO OPERATIVO CON MÉTODO DEL INFORME SEMANAL DE PRODUCCIÓN

- En el cuadro comparativo del método del Resultado Operativo con el Método del Informe Semanal de Producción, donde se observa que la información que registra el informe semanal de producción al mes de corte muestra un 64 % del total de costo.

Tabla 44. Comparativo resultado operativo e informe semanal de producción (ISP)

Fuente: Elaboración propia

DESCRIPCIÓN	RESULTADO OPERATIVO (US \$)	INFORME SEMANAL DE PRODUCCIÓN (US \$)
Venta	5 246 061	-
<b>Total, VENTA</b>		
<b>COSTO</b>		
Mano de Obra	475 605	238 444
Materiales	1 190 690	596 950
Equipos	813 364	407 778
Subcontratos	456 923	-
Supervisión	810 763	-
Gastos Generales	630 092	-
<b>Total, COSTO</b>	<b>4 377 436</b>	<b>1 243 172</b>
<b>PORCENTAJE DE CONTROL</b>		<b>28%</b>

#### 4.7.2 COMPARACIÓN RESULTADO OPERATIVO CON CONTROL CONVENCIONAL

- Los resultados obtenidos mediante el método del Resultado Operativo y el control convencional se muestran en el siguiente cuadro, donde se observa que la información que la información costos que registra el control convencional al mes de corte muestra un 64 % del total de costo.

Tabla 45. Comparativo resultado operativo y control convencional

Fuente: Elaboración propia

DESCRIPCIÓN	RESULTADO OPERATIVO (US \$)	CONTROL CONVENCIONAL (US \$)
Venta	5 246 061	2 120 403
<b>Total, VENTA</b>	<b>5 246 061</b>	<b>2 120 403</b>
<b>COSTO</b>		
Mano de Obra	475 605	482 229
Materiales	1 190 690	408 824
Equipos	813 364	585 940
Subcontratos	456 923	304 404
Supervisión	810 763	763 890
Gastos Generales	630 092	241 753
<b>Total, COSTO</b>	<b>4 377 436</b>	<b>2 787 040</b>
<b>PORCENTAJE DE CONTROL</b>		<b>64%</b>

Como resumen mostramos el siguiente gráfico con los resultados obtenidos de costo durante los cuatro meses de control:



Figura 11. Costo real acumulado a febrero 2014 con los tres métodos de control

Fuente: Elaboración propia

### 4.7.3 ANÁLISIS DE EFICIENCIA DEL MÉTODO DEL RESULTADO OPERATIVO

La eficiencia comparada con los otros métodos descritos en la presente tesis es notable, a continuación, mostramos un cuadro comparativo con los tres métodos descritos en la presente tesis:

Tabla 46. Cuadro comparativo de eficiencia de Resultado Operativo

Fuente: Elaboración propia

DESCRIPCIÓN	RESULTADO OPERATIVO	CONTROL CONVENCIONAL	INFORME SEMANAL DE PRODUCCIÓN
Porcentaje de costos que se llegó a controlar en la obra Túnel de desvío del río Asana	100%	64%	28%
Planeamiento y control Integral de la Obra	Si	Solamente control, no hay planeamiento	De las partidas más incidentes
Información actualizada	Si	No	Si
Frecuencia de Actualización	Mensual	Mensual	Semanal
Proporciona, rendimientos, ratios reales de actividades de control	Si	No	Si
Permite ajustar proyecciones en el saldo de la obra	Si	No	Si
Proporciona la situación actual de la obra	Si	No	No

A continuación, mostramos que información se puede obtener o realizar con el resultado operativo:

1. Comparativo del real ejecutado con la línea base inicial en venta y costo:

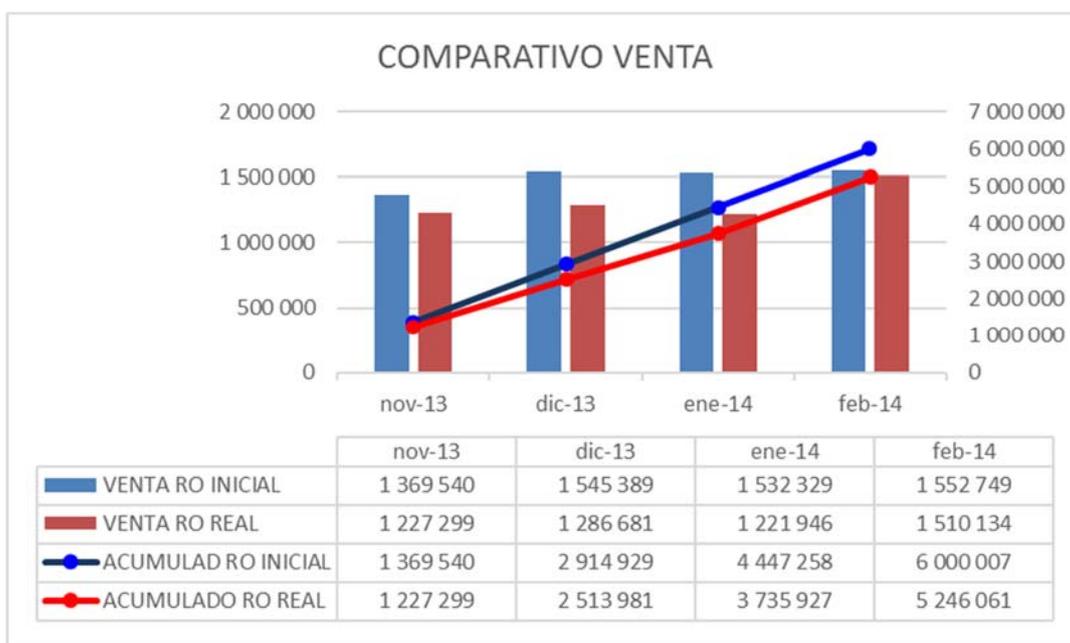


Figura 12. Comparativo de venta inicial y real ejecutado

Fuente: Elaboración propia

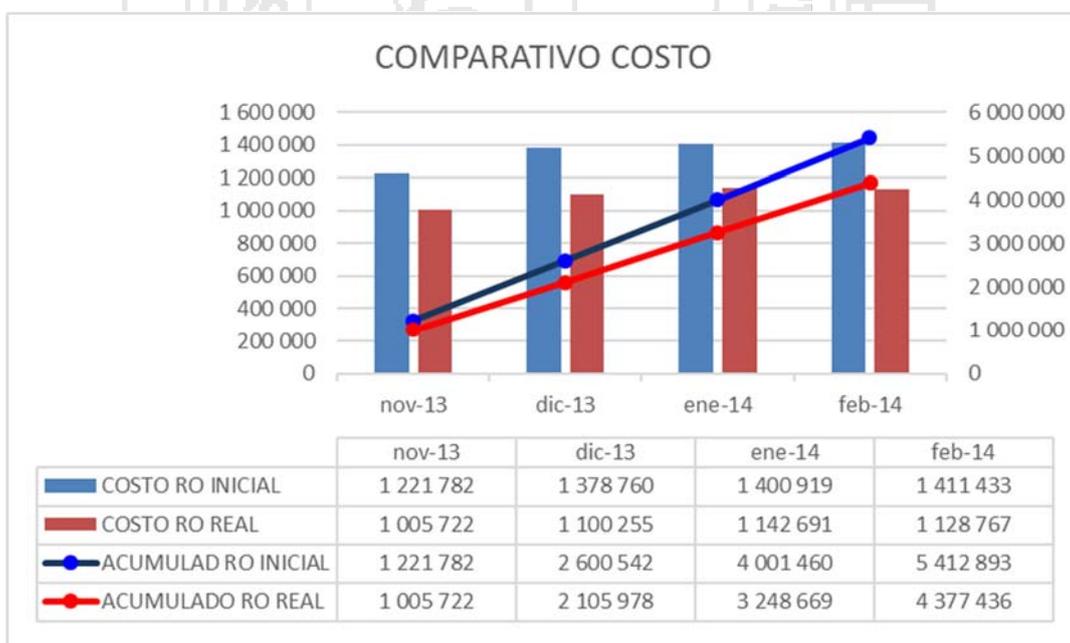


Figura 13. Comparativo costo inicial y real ejecutado

Fuente: Elaboración propia

2. Ajuste en proyecciones de ejecución de túnel en metros lineales

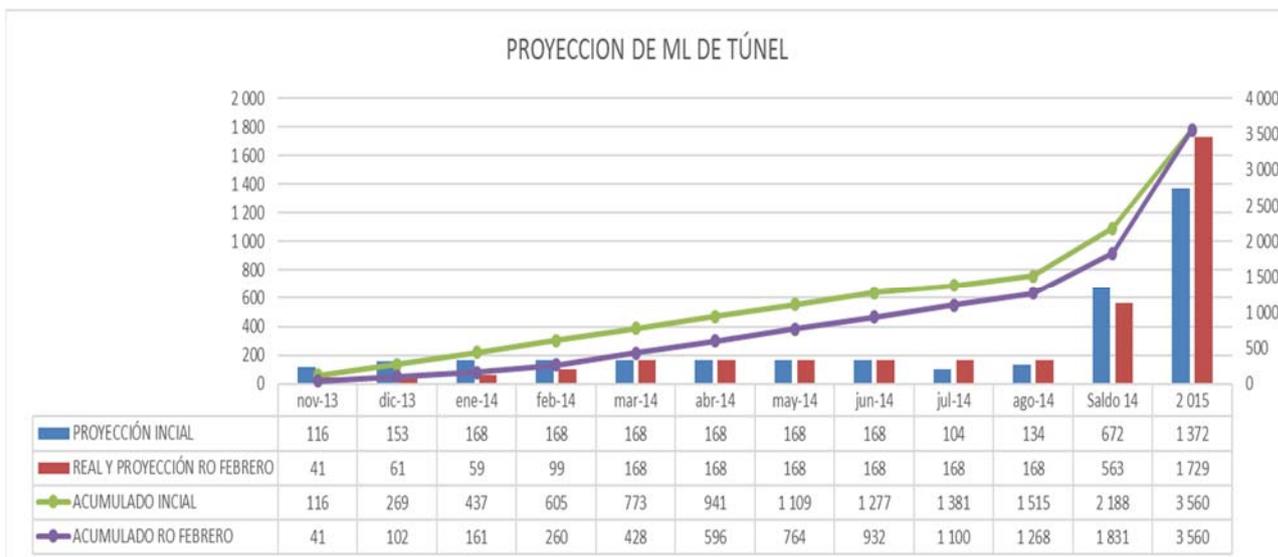


Figura 14. Proyecciones de metros lineales de túnel inicial y actualizado a febrero 2014

Fuente: Elaboración propia

3. Determinación de resultado a final de obra

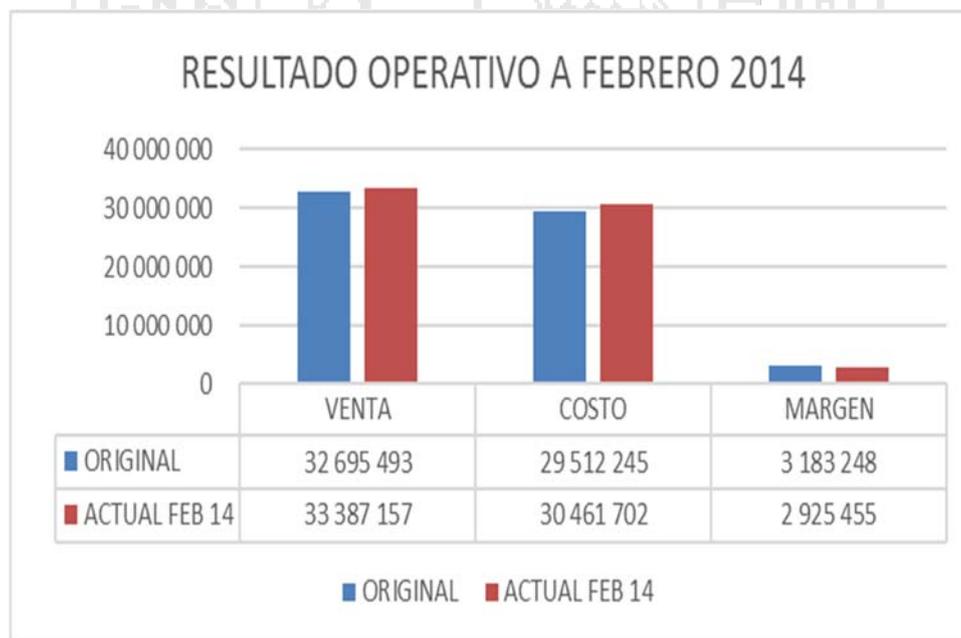


Figura 15. Resultado operativo de febrero 2014

Fuente: Elaboración propia

4. Obtener costos unitarios reales de las fase o proceso de control:

Tabla 47. Ratios reales por fase actualizado a febrero 2014

Fuente: Elaboración propia

FASE	DESCRIPCIÓN	UND	COSTO UNITARIO (US\$)			
			ORIGINAL	ACUM. ACTUAL	TOTAL OBRA	TOTAL SALDO
<b>G-10</b>	<b>COSTOS INDIRECTOS</b>		<b>574 318</b>	<b>528 874</b>	<b>608 634</b>	<b>624 586</b>
ZD-SUP	SUPERVISIÓN	mes	254 438	202 691	240 053	247 525
ZD-CI	COSTOS INDIRECTOS VARIOS	Glb	6 212 149	5 820 567	6 342 788	6 445 423
ZE	SEGURIDAD	Glb	196 757	781 726	632 196	608 149
ZF	TALLER Y EQUIPOS	Glb	1 268 234	2 999 783	1 870 975	1 772 641
<b>G-20</b>	<b>PRELIMINARES</b>		<b>3 008 851</b>	<b>553 454</b>	<b>998 673</b>	<b>1 332 399</b>
AHN	MOVILIZACIÓN	Glb	160 174	64 881	144 133	162 075
AI	CAMPAMENTOS Y FACILIDADES TEMPORALES	Glb	413 587	486 329	486 329	-
EG	SERVICIOS AUXILIARES (INSTALACIÓN DE FAENAS)	Glb	2 435 090	2 115 537	2 365 557	2 393 555
<b>G-30</b>	<b>EXCAVACIONES SUBTERRANEAS</b>		<b>95.66</b>	<b>69.06</b>	<b>87.06</b>	<b>88.51</b>
1EAB	PERFORACIÓN	m3	56.59	34.29	49.84	51.10
1ECC	EXPLOSIVOS Y VOLADURA	m3	14.64	14.76	15.60	15.66
1EDE	LIMPIEZA (Y TRANSPORTE)	m3	24.43	20.01	21.62	21.75
<b>G-40</b>	<b>MISCELANEOS SOSTENIMIENTO</b>		<b>3.11</b>	<b>4.45</b>	<b>4.45</b>	<b>-</b>
1EE	MARCHAVANTIS	Kg	3.11	4.45	4.45	-
<b>G-50</b>	<b>CONCRETO LANZADO (SHOTCRETE)</b>		<b>1 372.50</b>	<b>1 578.23</b>	<b>1 210.70</b>	<b>1 147.28</b>
1EEA	CONCRETO LANZADO (SHOTCRETE)	m3	1 372.50	1 578.23	1 210.70	1 147.28
<b>G-60</b>	<b>PERNOS</b>		<b>51.62</b>	<b>108.75</b>	<b>50.01</b>	<b>42.33</b>
1EEC	PERNOS SELLADOS	und	51.62	108.75	50.01	42.33
<b>G-70</b>	<b>CIMBRAS</b>		<b>5.88</b>	<b>5.94</b>	<b>5.93</b>	<b>5.91</b>
1EED	CIMBRAS (MARCOS RETICULADOS)	Kg	5.88	5.94	5.93	5.91
<b>G-80</b>	<b>DRENES</b>		<b>66.31</b>	<b>17.01</b>	<b>67.80</b>	<b>68.59</b>
1EGA	BARBACANAS	m	66.31	17.01	67.80	68.59
<b>G-90</b>	<b>TRABAJOS ADICIONALES</b>		<b>-</b>	<b>14.15</b>	<b>13.61</b>	<b>12.53</b>
Y	ADICIONALES	Glb	-	14.15	13.61	12.53
<b>TOTAL</b>						

#### 4.7.4 LOGRO DE LOS OBJETIVOS DE APLICACIÓN DE RESULTADO OPERATIVO

Se logró describir y aplicar el método del resultado operativo para realizar el planeamiento, seguimiento y control integral de costos de la obra túnel de desvío del río Asana.

Las ventajas que tiene el Resultado Operativo son las siguientes:

- Se puede realizar el control integral de la obra, venta, costos directos, indirectos y margen inicial, actual y proyectado al final del proyecto.
- Obtener rápidamente información de costos, rendimientos y ratios reales de la obra.
- Proporciona la situación actual, desviaciones, adelantos, atrasos que de ser identificadas oportunamente ayudaran a la que la gestión de la obra.
- Permite ajustar las proyecciones de costo en el saldo restante de obra, para obtener mejores resultados al final de obra.
- Es capaz de adaptarse a cualquier tipo de obra, incluso en servicios de mantenimiento y supervisión se podrían implementar el control con el Resultado Operativo.
- La estructura de los costos de la obra es más fácil de entender en el proceso de ejecución de la misma, ya que esta desglosada por actividades y recursos.

Como desventajas podemos mencionar:

- Si la información recopilada y procesada no está actualizada esto podría generar una distorsión de los resultados y reflejar una situación que no es

la real de la obra.

- Si el reporte de información de terreno no refleja la realidad, también alteraría el reporte del resultado.
- El proceso de información podría hacerse tediosa debido a la gran cantidad de información generada.



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

- El método del resultado operativo se puede utilizar para la gestión integral de costos de todas las obras de construcción, así estas vayan cambiando durante su desarrollo, tal como se vio en el capítulo IV.
- El Resultado Operativo como sistema de planeamiento y control de costos en la obra túnel de desvío del río Asana, fue más eficiente en comparación con otros métodos como el control convencional y el método del Informe Semanal de producción (ISP), de acuerdo a la tabla 46.
- El Resultado operativo muestra el 100% del costo total de obra, según figura 13.
- El Método del Informe Semanal de Producción (ISP) controla solo el 28 % del costo total de obra, por lo que no muestra la integridad de la obra, según tabla 44.
- El control convencional solo muestra el 64 % del costo total de obra, debido a que este se alimenta de documentos que normalmente están desfasados, según tabla 45.
- El resultado operativo tiene varias ventajas que ayudan a la gestión de la obra, como la principal proporcionar información actualizada y completa del desarrollo de la obra para la toma de decisiones.

### RECOMENDACIONES

- Conociendo los tres métodos y dependiendo de la información que se requiera obtener se recomienda utilizar el control integral de la obra utilizando el método del resultado operativo, pero también se puede

complementar con el ISP para tener la información más frecuente y con el control convencional para identificar variaciones y desfases que pueden darse en la ejecución de obras.

- Para la elaboración del resultado operativo inicial, la línea base del costo se debe buscar antecedentes de obras o trabajos similares para poder comparar con la información del presupuesto, de haber desviaciones grandes se recomienda utilizar los datos más conservadores.
- Para obtener una línea base de obras con un presupuesto desfasado se debe realizar la actualización de precios de los recursos.
- Para el resultado operativo trabajar con un cronograma con el mayor nivel de detalle posible, para así considerar todas las contingencias identificables que impactarían en los plazos.
- Para las contingencias en el Resultado Operativo se recomienda realizar un análisis de riesgos, identificarlos, evaluarlos y cuantificarlos.
- Realizar una constante capacitación y actualización al personal que proporciona la información para que el reporte del resultado operativo sea confiable.
- Para realizar las proyecciones con el método del resultado operativo, se debe tener en cuenta que las cantidades proyectadas en la venta deben guardar relación con las cantidades proyectadas en el costo, de manera que sean comparables y obtener un margen a final del proyecto con similares condiciones.
- Llevar un cuadro histórico mensual de los costos por rubros y recursos incidentes para facilitar la revisión de las proyecciones.
- Trabajar con ratios originales, mensuales, acumulados y de acuerdo a las

condiciones actuales determinar cuál de ellos se utilizará para las proyecciones.

- Realizar escenarios en la venta y el costo ayudara a tener una visión pesimista, probable u optimista de la obra.



**BIBLIOGRAFÍA**

- A.1. (junio de 2015). Obtenido de  
<http://www.rae.es/RAE/Noticias.nsf/Home?ReadForm>
- A.2. (junio de 2015). Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Tunel>
- Ayllón Temprado, J. (2007). *Herramientas para la planificación y control de costes de un proyecto*. Madrid: UAM.
- Briceño Balarezo, O. O. (2003). *Implantación del Sistema de Planeamiento y Control de Costos por Procesos para Empresas de Construcción*. Lima: UNMSM.
- Briceño, P. L. (1994). *Administración y Dirección de Proyectos, un enfoque integrado*. Universidad de Chile: PIADE.
- Cerda, H. (1998). *Los Elementos de la Investigación*. Bogotá: El Búho.
- Colegio de Ingenieros de Caminos, C. y. (2007). Cauce 2000. *Revista de la Ingeniería Civil*, núm. 138.
- Contrato N° Q1CO-K-CC-147C. (2013). *Túnel Desvío Río Asana, 1 frente*. Moquegua.
- COSAPI S.A. (2012). *Manual de Gestión de Proyectos*. Lima: COSAPI S.A.
- Díaz Orjuela, L. F. (2001). *Estructuración y sistematización del control de costos en procesos de construcción*. Bogotá.
- Gómez Sánchez Soto, R. (2007). *Modelo conceptual para el monitoreo y control de proyectos de construcción*. San Jose - Costa Rica: UCI.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la Investigación* (5 Ed. ed.). México, D.F.: McGraw Hill Interamericana.

- Jimeno, C. L. (1997). *Manual de túneles y obras subterráneas*. Mostoles (Madrid): Gráficas Arias Montano, S.A.
- Luna Daniel, L. E. (2012). *Especificación Técnica – MQ08-TE-2100-CE1001 “CONSTRUCCIÓN TÚNEL DE DESVÍO RÍO ASANA”*. Moquegua: Angloamerican Quellaveco S.A.
- Mejía, I. R. (2008). *Metodología de la Investigación "Como realizar y presentar trabajos de investigación"* (3ra ed.). La Paz: Sagitario.
- Muñoz, R. C. (2011). *Como elaborar y asesorar una investigacion de Tesis* (Segunda Edición ed.). Naucalpan de Juárez, México: Pearson.
- Puertas Herranz, J. (2010). *Estimación de coste y plazo en proyectos de túneles ejecutados mediante excavación convencional y voladura*. Barcelona - España: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Sáenz de Santa María Gatón, I. (2008). *Estimación de coste y plazo de ejecución en proyectos de túneles mecanizados*. Barcelona - España: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Zapata Degregori, M. P. (2003). *Control de costos de una operación minera mediante el metodo del “resultado operativo”*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

## ANEXOS

1. PLANOS
2. PRESUPUESTO DESCOMPUESTO POR FASES
3. CRONOGRAMA
4. FORMATOS PARA LA TOMA DE DATOS
5. RESULTADO OPERATIVO MENSUAL

