

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**  
**FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS**  
**CIVIL Y DEL AMBIENTE**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**INFORME POR EXPERIENCIA PROFESIONAL**

“Aplicación de Lean Construction en el Proyecto Minero  
Las Bambas: Presa de Tierra Chuspiri y Camino de  
Carga Pesada Tramo 4”

**Presentado por el Bachiller:**

Diego Mathew Ramírez Rodríguez

**Para obtener el Título Profesional de:**

Ingeniero Civil

**AREQUIPA – PERÚ**  
**2016**



## DEDICATORIA

El presente informe está dedicado principalmente a mi familia que han influenciado en todo mi vida , dándome los mejores consejos , guiándome y haciendo de mi la persona que hoy soy , a mis amigos por brindarme sus ánimos y apoyo durante la realización de este trabajo.

Muchas Gracias.

## RESUMEN

El presente informe tiene por objetivo demostrar los resultados y beneficios que se obtienen al aplicar la filosofía *Lean Construction* como una nueva metodología aplicable a la etapa de planificación, ejecución y control en dos Proyectos de construcción de gran envergadura realizados en la ciudad de Apurímac para Minera Las Bambas como parte de dos de los entregables necesarios para iniciar con la producción de cobre como hito principal de todo el proyecto , así como promover la aplicación de esta filosofía en la ejecución de futuros proyectos.

También se describen los conceptos relacionados con la filosofía *Lean Construction* así como las herramientas que se usan dentro de dicha filosofía, esto con la finalidad de poder sustentar la aplicación de la misma en los dos proyectos que se presentaran y los resultados producidos. También se describen los proyectos y alcance de los mismos a fin de poder visualizar y entender el entorno de trabajo en donde fue aplicada la filosofía Lean. Además, se describe y analiza cada una de las herramientas Lean aplicadas a ambos proyectos.

Adicionalmente se muestran y explican los resultados obtenidos, desarrollo, productividad y desempeño obtenido en la vida del proyecto a través de Cuadros de Progreso, Curva S, Porcentaje de Plan Cumplido e Índice de Desempeño.

Finalmente se muestran las conclusiones y propuestas de mejoras obtenidas después de aplicar la Filosofía Lean en ambos proyectos a fin de que puedan ser usadas en la ejecución de futuros proyectos y que el presente trabajo sirva para las personas interesadas en conocer y aplicar la filosofía *Lean Construction*, tanto como para formar una empresa, aplicarla en empresas ya constituidas y aumentar el desarrollo profesional.





## ÍNDICE

<b>CAPÍTULO I : INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1.Introducción.....	2
1.2.Objetivos .....	4
1.3.Método de Estudio .....	6
1.4.Resultados esperados.....	7
<b>CAPÍTULO II : LEAN CONSTRUCTION .....</b>	<b>9</b>
2.1.Antecedentes Históricos.....	10
2.2.Lean Production .....	13
2.2.1. <i>Principios</i> .....	15
2.2.2. <i>Estrategia</i> .....	16
2.2.3. <i>Tipos de desperdicio</i> .....	18
2.3.Lean Construction .....	19
2.3.1. <i>Sistema de Producción Efectivo</i> .....	22
2.4.Lean Project Delivery System (LPDS).....	26
2.5.Target Values Design (TVD) .....	33
2.6.Integrated Project Delivery (IPD).....	36
<b>CAPÍTULO III : CONCEPTOS Y HERRAMIENTAS APLICADOS AL LEAN CONSTRUCTION .....</b>	<b>38</b>
3.1.Productividad en construcción.....	39
3.2.Variabilidad en construcción.....	40
3.3.Justo a tiempo .....	42
3.4.Curva de Aprendizaje .....	43
3.5.Sectorización de tareas .....	46
3.6.Tren de Actividades.....	47
3.7.Colchones (Buffers).....	49
3.7.1. <i>Buffer de Inventario</i> .....	49
3.7.2. <i>Buffer de Tiempo</i> .....	50
3.7.3. <i>Buffer de Capacidad</i> .....	50
3.8.Last Planner System .....	50
3.8.1. <i>Planificación Maestra</i> .....	56



3.8.2. <i>Pull Planning</i> .....	56
3.8.3. <i>Lookahead Plan</i> .....	59
3.8.4. <i>Inventario de Trabajo Ejecutable (Workable backlog)</i> .....	60
3.8.5. <i>Programación Semanal (Weekly Work Plan)</i> .....	60
3.8.6. <i>Programación Diaria</i> .....	61
3.9. Teoría de las Restricciones “Cuellos de botella” .....	62
<b>CAPÍTULO IV : DESCRIPCIÓN DE LOS PROYECTOS</b> .....	<b>63</b>
4.1. Descripción del Proyecto: Presa de Tierra Chuspíri .....	64
4.1.1. <i>Ubicación del Proyecto</i> .....	64
4.1.2. <i>Descripción del Proyecto</i> .....	65
4.1.3. <i>Alcance de los trabajos</i> .....	69
4.1.4. <i>Metrados y Precios Unitarios</i> .....	72
4.1.5. <i>Programa Base</i> .....	76
4.2. Descripción del Proyecto: Camino de Carga Pesada Tramo 4 .....	80
4.2.1. <i>Ubicación del Proyecto</i> .....	80
4.2.2. <i>Descripción del Proyecto</i> .....	81
4.2.3. <i>Alcance de los trabajos</i> .....	85
4.2.4. <i>Metrados y Precios Unitarios</i> .....	87
4.2.5. <i>Programa Base</i> .....	89
<b>CAPÍTULO V : APLICACIÓN DEL LEAN CONSTRUCCIÓN EN LOS PROYECTOS EJECUTADOS</b> .....	<b>92</b>
5.1. Planificación Maestra .....	93
5.1.1. <i>Planificación Maestra “Presa de Tierra Chuspíri”</i> .....	94
5.1.2. <i>Planificación Maestra “Camino de Carga Pesada – Paquete 4”</i> .....	97
5.2. Lookahead.....	101
5.2.1. <i>Lookahead “Presa de Tierra Chuspíri”</i> .....	103
5.2.2. <i>Lookahead “Camino de Carga Pesada – Paquete 4”</i> .....	104
5.3. Análisis de Restricciones.....	106
5.3.1. <i>Análisis de Restricciones “Presa de Tierra Chuspíri”</i> .....	107
5.3.2. <i>Análisis de Restricciones “Camino de Carga Pesada – Paquete 4”</i> .....	108



5.4.Programación Semanal.....	109
5.4.1. Programación Semanal “Presa de Tierra Chuspiri” .....	110
5.4.2. Programación Semanal “Camino de Carga Pesada – Paquete 4” .....	111
5.5.Programación Diaria.....	113
5.5.1. Programación Diaria “Presa de Tierra Chuspiri” .....	114
5.5.2. Programación Diaria “Camino de Carga Pesada – Paquete 4” .....	115
<b>CAPÍTULO VI : RESULTADOS DE LA APLICACIÓN.....</b>	<b>117</b>
6.1.Cuadro General de Progreso .....	118
6.1.1. Cuadro General de Progreso “Presa de Tierra Chuspiri”	119
6.1.2. Cuadro General de Progreso “Camino de Carga Pesada – Paquete 4” .....	121
6.2.Curva S .....	122
6.2.1. Curva S “Presa de Tierra Chuspiri” .....	123
6.2.2. Curva S “Camino de Carga Pesada – Paquete 4” .....	124
6.3.Porcentaje de Plan Cumplido .....	128
6.3.1. Porcentaje de Plan Cumplido “Presa de Tierra Chuspiri”	130
6.3.2. Porcentaje de Plan Cumplido “Presa de Tierra Chuspiri”	132
6.4.Factor de Rendimiento (Performance Factor) .....	133
6.4.1. Factor de Rendimiento “Presa de Tierra Chuspiri” .....	135
6.4.2. Factor de Rendimiento “Camino de Carga Pesada – Paquete 4” .....	137
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>138</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>141</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>142</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Los mejores libros que nos han enseñado acerca de la filosofía Lean los cuales son: La máquina que cambió el mundo, Lean Thinking y Las claves del éxito Toyota .....	12
Figura 2:	Clasificación de actividades según Lean Production .....	13
Figura 3:	Modelo de flujo de procesos. ....	14
Figura 4:	Desperdicios en la construcción.....	20
Figura 5:	Etapa I Asegurar que los flujos no paren .....	23
Figura 6:	Modelo de flujo Etapa II .....	24
Figura 7:	Modelo de flujo Etapa III (Fuente: Instituto Peruano de Lean Construction).....	26
Figura 8:	Lean Project Delivery System .....	27
Figura 9:	Herramientas del Lean Project Delivery System.....	33
Figura 10:	Propuesta del IPD.....	34
Figura 11:	Costos utilizados dentro del concepto TVD .....	35
Figura 12:	Subsistemas en donde se puede apreciar un ahorro en costos compartidos al aplicar Target Costing.....	36
Figura 13:	Que propone el IPD (Fuente: Briosso Xavier, 2014).....	37
Figura 14 :	Tabla de porcentajes de actividades predecesoras .....	41
Figura 15:	Tiempo que se requiere para fabricar partes de avión.....	44
Figura 16:	Curva de tiempo de ejecución versus nro. De repeticiones .....	45
Figura 17:	Curva de rendimiento vs número de repeticiones.....	46



Figura 18 : Sectorización de tareas: Lotes de Producción, Lotes de Transferencia .....	47
Figura 19: Ejemplo de un Tren de actividades .....	48
Figura 20: Formulación de las asignaciones en el Planeamiento Last Planner .....	52
Figura 21: Representación gráfica del Last Planner System.....	54
Figura 22: Esquema Last Planner.....	55



## ÍNDICE IMAGEN

Imagen 1: Ubicación Proyecto Minero "Las Bambas" .....	65
Imagen 2: Presa de Tierra Chuspiri "Primera Etapa" .....	66
Imagen 3: Cuerpo de Presa – Primera Etapa de Construcción .....	68
Imagen 4: Cuerpo de Presa – Segunda Etapa de Construcción.....	69
Imagen 5 : Ubicación Camino de Carga Pesada – Paquete 4 .....	81
Imagen 6: Ubicación Nuevo Trazo Fuerabamba – HHR Paquete 4.....	83
Imagen 7: Ubicación Truck Shop – HHR Paquete 4 .....	84



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Metrados y Precio Unitarios "Presa de Tierra Chuspiri" .....	75
Tabla 2: Cronograma Base "Presa de Tierra Chuspiri" .....	79
Tabla 3: Trazos que comprende el "Camino de Carga Pesada - Paquete 4" .....	82
Tabla 4: Metrados y Precio Unitarios "Camino de Carga Pesada- Paquete 4" .....	88
Tabla 5: Cronograma Base "Camino de Carga Pesada - Paquete 4 " .....	91
Tabla 6: Planificación Maestra " Presa de Tierra Chuspiri " .....	96
Tabla 7: Planificación Maestra " Camino de Carga Pesada – Paquete 4 " .	100
Tabla 8: Lookahead "Presa de Tierra Chuspiri" .....	103
Tabla 9: Lookahead "Camino de Carga Pesada - Paquete 4" .....	105
Tabla 10: Análisis de Restricciones "Presa de Tierra Chuspiri" .....	107
Tabla 11: Análisis de Restricciones "Camino de Carga Pesada – Paquete 4" .....	108
Tabla 12: Programación Semanal "Presa de Tierra Chuspiri".....	110
Tabla 13: Programación Semanal "Camino de Carga Pesada – Paquete 4".....	112
Tabla 14: Programación Diaria "Presa de Tierra Chuspiri" .....	114
Tabla 15: Programación Diaria "Camino de Carga Pesada – Paquete 4" .....	116
Tabla 16: Cuadro General de Progreso "Presa de Tierra Chuspiri" .....	120
Tabla 17: Cuadro General de Progreso "Camino de Carga Pesada – Paquete 4".....	121



Tabla 18: Curva S "Presa de Tierra Chuspiri" .....	123
Tabla 19: Curva S "Camino de Carga Pesada – Paquete 4" .....	127
Tabla 20: Porcentaje de Plan Cumplido "Presa de Tierra Chuspiri" .....	131
Tabla 21: Porcentaje de Plan Cumplido "Camino de Carga Pesada – Paquete4" .....	132
Tabla 22: Factor de Rendimiento "Camino de Carga Pesada-Paquete 4" ....	136
Tabla 23: Factor de Rendimiento "Camino de Carga Pesada-Paquete 4" ....	137



**CAPÍTULO I:  
INTRODUCCIÓN**



## 1.1. Introducción

La aplicación del nuevo modelo productivo a la construcción “Lean Construction” surgió a nivel teórico hace más de 20 años ( 1990 ) ,que fue aplicado primero en el sector del automóvil “Lean Manufacturing” y más tarde fue adaptándose a otras industrias y sectores como es el sector de la construcción el cual se manifestó primero en Estados Unidos ( 2007 ) , donde estudios y análisis revelan que las empresas que aplican esta filosofía han obtenido altos niveles de rendimiento en cuanto a incremento de la productividad , reducción de costos , mayor calidad , cumplimiento de plazos , mayor seguridad en el proceso , mejoras en la gestión de riesgo y mayor grado de satisfacción del cliente<sup>1</sup>.

En el Perú el interés hacia la filosofía “*Lean Construction*” por las empresas del mercado ha sido escasa hasta ahora, la mayoría de empresas de construcción siguen utilizando un sistema tradicional de construcción, el cual tiene resultados un grado de eficiencia bajo, por lo que la productividad que generan es baja, a todo esto se suman los problemas externos que presentan en el rubro de la construcción tales como la inestabilidad laboral. Por lo tanto podemos observar que Perú ha tenido poco desarrollo en el rubro de la construcción a pesar de un incremento en su economía.

El sector de la construcción en el Perú es una de las actividades más importantes en el país económicamente hablando, esto se debe a que a lo largo

---

<sup>1</sup> Koskela,Lauri “Aplication of the new Production filsofyy to construction”. 1992



de los últimos años la construcción ha sido uno de los rubros que han impulsado la economía en nuestro país. El rubro de la construcción está creciendo sostenidamente en el Perú a pesar que se vio afectada por la crisis económica internacional. Actualmente, es uno de los sectores que más contribuye con el crecimiento del PBI.

Pese a su importancia, la construcción en nuestro país es incomprensiblemente uno de los sectores que menor grado de desarrollo ha tenido en comparación con la mayoría de los países latinoamericanos, convirtiéndose en una actividad caracterizada por grandes deficiencias y falta de efectividad. Lo que se traduce en la poca competitividad y coloca a las empresas constructoras peruanas en desventaja frente a los mercados de la economía internacional<sup>2</sup>. Por estas razones, se ha vuelto de suma importancia desarrollar una adecuada gestión de los recursos involucrados en la construcción con la finalidad de controlar los desperdicios y la productividad.

La filosofía Lean aplicada a una empresa nos brinda las herramientas para poder tener una integración entre las empresas que lo aplican y las instituciones u organizaciones que interactúan a lo largo de todo el tiempo que demora un proyecto, esta debe ser conocida y aplicada en todos los niveles jerárquicos de una empresa por lo que se debe adoptar un nuevo modelo de gestión para el proyecto. Las personas representan un activo fundamental, la mano de obra juega un papel más relevante en la mejora continua y la contratación de personal

---

<sup>2</sup> Botero, Luis Fernando. Mejoramiento de la productividad en proyectos de vivienda, a través de la Filosofía Lean Construction. 2002



que se lleva es más ordenada, sostenible y con un horizonte a largo plazo, lo que nos da como resultado mejor calidad en el aspecto laboral. Utilizar este sistema ayuda a incentivar el trabajo en equipo, mejora la comunicación, hace que visualicemos el proceso más fácilmente, ayuda a la identificación de errores desde un inicio, permite tener una resolución eficaz y rápida de problemas y por último se incrementa el grado de gestión de un proyecto.<sup>3</sup>

En el trabajo que se presenta a continuación se explican y ponen en práctica los conceptos de Construcción sin pérdidas “*Lean Construction*” como una alternativa de ejecución en construcción usada a nivel mundial por empresas con gran prestigio obteniendo excelentes resultados y ahora hace algunos años se viene aplicando en el Perú, esta filosofía será aplicada a dos proyectos de construcción en gran minería y así poder ver los resultados que se obtienen, comparando estos con estadísticas de resultados obtenidos al usar el método tradicional de construcción en nuestro país.

## 1.2. Objetivos

- La difusión de los conceptos de la filosofía “*Lean Construction*”, la cual ha mostrado muy buenos resultados en los países en que fue aplicado y que en los últimos años viene aplicándose en el Perú.

<sup>3</sup> Pons Achell, Juan. Introducción a Lean Construction. 2014



- Dar a conocer toda la información adquirida debido a implementar la filosofía *Lean Construction* en una de las obras más grandes del Perú, ejecutada en gran parte por una empresa del entorno la cual tuvo importante participación.
- Conocer a detalle el procedimiento de planificación, ejecución y control de un proyecto que está encaminado teniendo en consideración los lineamientos establecidos por la filosofía "*Lean Construction*".
- Dar a conocer, describir y aplicar las herramientas propuestas y que aplica la filosofía *Lean Construction* para reducir las pérdidas, mejorar la productividad, incrementar el valor del producto final, incrementar la ganancia de la empresa ejecutora de la obra.
- Lograr una correcta gestión de la construcción al aplicar la filosofía *Lean Construction*.
- Dar a conocer todos los conocimientos teóricos y los resultados prácticos de aplicar *Lean Construction*,
- Mostrar los resultados obtenidos al aplicar los principios y herramientas relacionadas al *Lean*, para poder mostrar los buenos resultados que esta filosofía nos presenta y con esto lograr que su estudio e implementación en los proyectos seas cada vez mayor.
- Demostrar que al implementar la filosofía *Lean construction a un proyecto* se generan resultados positivos a lo largo de la vida del



mismo.

### 1.3. Método de Estudio

El método con el que se va a desarrollar el presente informe será el siguiente:

- Se seleccionaran dos proyectos ejecutados como experiencia profesional donde se haya aplicado la filosofía *Lean Construction*.
- Se describen y analizan las herramientas *Lean Construction* que se aplicaron al planeamiento, ejecución y control de los proyectos seleccionados.
- Se describirán los dos proyectos seleccionados así como el proceso constructivo de cada uno de ellos.
- Se describirá el alcance de cada proyecto conforme a las funciones asumidas en el puesto de trabajo brindado en cada proyecto.
- Se mostrarán metrados y presupuestos completos, así como el cronograma de entrega de ambos proyectos.
- Se analizarán y explicarán las herramientas *Lean Construction* utilizadas para cada proyecto.
- Se analizarán y explicarán los resultados obtenidos después de haber hecho uso de las herramientas *Lean Construction* haciendo uso del Cuadro General de Progreso , Curva S , Índices de rendimientos y Porcentaje de Plan Cumplido (PPC).



- Se hace el análisis de los resultados finales obtenidos y la repercusión que estos causan en el proyecto y empresa constructora.
- Finalmente se emitirán las conclusiones en base a los resultados obtenidos donde se resaltarán los beneficios obtenidos al aplicar los conocimientos teóricos y herramientas de la filosofía *Lean Construction*.

#### 1.4. Resultados esperados

Los resultados esperados después de aplicar la filosofía *Lean Construction* son los siguientes:

- Se espera tener cifras como resultado mejores al promedio en productividad tomando como referencia los valores estándar aplicados en Perú, se compararán los rendimientos promedios usados versus los rendimientos obtenidos en ambos proyectos.
- Se espera ejecutar ambos proyectos presentados en el plazo establecido usando el *Last Planner System*, como una de las herramientas más importantes de la filosofía *Lean Construction* presentada, la cual se enfoca a la planificación y cumplimiento del cronograma establecido.
- Los resultados serán analizados en base al cumplimiento de la programación semanal realizada y el Porcentaje de Plan Completado (PPC) donde se estarán obtener valores en porcentaje mayores al promedio.



- Se espera obtener resultados positivo respecto al factor económico, es decir, se verá reflejada una ganancia para la empresa ejecutora conforme a lo planificado, ya que se podrán ver mejoras de la productividad, cumplimiento con los plazos establecidos, dando una correcta asignación de recursos, identificación y minimizando pérdidas a lo largo de todo el proceso.

La correcta aplicación de la filosofía *Lean Construction* y todas sus herramientas se traducirá en la correcta ejecución de ambos proyectos presentados con resultados positivos y esperados conforme a lo planificado.



**CAPÍTULO II:  
LEAN CONSTRUCTION**



## 2.1. Antecedentes Históricos

El termino *lean* se origina en Japón a fines de la década de los 50 y principios de los 60 como producto de las investigaciones realizadas por los ingenieros de la empresa ensambladora de automóviles *Toyota Motor*, quienes pretendían mejorar su línea de producción. Los ingenieros Taiichi Ohno y Shigeo Shingo buscaban eliminar los residuos y tener una mejora en los tiempos de entrega de los automóviles reemplazando el sistema de producción en masa por un sistema de producción a pedido y con esto poder evitar que los automóviles se acumulen.<sup>4</sup>

Con el pasar del tiempo se fue desarrollando lo que en la actualidad se conoce como *Lean Production* “Producción sin pérdidas”, filosofía que es aplicada a la industria y se orienta en gran parte en reducir los desperdicios, dentro de los principales tenemos los tiempos de espera, productos almacenados, sobreproducción, etc. y brinda resultados de productividad positivos respecto a las comparaciones de la época.

Con el desarrollo del *Lean Production* se creó el proceso de manufactura TPS “*Toyota Production System*”, cuyo objetivo fue minimizar defectos en todas las operaciones para mejorar la producción y poder abarcar 40% del mercado automotor japonés.<sup>5</sup>

<sup>4</sup> Palacio P., Álvaro: *Herramientas de lean manufacturing. TPS (Toyota Production System)*. 2012

<sup>5</sup> Koskela, Lauri. “Application of the new production philosophy to construction”. 1992



Los frutos obtenidos del sistema aplicado por Toyota se había expandido y se dieron a conocer fuera de Japón , esta se había expandido hacia todas partes del mundo, los resultados obtenidos por Toyota al aplicar este sistema hizo que poco a poco el mercado automotriz de américa vaya descendiendo , resultado de esto a finales de 1980 una comisión de investigadores del MIT (Massachusetts Institute of Technology) realizaron un estudio que tenía como finalidad investigar acciones y estrategias que la industria de manufactura de automóviles japonesa adelantaba en ese momento , motivo por el cual las empresas norteamericanas se estaban quedando sin mercado rápidamente. Como resultado de la investigación la comisión reunió información del sistema de producción usado en Japón junto con las herramientas que la componían dándole el nombre de Lean Manufacturing, filosofía que fue difundida en los países del occidente.

Introduciéndonos en el campo de la construcción, el ingeniero Lauri Koskela de origen irlandés publica en 1992 un documento llamado “Application of the New Production Philosophy to Construction”; (Aplicación de la Nueva Filosofía de Producción para la Construcción) donde se pueden ver los primeros conceptos enfocados a la construcción referentes a la filosofía del “Lean Production”. En esta publicación no se menciona la palabra Lean como tal pero se habla y se presenta la manera de poder aprovechar herramientas enfocadas a la construcción concerniente a esta filosofía.<sup>6</sup>

---

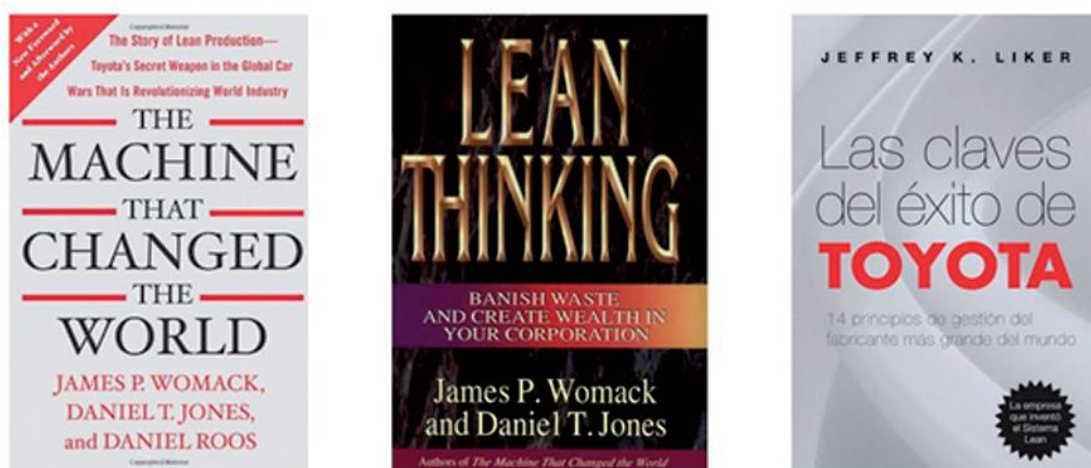
<sup>6</sup> Koskela, Lauri “Application of the new Production filosofy to construction”. 1992



La filosofía *Lean Construction* en la actualidad es muy conocida en algunos países de América y América Latina tales como Estados Unidos, Brasil, Chile, Colombia y por último en el Perú.

En el año 1993 se forma el *International Group for Lean Construction* (IGLC), año donde se da inicio a la denominación de *Lean Construction*. A partir de este momento se fija como objetivo satisfacer mejor la demanda de los clientes y mejorar en forma dramática los procesos de arquitectura, ingeniería, y construcción, así como de los productos.

En el año 2011 se crea el *Capítulo Peruano Lean Construction Institute*, cuyo objetivo fue aumentar el nivel de los profesionales del sector construcción y aumentar la eficiencia de la construcción en el país impulsado por importantes empresas de construcción del Perú.



**Figura 1: Los mejores libros que nos han enseñado acerca de la filosofía Lean los cuales son: La máquina que cambió el mundo, Lean Thinking y Las claves del éxito Toyota**



## 2.2. Lean Production

El sistema de producción “Lean Production” fue desarrollado por Toyota, mediante este sistema Toyota trata de dar un valor agregado a sus productos eliminando actividades que no contribuyen o no son necesarias, actividades que generaran desperdicios en la producción, es decir, *Lean Production* tiene como objetivo principal eliminar o reducir en la medida de lo posible elementos que no contribuyan al proceso total que se tiene al hacer producción.

A continuación se muestra cómo se pueden separar las actividades en un proceso de producción:



**Figura 2: Clasificación de actividades según Lean Production**  
(Fuente propia)

La teoría Lean Production tiene como concepto fundamental visualizar el proceso de producción como una secuencia de recursos que inician con la



introducción del material primario hasta obtener el producto acabado o final el cual llegara a manos del cliente.

En el siguiente grafico se puede observar la secuencia descrita:



**Figura 3: Modelo de flujo de procesos.**  
(Fuente: Propia)

En la figura presentada se representa de manera rápida el flujo de procesos o proceso de producción y las actividades que intervienen en el , incorporando los conceptos obtenidos de la Figura 2 podemos apreciar que los procesos 1 y 2 son actividades que agregan valor al producto , las actividades de espera y transporte en las diferentes etapas del proceso son actividades que no agregan valor al producto , pero el transporte es una actividad necesaria sin embargo los tiempos de espera son actividades innecesarias por lo que se deben eliminar o minimizar en la medida de lo posible haciendo un correcto uso de las herramientas de programación.

A continuación se muestran algunos elementos que la filosofía “Lean Production” considera para ejecutar el proceso de la producción (diseño y control):



### 2.2.1. Principios

- Para ejecutar el proceso de producción se debe detectar los problemas y llegar al origen de los mismos para posteriormente dar solución a ellos y así satisfacer las necesidades requeridas
- Las actividades y el paso a paso a lo largo del proceso de producción debe ser de manera continua y uniforme, para esto se deben optimizar los recursos utilizados y se debe eliminar todo aquello que no genere valor agregado a la producción.
- Lo que debe obtener el cliente son soluciones para que el servicio contratado o producto cumpla con lo requerido.
- Tener en consideración que cada uno de los pasos a lo largo de la producción pueden ser mejorados, es decir debe aplicarse la mejora continua ya que al final se conseguirá que el proceso tenga un avance auto sustentado, donde la producción se hace más dinámica y se obtienen mejores resultados en el aspecto económico y se cumplen los tiempos de entrega establecidos así como las entregas manteniendo una alta calidad.
- Se debe producir solo lo que se necesita, no se debe generar una sobreproducción esto con la finalidad de no quedarse con productos que no fueron solicitados, se debe aplicar el Proceso *Pull*.
- Se debe tener una buena relación con los proveedores de la materia prima y recursos necesarios para iniciar la producción así se podrán



compartir los mismos objetivos a fin de lograr un producto final sin inconveniente.

- Se deben desarrollar agilidad a lo largo del proceso, así cuando sea requerido producir una mayor cantidad de un determinado producto por algún atraso generado se podrá hacer sin dificultad adicional a esto se debe poder producir otros productos y crear diversidad.

### 2.2.2. Estrategia

Toyota creó y desarrolló un programa llamado las 5S con la finalidad de obtener mejoras a largo plazo que abarquen los niveles de organización, orden y limpieza, además de esto tener al personal involucrado en la producción más motivados en el trabajo.

Las 5S están referidas a una estrategia a fin de obtener mejoras, la cual es conocida a nivel internacional y su nombre se deriva de los términos japoneses que a continuación se detallan:

- *seiri*: significa subordinar, clasificar, descartar
- *seiton*: significa sistematizar, ordenar
- *seiso*: significa sanear y limpiar
- *seiketsu*: significa simplificar, estandarizar y volver coherente
- *shitsuke*: significa sostener el proceso, disciplinar<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> Palacio P., Álvaro: *Herramientas de lean manufacturing. TPS (Toyota Production System)*.2012



### **Seiri (subordinar, clasificar, descartar)**

Antes de iniciar con la operación es necesario retirar todos los elementos que no serán utilizados dejando las áreas de trabajo despejadas, todos los elementos que no son necesarios se colocan en un lugar de almacenamiento en donde serán seleccionados en materiales con un nuevo uso o materiales que serán desechados por no ser de utilidad, así se tendrá mayor espacio.

### **Seiton (sistematizar, ordenar)**

Todos los elementos anteriormente clasificados como necesarios para otro proceso y que fueron retirados tienen un espacio en donde serán almacenados, estos lugares usados como almacén serán señalizados y ordenados.

### **Seiso (sanear y limpiar)**

Realizar la limpieza del área como hábito diario al inicio de la jornada va a permitir tener una mejor visión al momento de realizar la inspección diaria y se podrá identificar algún problema en los equipos a utilizar u otro desperfecto que se pudiera presentar, con esto se podrá dar un mantenimiento constante al equipo y será más seguro el uso del mismo al eliminar o disminuir algunos factores de riesgo asociados. Todos estos pasos generaran beneficios al trabajador, dándole a este mayor seguridad y por lo tanto mejor salud.

### **Seiketsu (simplificar, estandarizar y volver coherente)**

En esta etapa lo que se busca es mantener un estándar al aplicar los



procesos anteriores, es decir aplicar la clasificación, orden y limpieza constantemente, haciendo esto se mejorara el entorno de trabajo y se lograra una mejoría significativa en la producción.

### **Shitsuke (sostener el proceso, disciplinar)**

En esta última etapa lo que se busca es mantener funcionando todos los pasos anteriores, hacer que todos estos se cumplan sin fallar.

Con la finalidad de lograr la satisfacción del cliente, satisfacción del ambiente laboral y social cada vez se debe incrementar las mejoras para cada uno de los procesos a seguir, así se podrá crear un sistema de producción eficiente.

### **2.2.3. Tipos de desperdicio**

Dentro de las herramientas comprendidas en el *lean production*, podemos encontrar ocho tipos de desperdicio los cuales deben ser eliminados:

**Movimiento:** Este desperdicio está referido al movimiento de los equipos y al movimiento del personal involucrado, refiere al cuidado de la ergonomía y posturas lo cual va a afectar a la seguridad de las personas y a la calidad del producto terminado

**Sobreproducción:** Este desperdicio se presenta cuando se fabrica una mayor cantidad de productos generando un stock o cuando la fabricación tuvo que ser detenida por algún motivo y no se hizo.

**Espera:** Este desperdicio refiere a los tiempos de inactividad a lo largo de



un proceso, estos tiempos muertos no generan ninguna ganancia he incrementan el precio del producto.

**Transporte:** Este desperdicio se da cuando se transporta materiales innecesariamente, es decir que no se necesitaba llevar de un lugar a otro un producto para cumplir con el proceso.

**Procesado extra:** Este desperdicio refiere a todos los trabajos extras que se realizan a lo largo del proceso de producción los cuales no aportan un valor a la misma y deben ser eliminados.

**Corrección:** Este desperdicio es aplicado a los productos fallados o malogrados en el proceso, es decir el tiempo que se necesita en hacer que este producto se corrija o se repare.

**Inventario:** Desperdicio que es generado cuando la producción para o no tiene el ritmo requerido, genera que aumenten las fallas en lo productos y se desperdicia espacio.

**El conocimiento desconectado:** Este desperdicio se da cuando las personas involucradas en el proceso de producción no están alineadas entre sí.<sup>8</sup>

### 2.3. Lean Construction

Es una filosofía que busca reducir o eliminar las actividades que no

---

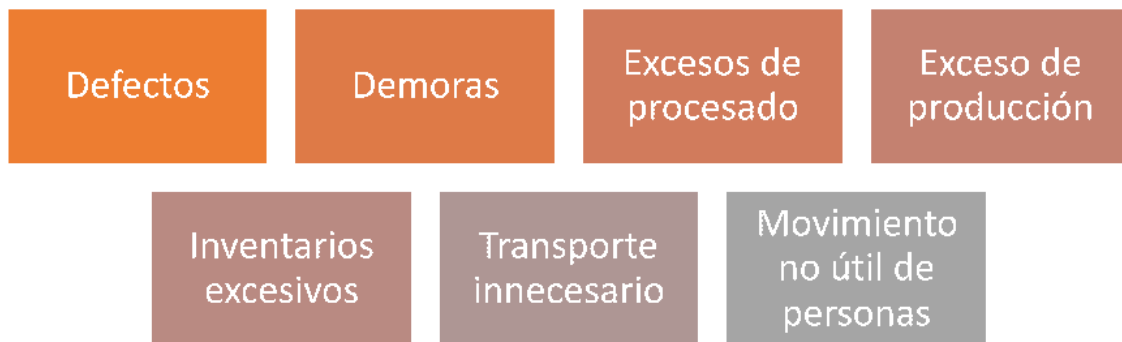
<sup>8</sup> Koskela, Lauri. Making Do – “Las ocho categorías de desperdicio”



agregan ningún valor a un proyecto de construcción a lo largo de toda la administración del mismo, adicional a esto busca optimizar las actividades que si aportan avance a la construcción por lo que para lograr estos objetivos presenta y maneja ciertas herramientas las cuales ayudaran durante todo el proceso de ejecución del proyecto para que la producción tenga poco desperdicio en el paso a paso , es decir todo aquello que no tiene ningún valor para aportar a las actividades productivas.

La filosofía Lean clasifica los residuos o desperdicios en siete categorías tal y como se muestra a continuación:<sup>9</sup>

#### DESPERDICIOS EN LA CONSTRUCCIÓN



**Figura 4: Desperdicios en la construcción**  
(Fuente: Lauri Koskela, 1992)

*Lean Construction* como filosofía está basada en gestionar la producción en los proyectos de construcción, se presenta a través de esta una nueva forma de ver y construir una estructura la cual está metida desde el diseño de la misma.

<sup>9</sup> Botero, Luis Fernando. "Construcción sin pérdidas, análisis de procesos y filosofía lean construction". 2006



La gestión de la producción Lean ha hecho el sector industrial cambie drásticamente desde la etapa diseño, pasando por el suministro y posterior montaje. Lean tiene como uno de sus objetivos incrementar el valor de todo el sistema de producción y eliminar o minimizar los desperdicios, Lean crea una nueva forma de realizar los procesos de trabajo, aplica un nuevo concepto de ejecución de un proyecto y entrega final al cliente.

Como resultado:

- Se hace el diseño en conjunto del edificio o estructura a construir con la entrega del mismo así poder mostrarlo al cliente y mejorar la demanda del mismo.
- Se aplica la filosofía durante todo el proceso así se puede incrementar el valor y reducir los desperdicios que se generen en todos los niveles de ejecución del proyecto.
- A lo largo de la vida del proyecto, día a día se deben manejar y enfocar los esfuerzos en mejorar el rendimiento global del mismo , por ser esto de mayor importancia que reducir los costos asociados o aumentar la rapidez con que una actividad no involucrada directamente se ejecuta.
- Todos los rendimientos obtenidos diariamente son controlados y medidos con la finalidad de graficarlos y buscar una mejora continua de los mismos.
- Se debe tener en consideración que obtener una mayor calidad e incremento de velocidad en un proyecto no siempre significa un mayor



costo asociado por lo que esta filosofía ayuda a desmentir este concepto especialmente útil en proyectos en donde el tiempo es limitado y son de gran envergadura.<sup>10</sup>

### 2.3.1. Sistema de Producción Efectivo

La filosofía *Lean Construction* tiene por objetivo solucionar problemas que puedan presentarse al hacer uso de la metodología tradicional de construcción, lo que propone dicha filosofía es generar un sistema efectivo en donde la productividad, el tiempo y el costo asociado se vean afectados de manera positiva y para lograr eso se tienen tres objetivos que a continuación se muestran:

#### a. Asegurar que los flujos no paren

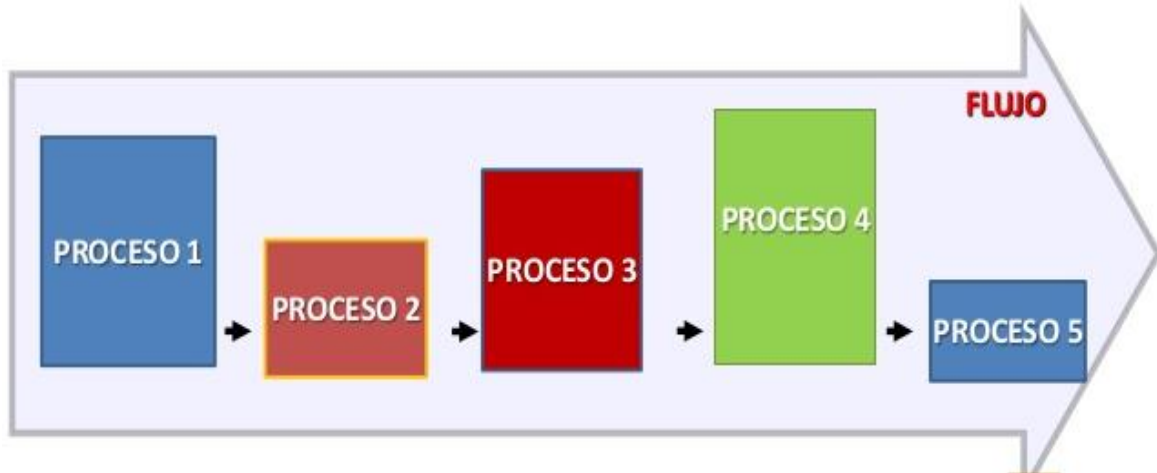
En esta etapa debemos concentrarnos en dar una continuidad a los procesos, al flujo del mismo siendo esta la etapa más importante, no se debe tomar en cuenta la eficiencia con que trabaja el proceso. Así logramos que el trabajo no se detenga ya que este será continuo en toda su duración y se podrá ver con más claridad las fallas que se dan entre estos para poder así minimizar o eliminar estas en la medida de lo posible.

---

<sup>10</sup> Botero, Luis Fernando. “*Construcción sin pérdidas, análisis de procesos y filosofía lean construction*”.2006



## **ETAPA I: Asegurar que los flujos no paren. (Aun con flujos y procesos ineficientes).**



*Figura 5: Etapa I Asegurar que los flujos no paren  
(Fuente: Instituto Peruano de Lean Construction)*

En esta primera etapa se puede ver que se logra dar continuidad a los procesos, sin embargo se presentan pérdidas en alguno de ellos, esto debido a que la capacidad de producción que se tiene en cada proceso es diferente de la otra por lo que el flujo también varía mientras avanza.

Para poder lograr el primero objetivo la filosofía Lean da una propuesta la cual involucra tomar dos tipos de acciones las cuales están enfocadas en hacer uso del sistema *Last Planner* y lograr el manejo de la Variabilidad .

**Manejo de la variabilidad:** En proyectos alejados de las ciudades y de infraestructura es de mayor importancia, debido a que en este tipo de casos de presenta una mayor la variabilidad en comparación con edificaciones y proyectos cercanos a las ciudades. La filosofía Lean Construction plantea



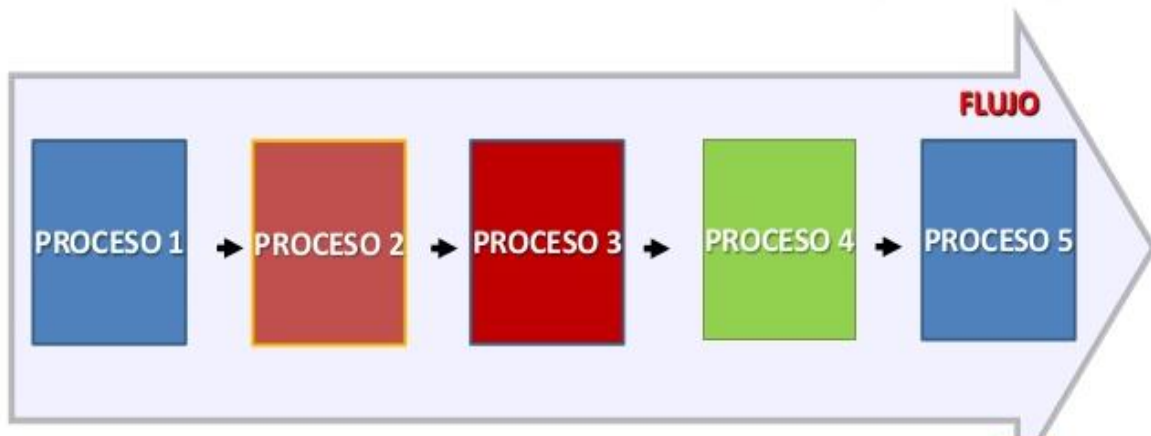
manejar la variabilidad con el uso de Buffers.

**Sistema Last Planner:** El uso de esta herramienta es más importante en proyectos donde se tiene una variabilidad menor y es más controlable , al hacer uso del *Last Planner* se puede asegurar que la planificación se cumpla con un mayor porcentaje de éxito , es decir , lo que hace es incrementar la confiabilidad durante el proceso de la construcción.

### b. Lograr flujos eficientes

En la segunda etapa el trabajo total es dividido de forma equitativa para cada proceso así se consigue tener un balance de flujos entre los procesos. Para cumplir con este objetivo se usan los principios de física de producción y el tren de actividades, todo esto con la finalidad de tener un sistema de producción efectivo.

## **ETAPA 2: Los flujos no paran y son eficientes. (Procesos todavía ineficientes).**



*Figura 6: Modelo de flujo Etapa II  
(Fuente: Instituto Peruano de Lean Construction)*



**Física de producción:** Para explicar este principio debemos de identificar el proceso que genera el menor lujo ya que este proceso es el que determinara la capacidad de todo el sistema, en cuento a producción por lo que es necesario balancear los flujos.

**Tren de actividades:** Este concepto está referido a lograr una secuencia de trabajo o actividades donde se debe lograr que el trabajo total a lo largo de todo el proceso se reparta en partes iguales en cada proceso y ser cumplidas en tiempos iguales.

Al aplicar la física de producción y tren de actividades al sistema tendremos como resultado que todo el proceso de producción será continuo y repartido en partes iguales cumpliendo con la segunda etapa de producción.

### **c. Lograr procesos eficientes**

Para lograr eficiencia en los procesos, en esta tercera etapa debemos hacer uso de las herramientas que la filosofía *Lean Construction* nos presenta, teniendo como base optimizar todos los procesos involucrados.

### **d. Optimización de Procesos**

Para lograr cumplir con esta etapa nos ayudamos de dos herramientas que son el nivel de actividad en general y cartas balance, herramientas que nos ayudan a conocer en qué etapa se encuentra cada proceso (estado del proceso) y la manera de como optimizar el mismo cumpliendo así esta etapa.



## **ETAPA III: Flujos no paran. Flujos y procesos eficientes.**

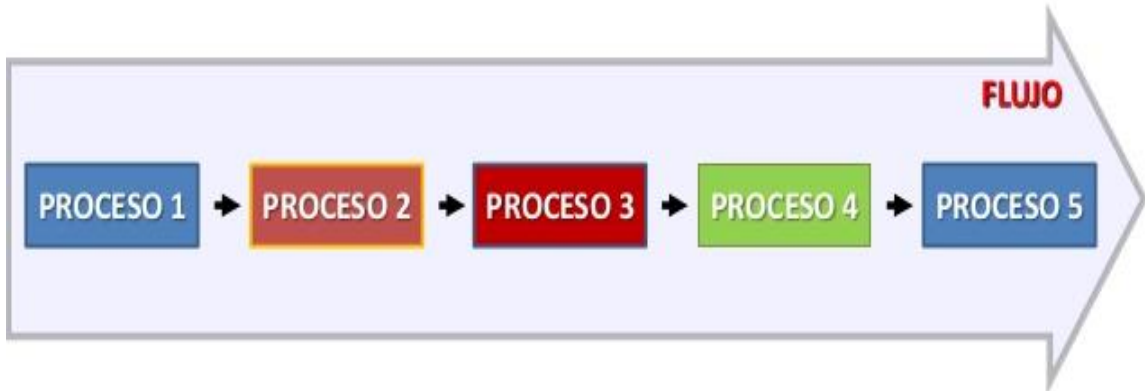


Figura 7: Modelo de flujo Etapa III (Fuente: Instituto Peruano de *Lean Construction*)

En esta tercera etapa lo que logramos es que cada proceso y los recursos que intervienen en el estén bien dimensionados tal y como se muestra en la Figura 7, de esta manera logramos que toda la producción sea más efectiva y eficiente ya que eliminamos los desechos o desperdicios generados.

Como se ve en la figura lo que se obtiene con este último objetivo es dimensionar de manera correcta los procesos y recursos, eliminando así el desperdicio dentro de cada proceso y logrando que todo el sistema de producción sea más efectivo, ya que se obtendrá un flujo continuo con procesos eficientes.

### **2.4. Lean Project Delivery System (LPDS)**

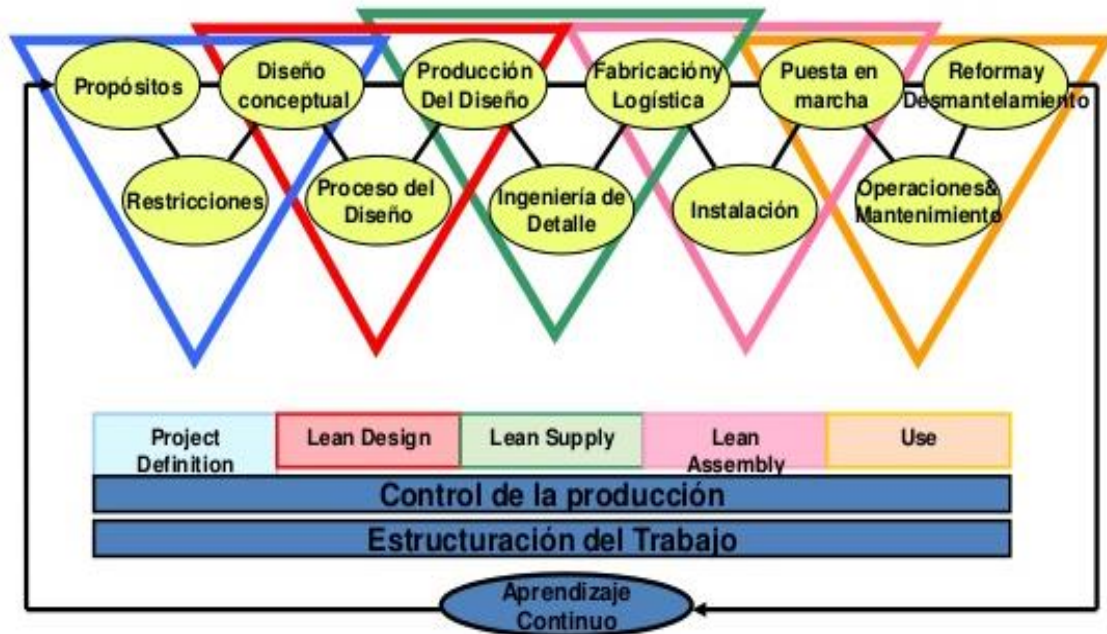
El *Lean Project Delivery System* (LPDS) fue desarrollado por el *Lean Construction Institute*, lo que se buscaba con esto es utilizar todos los conceptos



que se tenían hasta el momento sobre cómo mejorar la producción en la industria en todas las fases del proyecto y aplicarlos al Lean mejorando así a los proyectos de construcción.

Cuando comenzó el uso del Lean Project Delivery System, este solo era usado específicamente en la etapa de construcción de un proyecto, debido a los resultados que se obtenían se decidió aplicar esos conceptos a las otras etapas y distintas áreas que componen un proyecto en general, conceptos y herramientas que pueden ser utilizadas desde el inicio hasta el fin de un proyecto, esto se le conoce como sistema Lean.<sup>11</sup>

**LEAN PROJECT DELIVERY SYSTEM <sup>TM34</sup>**



**Figura 8: Lean Project Delivery System**  
(Fuente: Universidad Politécnica de Valencia - Ballard, 2000)

<sup>11</sup> Ballard, Glen. "Lean Project Delivery System". Lean construction institute, California. 2000



El método Lean Project Delivery System tiene 14 módulos, 11 de ellos están organizados por fases, las cuales son 5 y son mostradas en la figura 8, cada una de las fases está relacionada y tienen una secuencia, adicional a esto se tienen 2 módulos más, uno denominado control de la producción y el segundo llamado estructuración del trabajo, estos dos módulos tienen como función actuar en todas las fases del proyecto, por último para poder unir el final de un proyecto con el inicio de uno nuevo se usa el módulo de evaluación post ocupación.

Las 5 fases que propone el LPDS son las siguientes:

- **Definición del Proyecto (*Project Definition*)**

Esta fase está conformada por 3 módulos

Propósito: donde se ven las necesidades de los clientes y lo que esperan obtener.

Restricciones: estudiar las posibles restricciones que pudieran presentarse.

Diseño conceptual: donde se estudian los conceptos y criterios tomados para el diseño, este módulo se enlaza con la siguiente fase.

- **Diseño Lean (*Lean Design*)**

Esta fase está conformada por 3 módulos

Diseño conceptual: módulo que inicia traído de la fase anterior.

Proceso del diseño: donde se ven los procedimientos que se deben



seguir para lograr un diseño óptimo y hacer de este eficiente.

Producción del diseño: en donde se generan las actividades que definirán como quedara el producto final haciendo uso de ciertos estándares.

- **Abastecimiento Lean (*Lean Supply*)**

Esta fase está conformada por 3 módulos

Producción de Diseño: este módulo está conectado con la fase anterior, ya que para dar inicio al abastecimiento se necesita tener el diseño.

Ingeniería de Detalle: donde se conoce a fondo lo que se trabajó en la fase de diseño.

Fabricación y logística: fabricación y compra de los materiales necesarios para poder arrancar la siguiente fase.

- **Ejecución Lean (*Lean Assembly*)**

Esta fase está conformada por 3 módulos, fase enfocada directamente a la producción.

Fabricación y Logística: donde se brindan los recursos necesarios para la construcción.

Instalación: propiamente la construcción en el lugar donde será ejecutado el proyecto.

Puesta en marcha: donde se hacen las pruebas necesarias al producto



terminado.

- **Uso**

Esta fase está conformada por 3 módulos

Puesta en marcha: pruebas y entrega realizada en la fase anterior.

Operaciones y mantenimiento: desarrollada por el cliente durante la operación del proyecto entregado.

Reforma y Desmantelamiento: refiere a las reparaciones que pudieran darse a lo largo de la operación del proyecto.

Además de los once módulos ya descritos se tienen tres más los cuales se presentan a continuación:

- **Control de Producción**

Este módulo consiste en asegurar in control durante el trabajo y las fases o actividades que lo componen, se usa como herramienta al *Last Planner System* que actúa durante todo el proyecto.

- **Estructuración del Trabajo**

En este módulo lo que se busca es que toda la construcción sea más confiables, más eficiente y que incluya un valor agregado el cual será entregado al cliente. La estructuración del trabajo será constante en el tiempo del proyecto en donde la planificación del mismo debe ser contante.

Al final de todo debemos hacer una evaluación la cual enlaza un proyecto terminado con un nuevo que esta por venir, esta evaluación se llama post



ocupación la cual funciona como un motor de mejora continua recordando todo lo hecho en el proyecto entregado, de donde se pueden desprender conclusiones y mejoras aplicables al nuevo proyecto, esto servirá para incrementar la calidad del nuevo producto terminado hacia el cliente.

### Herramientas Del “Lean Project Delivery System”

Con la finalidad de aplicar lo aprendido se han desarrollado herramientas las cuales serán aplicadas para cada fase en el proceso de construcción, conformando de esta manera el sistema de entrega *Lean*.

Las herramientas del Lean Project Delivery System son en total 42 y se dividen en cada fase tal como sigue<sup>12</sup>:

LPDS	Numero	Herramienta	Fuente
DEFINICIÓN DEL PROYECTO	1	MATRIZ DE SELECCIÓN DEL EQUIPO DE DISEÑO	Pablo Orihuela et al 2011
	2	CUADERNO DE DISEÑO	Pablo Orihuela et al 2011
	3	MATRIZ DE NECESIDADES Y VALORES DEL INVERSIONISTA	Pablo Orihuela et al 2011
	4	MATRIZ DE NECESIDADES Y VALORES DEL USUARIO FINAL	Pablo Orihuela et al 2011
	5	BASE DE DATOS Y REPOSITORIOS	Ines Castillo 2014
	6	MATRIZ DE ALINEACIÓN DE PROPOSITOS	Pablo Orihuela et al 2011
	7	DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD (QFD)	Yoji Akao 1978

<sup>12</sup> Castillo, Inés. “Herramientas del sistema de entrega de proyectos lean LPDS”. 2014



<b>DISEÑO LEAN</b>	8	REPORTE A3	Toyota
	9	ESTACIONAMIENTO	Cynthia Tsao et al 2002
	10	MATRIZ DE RESPONSABILIDADES	Carlos Formoso et a 1999
	11	TABLA DE ENTRADAS Y SALIDAS	Carlos Formoso et a 1999
	12	LISTA DE TAREAS	Luis Alarcón et a 1998
	13	LISTA DE CHEQUEO	Luis Alarcón et a 1998
	14	SOLICITUD DE INFORMACIÓN (RFI)	Grupo Internacional de Lean Construction
	15	CONSTRUCTABILIDAD EN EL DISEÑO	Instituto de la industria de la construcción 1986
<b>ABASTECIMIENTO LEAN</b>	16	CENTROS LOGISTICOS	Iris Tommelein et al 2007
	17	5S	Toyota
	18	MATRIZ MULTICRITERIO	Pablo Orihuela et al 2008
	19	MAPEO DE LA CADENA DE VALOR	Toyota
	20	KANBAN	Toyota
<b>EJECUCIÓN LEAN</b>	21	FIRST RUN STUDIES	Instituto de la construcción lean
	22	NIVEL DE ACTIVIDAD	Alfredo Serpell 1990
	23	CARTA DE BALANCE	Alfredo Serpell 1990
	24	CUADRO COMBINADO DE TRABAJO ESTANDARIZADO	Nakagawa y Shimizu 2004
	25	POKA YOKE	Shingueo Shingo 1960
	26	MANUALES DE PROCESOS	Ines Castillo 2014
	27	ANDON	Toyota
	28	ONE TOUCH HANDLING	Glenn Ballard et al 2002
<b>USO</b>	29	EVALUACIONES POST-OCUPACIÓN	Instituto de la construcción lean
	30	MANUAL DEL CLIENTE	Ines Castillo 2014
	31	FORMULARIO DE ASISTENCIA TÉCNICA	Ines Castillo 2014
	32	PLAN DE INSPECCIONES PERIÓDICAS	Cupertino et al 2011
	33	DIAGRAMA DE FLUJO Y TIEMPO DE ENTREGA DE LAS ACTIVIDADES	Cupertino et al 2011



<b>CONTROL DE PRODUCCIÓN</b>	34	PLANIFICACIÓN MAESTRA	Grupo internacional de Lean Construction
	35	PLANIFICACIÓN POR FASES	Glenn Ballard 2000
	36	LOOKAHEAD PLANNING	Glenn Ballard y Greg Howell 2004
	37	PLAN DE TRABAJO SEMANAL	Glenn Ballard y Greg
	38	PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO	Glenn Ballard y Greg
	39	RAZONES DE NO CUMPLIMIENTO	Glenn Ballard y Greg
	40	LINEAS DE BALANCE	Goodyear Tire & Rubber Company
<b>TRABAJO ESTRUCTURADO</b>	41	5 WHYS	Toyota
	42	BUFFERS	Grupo internacional de Lean Construction

**Figura 9: Herramientas del Lean Project Delivery System**  
(Fuente: Tesis Inés Castillo PUCP, 2014)

## 2.5. Target Values Design (TVD)

Es una práctica de gestión que sirve para asegurar que todas las instalaciones del proyecto cumplan con todas las necesidades operativas exigidas por el cliente y que se requieren para iniciar con la construcción. La finalidad de aplicar esta práctica es mantener un presupuesto por debajo del valor referencial que nos brinda el mercado y que cumpla con el presupuesto exigido por el cliente, con esto elevamos el valor final del proyecto el cual será entregado al cliente<sup>13</sup>.

<sup>13</sup> Ballard, Glen “ *The last planner system of production control*”. Facultad de Ingeniería. 2000



En la siguiente figura podemos apreciar cómo se desarrolla un proyecto de forma tradicional y otro con usando el *Target Values Design* como practica:

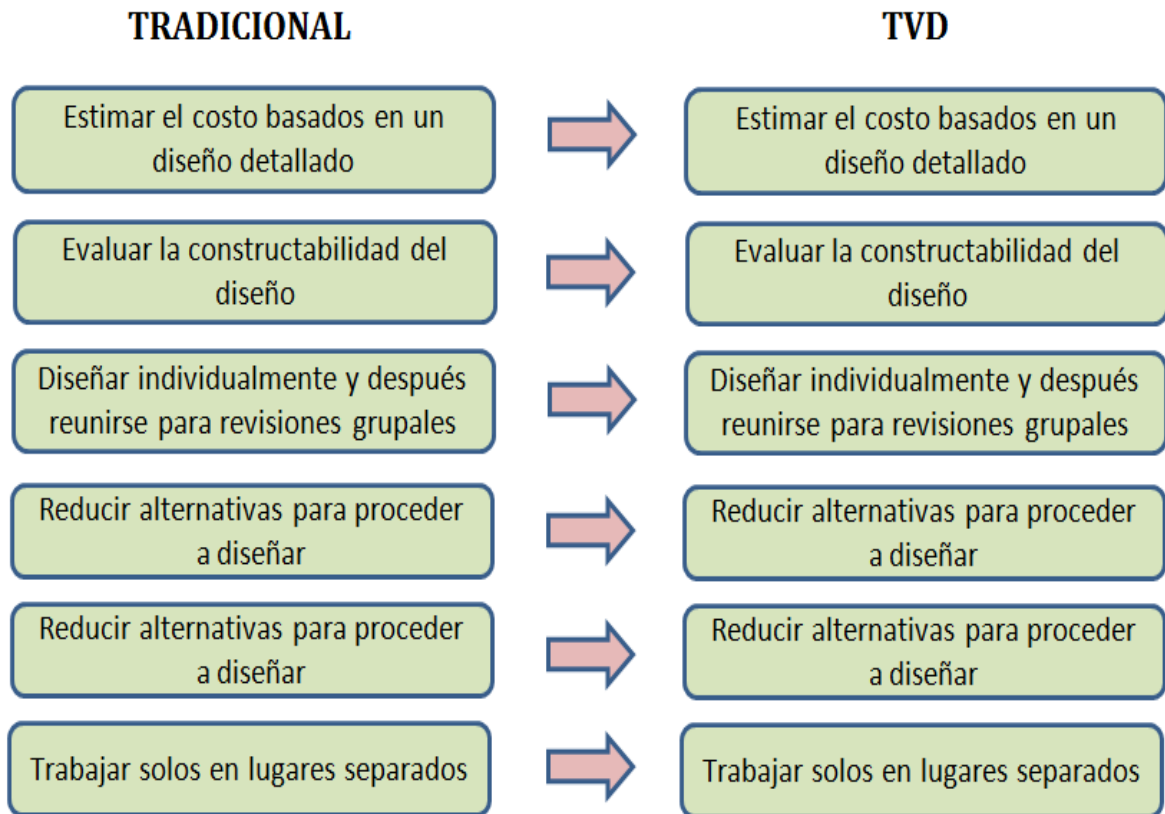


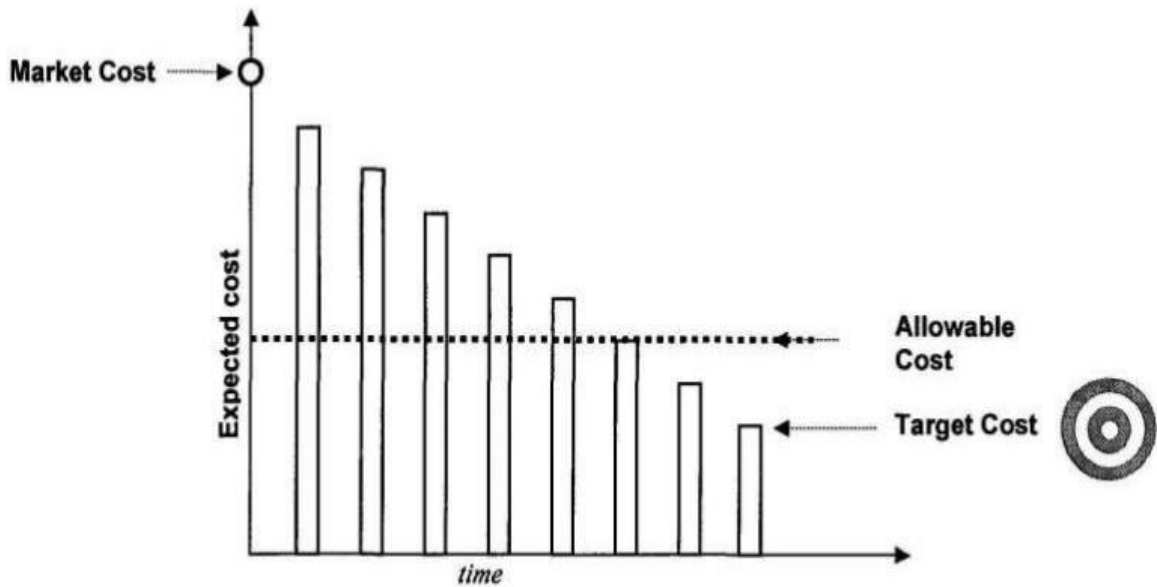
Figura 10: Propuesta del IPD  
(Fuente: Brioso, 2014)

El equipo encargado de realizar el diseño de un proyecto debe tener en consideración un costo meta “Target Cost” el cual debe ser menor al costo que determinado por el cliente, esto hace que el equipo de trabajo deba de utilizar todas las herramientas necesarias para cumplir con lo encomendado.

Como se puede apreciar en la Figura 11 tenemos representado cual sería el costo del mercado “Market Cost”, el costo meta del cliente “Allowable Cost” y



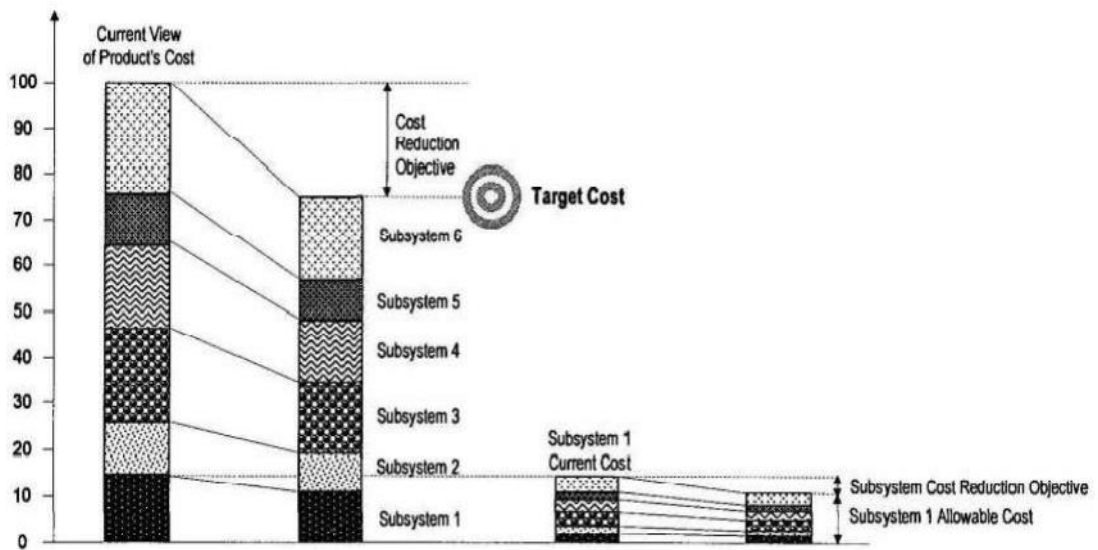
el costo al que debemos llegar “*Target Cost*”; comparado con el tiempo de duración del proyecto.



**Figura 11: Costos utilizados dentro del concepto TVD**  
(Fuente: Rybkowski S., 2009)<sup>14</sup>

En la Figura 12 se pueden apreciar las etapas que se siguen para poder alcanzar el costo al que debemos llegar o se tiene como objetivo. Se deben verificar aspectos de diseño, construcción, logística y ver en cuál de ellos puede haber una reducción en los costos.

<sup>14</sup> Brioso, Xavier. “Material de la diplomatura de Gestión de Proyectos de Construcción”, PUCP, 2014.



**Figura 12: Subistemas en donde se puede apreciar un ahorro en costos compartidos al aplicar Target Costing (Fuente: Rybkowski S., 2009)<sup>15</sup>**

## 2.6. Integrated Project Delivery (IPD)

Lo que busca este sistema integrado de entrega de proyectos es conformar la planificación y producción de un proyecto haciendo que todos los miembros que forman el equipo estén alineados en el uso de los conceptos y prácticas que el *Lean Project Design System* nos enseña.

Este sistema involucra a todos los miembros del equipo de trabajo, desde miembros de la misma empresa, contratistas proveedores, diseñadores, etc., todo esto con el objetivo de entregar un producto óptimo y conforme a lo

<sup>15</sup> Brioso, Xavier. "Material de la diplomatura de Gestión de Proyectos de Construcción", PUCP, 2014.



requerido para el cliente.

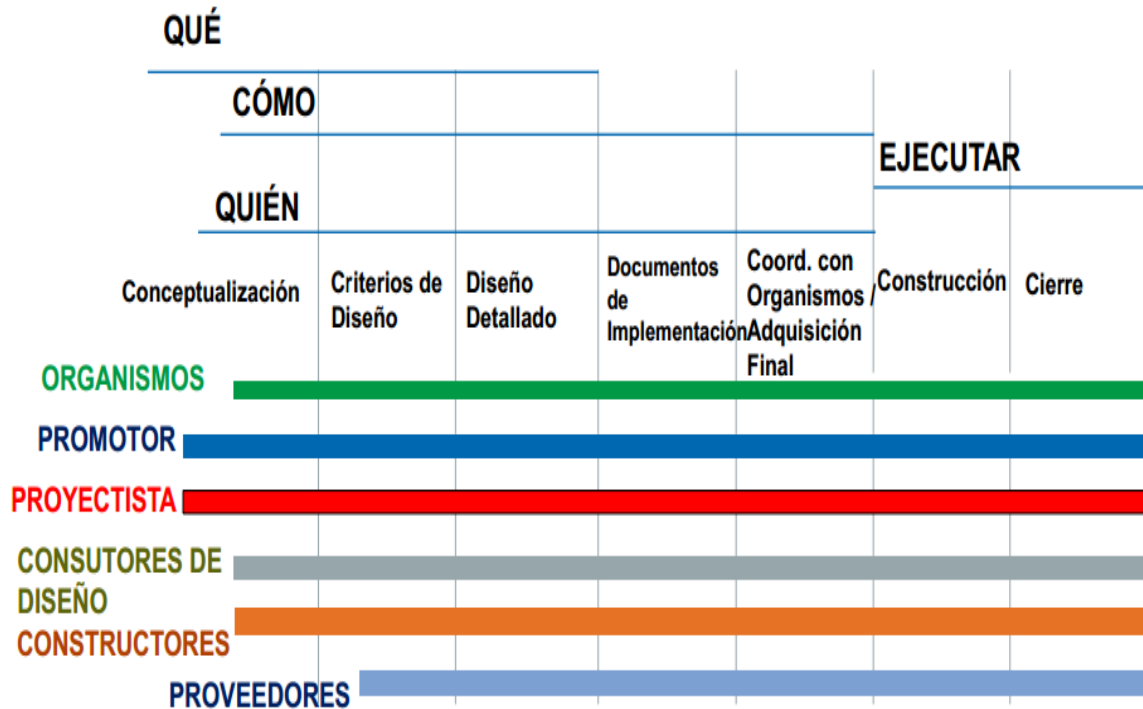


Figura 13: Que propone el IPD (Fuente: Brioso Xavier, 2014)

La propuesta que nos presenta el Integrated Project Delivery (IPD) es generar un producto con un valor agregado, esto se logra involucrando a todos los participantes en el proceso de construcción tal y como se muestra en la Figura 13.

En nuestro país esta metodología no es muy conocida, la construcción se maneja de manera tradicional en donde las personas que intervienen en el proceso de construcción solo lo hacen en las etapas que tienen relación directa con su función.



**CAPÍTULO III:  
CONCEPTOS Y HERRAMIENTAS APLICADOS AL  
LEAN CONSTRUCTION**



### 3.1. Productividad en construcción

Tenemos varios conceptos de productividad, Serpell y Alarcón en su publicación de 1999 nos dice que la productividad es “una medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un proyecto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado”.

La productividad en construcción también es definida como la relación entre la producción y los recursos que se usan en un sistema de producción, es decir que para tener un aumento en la producción es necesario aumentar la productividad usando la misma cantidad de recursos.

Analizando a los trabajadores involucrados en un proceso de producción estos pueden realizar tres tipos de actividades las cuales se describen a continuación:

- **Trabajo Productivo (TP):**

Son los trabajos o actividades de construcción que aportan valor directamente a la producción. Por ejemplo: colocación de acero, vaciado de columnas, colocación de porcelanato, etc.

- **Trabajo Contributorio(TC):**

Son los trabajos necesarios para que el trabajo productivo sea ejecutado, pueden llamarse trabajos de soporte a la construcción, no aportan valor a la construcción y deben ser minimizados en la medida de lo posible con la finalidad



de mejorar la productividad. Por ejemplo: lectura de planos, instrucciones de campo, traslado de materiales, etc.

- **Trabajo No Contributorio(TNC):**

Son los trabajos no incluidos en las anteriores categorías, son actividades que no son necesarias y no agregan ningún valor a la producción por lo que deben ser eliminadas, estas actividades son realizadas por el trabajador. Por ejemplo: retrabajos, tiempos de espera, descanso del personal, etc.

### 3.2. Variabilidad en construcción

La variabilidad en construcción se puede definir como las desviaciones que se presentan a lo largo del proceso de construcción que pueden ser internas y externas, estas desviaciones se presentan en todos los proyectos y se incrementa el número de ellas conforme a la ubicación del proyecto, magnitud del mismo, grado de complejidad, etc. Estas desviaciones no son predecibles y no pueden ser eliminados por completo ya que se sabe cuándo ocurrirán, de igual manera deben ser tomadas en consideración ya que podrían generar un impacto negativo mayor al no hacerlo.

Para proyectos de construcción con gran cantidad de actividades la variabilidad se convierte en un problema. Para explicar mejor la variabilidad en un proceso de construcción se tiene la Figura 14 donde se muestran los porcentajes de confiabilidad de los procesos, también se puede apreciar que al tener mayor cantidad de actividades predecesoras la confiabilidad baja

enormemente.

Actividades Predecesoras	Confiabilidad del Proceso	Confiabilidad del último Proceso
1		95%
2		90%
5	95%	77%
10		60%
20		36%
30		21%
50		8%

**Figura 14 : Tabla de porcentajes de actividades predecesoras (Fuente: Capítulo Peruano LCI, 2012)**

Con la finalidad de lograr nuestras metas en el proceso de producción es necesario manejar correctamente la variabilidad, así podemos obtener que los desperdicios generados sean menores y que las pérdidas bajen considerablemente acorde con los lineamientos de la filosofía Lean Construction.

Como primer paso para lograr los objetivos que indica el Lean es minimizar la variabilidad tanto como se pueda, se deben utilizar herramientas para reducir los retrasos generados por la variabilidad usando el Lean.



### 3.3. Justo a tiempo

El Justo a Tiempo por su traducción del inglés “*Just in Time*” es un modelo de gestión el cual está basado en los conceptos que rige a la filosofía *Lean Construction* la cual trata de minimizar lo máximo posible que haya inventario ya que este representa una pérdida para la producción por lo que se tienen costos en contra asociados.

Lo que se intenta obtener con el Justo a tiempo es contar con los recursos necesarios para la producción en el momento justo y en la cantidad correcta, es decir, se deben contar con los recursos necesarios, en el momento adecuado, en el lugar que se necesitan y en la cantidad exacta requerida.<sup>16</sup>

En el caso de la situación en el Perú se tiene dificultades para poder aplicar de manera efectiva el modelo de “Justo a tiempo” ya que gestionar que todos los recursos estén a tiempo en ocasiones depende de la intervención de proveedores , quienes deben de cumplir con el pedido hecho en el tiempo pactado para poder tener a tiempo los recursos en obra , pero en nuestro país se cuenta con pocos proveedores serios que estén alineados a este modelos , para gestionar de manera eficiente los recursos para este modelo debemos de ayudarnos de la herramienta “*Lookahead*” en donde debe estar comprometido el proveedor.

---

• <sup>16</sup> Koskela, Lauri. “Application of the new production philosophy to construction”. 1992.



### 3.4. Curva de Aprendizaje

El concepto de Curva de aprendizaje fue visto por primera vez en un estudio de tiempos de producción de piezas para aviones fundamentado por Theodore Paul Wright en el año de 1936, en donde se indica que el personal involucrado en la producción de piezas adquiere una mayor experiencia conforme los trabajos sean ejecutados mas y más veces, por lo que se puede deducir que el tiempo de producción disminuye.

El autor del estudio planteo una relación entre el porcentaje de aprendizaje de un trabajador versus una disminución en el tiempo de producción cierto elemento, por lo que se dio que cuando un trabajador haga una tarea el doble de veces, el tiempo de la tarea será menor haciendo uso del porcentaje de aprendizaje para lograr un dato exacto.

A continuación se presenta la tabla donde se ilustra el trabajo presentado por Theodore P. Wright:<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> Wright, T.P., "Factors Affecting the Cost of Airplanes", *Journal of Aeronautical Sciences*.1936.

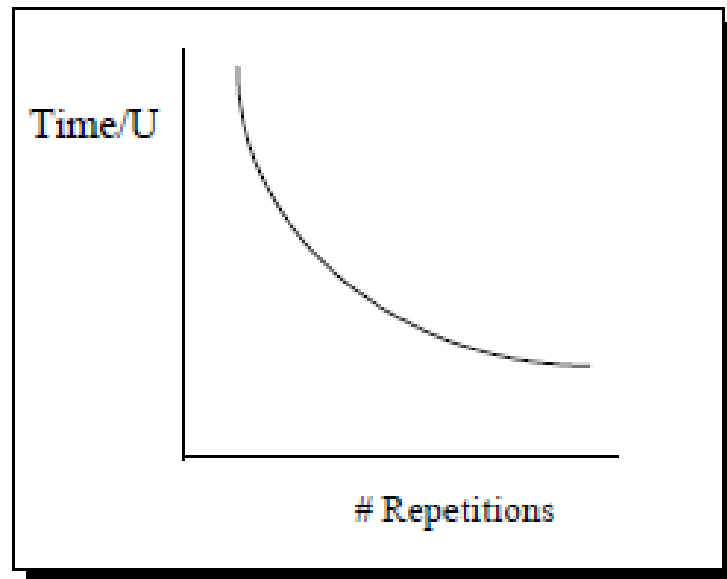


Time required to make airplane parts			
N repetitions	Time / Ratio	Ratio	
	Unit	$T_n/T_1$	$T_n/T_{n/2}$
1	10		
2	8	0.8	0.8
3	7	0.7	
4	6.4	0.64	0.8
5	6	0.6	
6	5.6	0.56	0.8
7	5.3	0.53	
8	5.1	0.51	0.8

**Figura 15: Tiempo que se requiere para fabricar partes de avión**  
(Fuente: T.P. Wright)

Con los datos que se obtienen del cuadro mostrado en la Figura 15 se puede graficar una curva la cual nos indica que conforme más repeticiones se tenga en ejecutar una tarea menor será el tiempo de ejecución de la misma por lo que los trabajadores van adquiriendo cada vez un nivel mayor de experiencia y el trabajo se mantendrá a un ritmo constante.<sup>18</sup>

<sup>18</sup> Wright, T.P., "Factors Affecting the Cost of Airplanes", *Journal of Aeronautical Sciences*.1936.

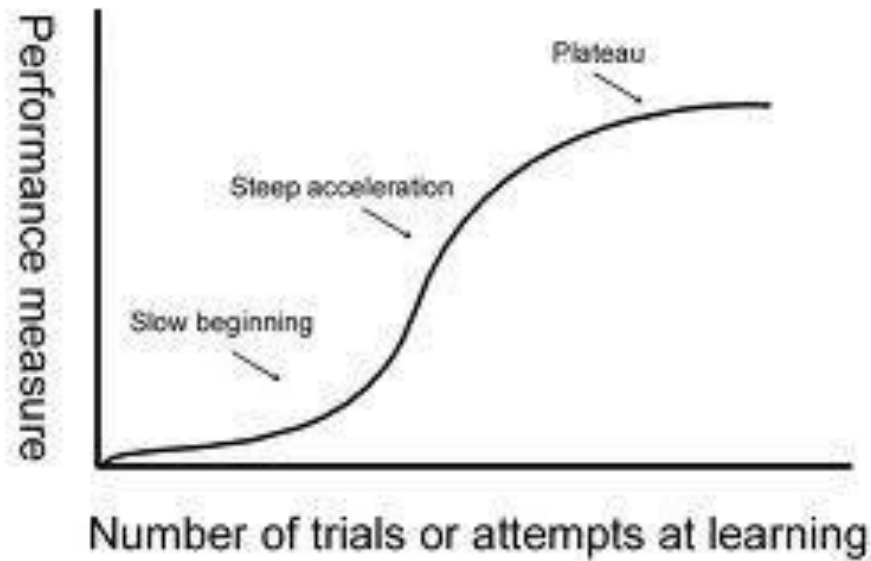


**Figura 16: Curva de tiempo de ejecución versus nro. De repeticiones  
(Fuente: T.P. Wright, 1936)**

En la construcción el concepto planteado por Theodore P. Wright es muy usado a través de la filosofía *Lean Construction* al asignar a cada cuadrilla de trabajadores tareas repetidas y disminuir el tiempo de ejecución de las mismas.

Finalmente en la Figura 17 se muestra la curva de aprendizaje del personal la cual indica que al iniciar un conjunto de tareas repetitivas este es lento, conforme se adquiere mayor experiencia se verifica una aceleración del avance y finalmente el aprendizaje se hace constante ya que se ha llegado a un nivel óptimo<sup>19</sup>.

<sup>19</sup> Wright, T.P., "Factors Affecting the Cost of Airplanes", *Journal of Aeronautical Sciences*.1936

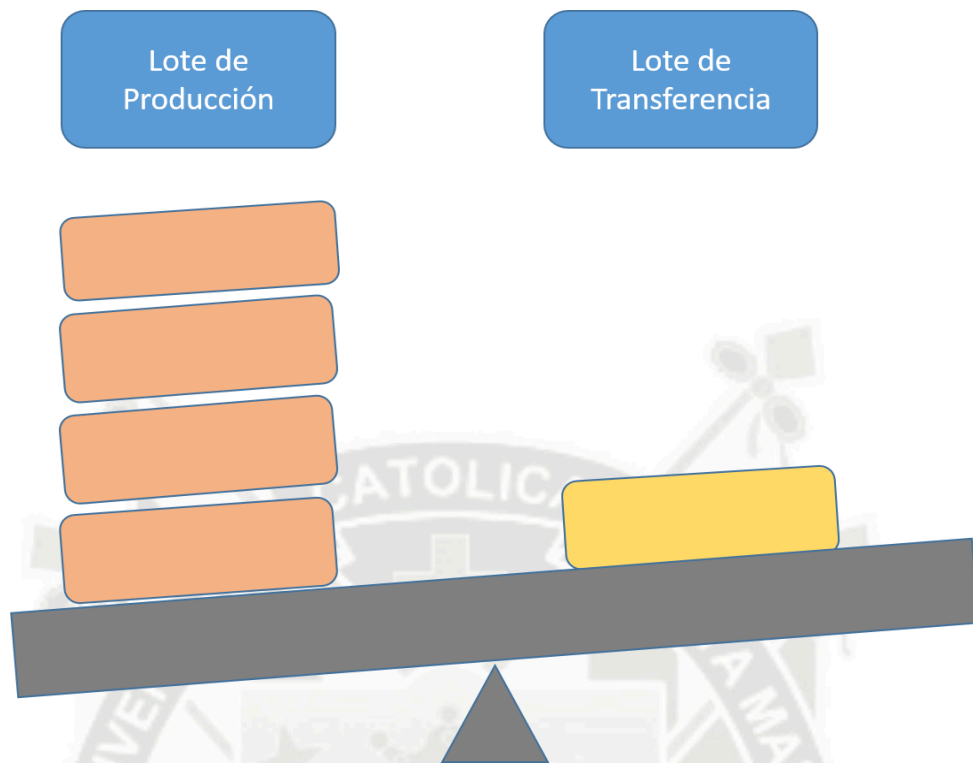


*Figura 17: Curva de rendimiento vs número de repeticiones  
(Fuente: T.P. Wright, 1936)*

### 3.5. Sectorización de tareas

Sectorización se le llama al proceso donde una tarea o actividad es dividida en tareas o actividades más pequeñas, cada actividad debe estar asociada a una cantidad determinada (metrado) equitativa a las demás cantidades de las otras actividades, se debe aplicar la sectorización teniendo en cuenta que los sectores resultantes puedan ser ejecutados durante el día.

Para entender mejor la sectorización de tareas se hace referencia al manejo de lotes de producción y lotes de transferencia explicados en la Figura 18 en donde los lotes de producción son divididos en lotes más pequeños que luego serán transferidos a las actividades siguientes, estos recibirán el nombre de lotes de transferencia. Al aplicar la sectorización logramos optimizar los flujos dentro de sistema de producción.

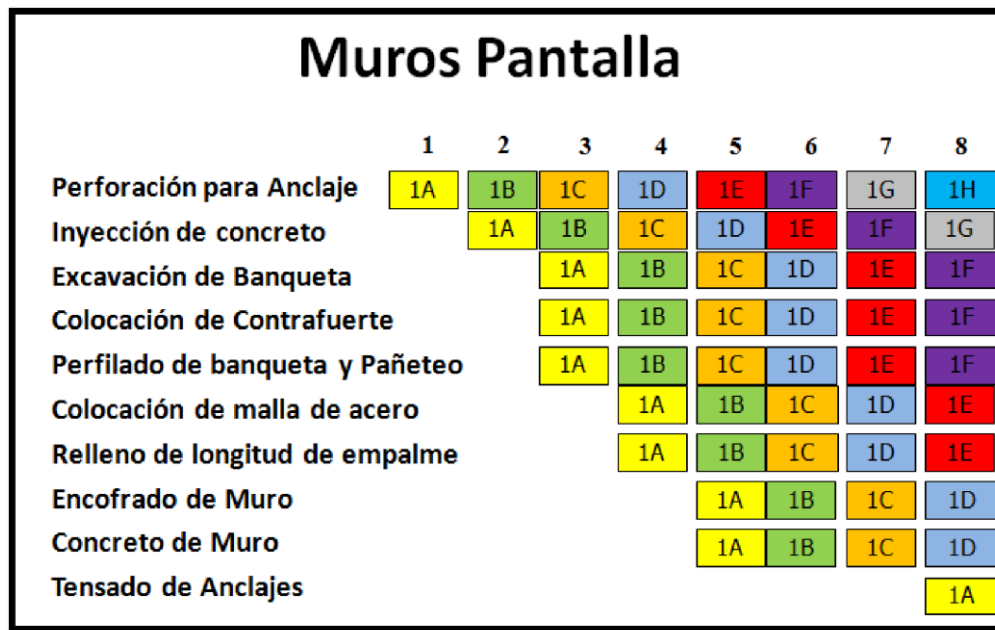


**Figura 18 : Sectorización de tareas: Lotes de Producción, Lotes de Transferencia  
(Fuente: Edifica)**

La finalidad de realizar la sectorización es repartir el trabajo en partes que puedan ser más manejables con las cuales se podrá formar un tren de trabajo continuo.

### **3.6. Tren de Actividades**

La metodología que nos presentan al aplica el Tren de actividades está basada en las líneas de producción de una industria, en donde se tienen varias estaciones de producción por donde el producto avanza. En el caso de la construcción el concepto de Tren de actividades es aplicado a las cuadrillas de trabajo, las cuales pasan de actividad a actividad (sectores), con la finalidad de tener un proceso ordenado y continuo.



*Figura 19: Ejemplo de un Tren de actividades  
(Fuente: Edifica)*

Al aplicar el método de Tren de actividades en la construcción se obtiene lo siguiente:

- Mejora la curva de aprendizaje del personal.
- Se incrementa la productividad.
- Es más fácil medir el avance y gasto de recursos.
- Se crea una estadística diaria de avance.
- Baja la cantidad de retrabajos.



### 3.7. Colchones (Buffers)

Con el uso de la filosofía “*Lean Construction*” y dentro de ella el “*Last Planner*” logramos reducir considerablemente la variabilidad y los efectos que trae, sin embargo aún existe cierta variabilidad que no es eliminada al 100% por lo que se plantea hacer uso de los Colchones o “*Buffers*” con la finalidad de manejar la variabilidad que deja el uso del “*Last Planner*”, con esto logramos tener mejor control en cada uno de los procesos constructivos a lo largo de un proyecto.

Se entiende como *Buffer* una medida de contingencia que se usa en caso se presenten los efectos de la variabilidad después de haber aplicado la teoría del Último Planificador.

Los Colchones o *Buffers* se dividen en tres tipos:

#### 3.7.1. Buffer de Inventario

Este tipo de Colchon o Buffer se relaciona con los proveedores debido a la poca confiabilidad que se tiene en ellos, el cual es bastante común en proyectos de construcción. El Buffer de inventario es aplicado cuando se tiene una cantidad de recursos mayor a la que se requiere para una actividad debido a la falla de los proveedores en la entrega de un producto.



### 3.7.2. Buffer de Tiempo

Este tipo de Colchón o *Buffer* es usado cuando se tiene un atraso en el proyecto debido a alguna complicación que pudiera presentarse, de esta manera evitamos afectar el cronograma de entrega. Es bastante usado este tipo de buffer ya que usualmente se trabajan 5 días a la semana por lo que se pueden programar los dos días restantes de ser necesario como buffer de tiempo a fin de que el trabajo pueda nivelarse respecto a lo indicado en el cronograma y tener mejores resultados en las estadísticas de avance semanal.

### 3.7.3. Buffer de Capacidad

Este tipo de Colchón o Buffer están representados por partidas que se dejan de realizar conforme avanza el proyecto por no ser críticas para la obra, por lo que estas pueden ser realizadas cuando tengamos recursos parados y puedan servir para ejecutar estas actividades.

En general los colchones o buffers sirven como una medida de contingencia hacia los problemas de recursos y tiempo que pudieran presentarse en obra a causa de la variabilidad de la misma, el uso correcto de buffers ayudara la manera de programar y planificar un proyecto como también mejorara el desempeño del mismo.

## 3.8. Last Planner System

Dentro de la filosofía Lean Construction tenemos al *Lean Project Design System* el cual se divide en fases conforme a lo descrito anteriormente, dentro



de la fase de control de la producción encontramos diversas herramientas, una de ellas se denomina *Last Planner System*, creado por Gregory A. Howell y Glen Ballard.

El *Last Planner System* es un sistema de planificación y control para proyectos cuyo objetivo es eliminar los principales problemas que se presentan en la producción que según los autores del sistema vendrían a ser los siguientes:

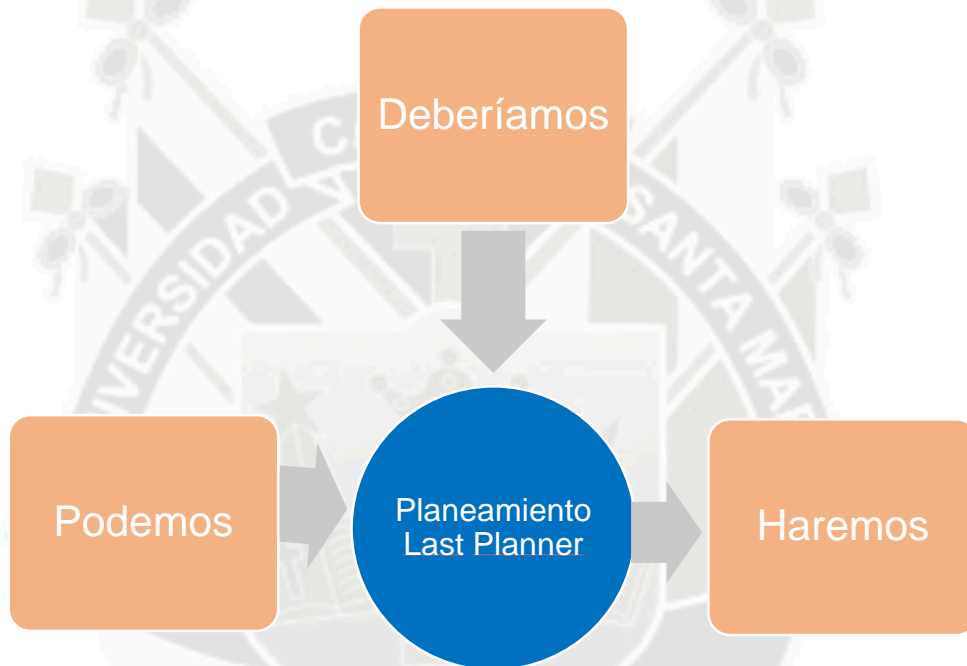
- Falta de medición de la eficiencia obtenida
- Falta de análisis de los problemas de programación y sus causas
- Por lo general la gestión se da a corto plazo dejando de lado la gestión a largo plazo
- La planificación es hecha en base a la experiencia de la persona a cargo mas no es tomada como un sistema de gestión.

En traducción el *Last Planner* vendría ser el último planificador quien es el grupo de personas o personas quien tiene la función de transmitir a obra el trabajo o la tarea a realizarse , esta persona o grupo se encuentra en el último nivel de planificación y esta debe ser transmitida a todos los trabajadores que laboran en campo<sup>20</sup>.

<sup>20</sup> Ballard, Glen. "The Last Planner". 1994



Finalmente el último planificador debe asegurar que lo hecho en campo sea lo que se planificó, para entender mejor el concepto se muestra la siguiente figura:



**Figura 20: Formulación de las asignaciones en el Planeamiento Last Planner**  
(Fuente: Ballard, 2000)

Ballard decía (1994). “en los esquemas convencionales de manejo de obra en Construcción, se invierte mucho tiempo y dinero generando presupuestos y planificaciones de obra; el esfuerzo de planificación inicial se convierte durante la ejecución de la construcción en un esfuerzo de control. Todo funcionaría bien si viviésemos en un mundo perfecto”.

En la práctica lo planificado no es plasmado tal y como es a la hora de



ejecutar la obra en campo, esto suele pasar desde el primer día de obra generando que las siguientes actividades a ejecutar se perjudiquen por lo que será necesario hacer un reajuste al proyecto es por eso que el seguimiento de la planificación general es más rigurosa ya que se requiere cumplir con esta sin desviarse del plazo establecido<sup>21</sup>.

El ultimo planificador plantea una planificación a corto plazo con la finalidad de que los trabajos incluidos en ella sean ejecutados de esta manera si cumplimos con una programación corta por periodos nos aseguramos que la programación general se cumpla, ya que si nos enfocamos en cumplir con una programación a largo plazo es más probable por experiencia que esta no se llegue a cumplir por lo tanto los trabajos ejecutados día a día sufren una desviación.

Conforme a lo representado en la Figura 21 tenemos que al aplicar el *Last Planner* una planificación poco confiables se convierte en una planificación confiable.

---

<sup>21</sup> Alarcón, L. Planificación y Control de Producción para la Construcción: Sistema del ultimo Planificado

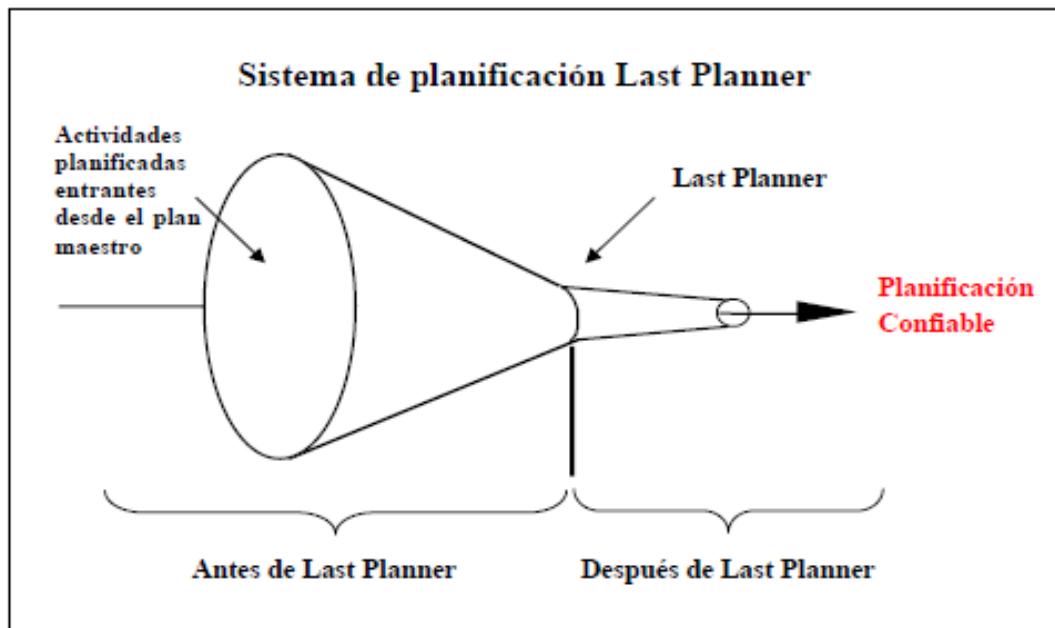
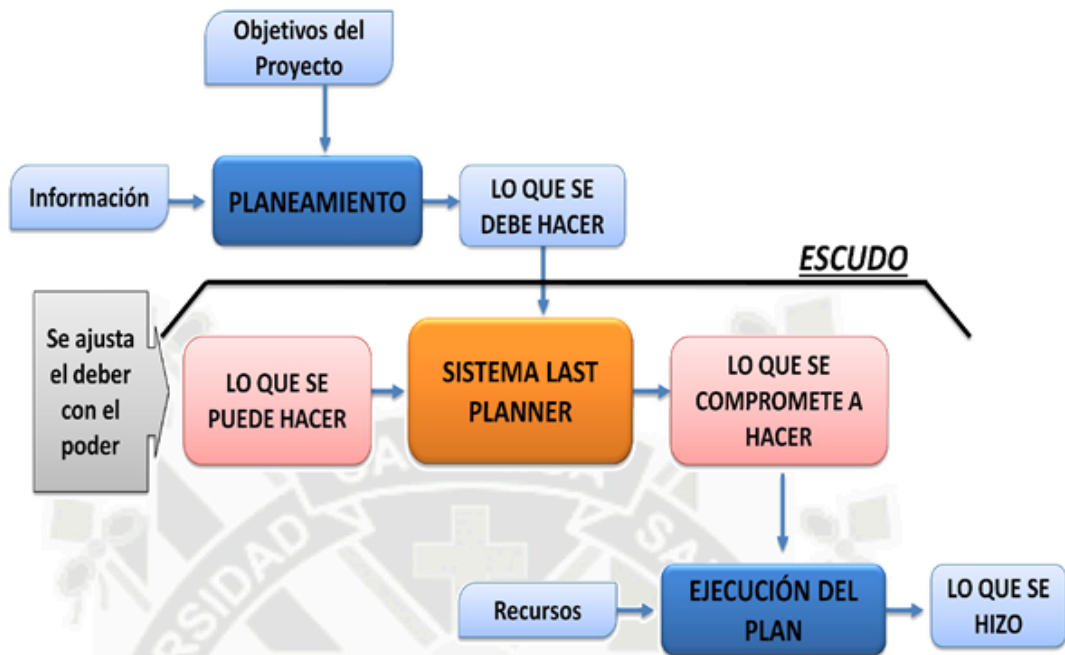


Figura 21: Representación gráfica del Last Planner System  
(Fuente: Rojas, 2005)

Con la finalidad de usar al *Last Planner* como una herramienta no solo de programación si no también una herramienta de control Ballard anexo *el Plan Percent Complete* que significa Porcentaje de Plan Completado para así poder tener una cifra del cumplimiento de las programaciones que se hacían semanalmente.

A continuación se presenta un esquema en donde se puede apreciar como el Sistema del Ultimo Planificador interviene en la planificación de una obra y cómo repercute en el desarrollo de la misma.



**Figura 22: Esquema Last Planner**  
(Fuente: Ghio, 2001)<sup>22</sup>

El *Last Planner* parte de la programación general de obra o planificación maestra de donde va acortando la planificación a una de mediano plazo llamada *Lookahead*, la cual tiene un horizonte en tiempo de 3 a 6 semanas dependiente del tiempo total de ejecución del proyecto y otros factores, después se hace un análisis de restricciones de las actividades representadas en el *lookahead* para poder después de esto plasmarlo en una programación más corta donde se ingresen las actividades sin restricciones así tener mayor seguridad en el cumplimiento de una programación por semana.

<sup>22</sup> Guio, V. Productividad en obras de construcción.



### 3.8.1. Planificación Maestra

La planificación o programación maestra o como su nombre en inglés dice “Master Schedule” es una programación global de todo el proyecto en donde se plasman los principales entregables y las fechas de entrega o cumplimiento de cada una de ellas, esta es incluida en el contrato principal antes de iniciar una obra.

De la programación maestra se desprenden las planificaciones a mediano plazo representadas por el *lookahead* y las programaciones a corto plazo representadas por la programación semanal o diarios por lo que es de vital importancia para el proyecto que esta sea confiable.

### 3.8.2. Pull Planning

La programación por fases o el Pull Planning refiere a tener la programación general de obra al detalle mostrando cuales son los hitos a cumplir por fase del proyecto, los tiempos de ejecución de las actividades y tiempos de cumplimiento hitos, se toma encuentra los entregables que cada persona o equipo involucrada en el proyecto debe entregar, la interacción que existe entre ellos, por lo que toda esta información debe ser manejada por todos los miembros de la obra en general.

Para realizar la planificación por fases se toma el concepto de Pull el cual indica que debe ser realizarse solo el trabajo necesario para una actividad



sucesora, para cumplir con todo esto la programación es analizada de adelante hacia atrás, es decir desde el fin de obra hasta el inicio de ella.

La programación por fases se hace agregando notas en una pizarra en donde debe estar detallado las fases y tiempo del proyecto, en las notas encontramos actividades o restricciones las cuales deben ser ejecutadas o eliminadas según sea el caso, a el trabajo que ya se encuentre liberado se le asigna una persona responsable para su cumplimiento, las notas que se coloquen en la pizarra deben de obedecer una secuencia lógica.

Para definir la holgura que se tiene para cada fase se tienen tres opciones:

- Asignarlo a la actividad cuya variabilidad es mayor potencialmente.
- Retrasar el comienzo de la fase.
- Adelantar el comienzo de la fase.

**Descripción del procedimiento de planificación conforme al Pull**

**Planning:**

### **1. Definir la estructura**

En este paso se asigna a cada fase un responsable, equipo de trabajo, las actividades dentro de ella y lo sectores que la comprenderán con la finalidad de establecer cómo será desarrollada la planificación.



## 2. Armar el panel

Se plasmarán todas las actividades que serán ejecutadas en una fase asociada al tiempo de duración de cada fase el cual estará medido en semanas.

## 3. Desarrollar la planificación

La cual se desarrolla siguiendo siete pasos:

- Definición y presentación de la fase
- Verificar la planificación de inicio a fin.
- Verificar la lógica de la planificación
- Posibilidad de realizar la planificación, uso de colchones.
- Correr el plan incorporando nuevos tiempos de ejecución.
- Repartir el tiempo.
- Plasmar la planificación y dar a conocer al equipo de trabajo.

## 4. Reexaminar el programa

En donde se hará un ajuste a la planificación en general incrementando a estas nuevas actividades, holguras, restricciones por actividad.

## 5. Revisar las restricciones

Deben ser identificadas todas las restricciones asociadas a cada actividad a fin de asegurar que la planificación no se detenga.



## 6. Cumplir los acuerdos

Finalmente se tiene que respetar los acuerdos hechos involucrando al equipo de trabajo.

### 3.8.3. Lookahead Plan

La planificación *Lookahead* es una planificación a mediano plazo la cual se desprende de la programación principal o planificación maestra, en el *lookahead* se incorporan todas las actividades que van a ser realizadas a futuro tomando en cuenta un horizonte de 3 a 6 semanas, el tiempo dependerá de la variabilidad y restricciones que se presenten en cada proyecto, este plan debe ser actualizado semana a semana en donde se debe identificar e incorporar las actividades nuevas a fin de no tener atrasos en la ejecución en obra.

El *lookahead* sirve para poder gestionar las actividades futuras en un horizonte corto con la debida anticipación haciendo que los errores que puedan presentar en construcción sean prevenidos en vez de controlados una vez se presenten, también en esta herramienta se colocan las actividades y requerimientos que se necesitan para realizar esta actividad, todo esto en el horizonte de tiempo que se plantee.

El *lookahead* es realizado en obra por lo que la planificación y ejecución de este depende del personal que está en campo dirigiendo la construcción y está enterado y tiene la información necesaria para elaborarlo.



#### **3.8.4. Inventario de Trabajo Ejecutable (Workable backlog)**

El inventario de trabajo ejecutable está representado por una lista de actividades las cuales están libres de restricciones, es decir pueden ser ejecutadas sin problemas, por lo que se hace la diferencia entre las actividades que deberían ejecutarse versus las actividades que deberían y pueden ejecutarse. En este inventario se tienen las actividades futuras a ejecutar como también las actividades que se dejaron de ejecutar por no ser incorporadas al *lookahead*. Lo que se pretende obtener haciendo uso de este inventario es tener una lista de actividades libres de restricciones y listas de realizar a fin de tener una visión completa de lo que realmente podrá ser ejecutado en obra.

#### **3.8.5. Programación Semanal (Weekly Work Plan)**

La programación semanal vendría a ser un programa corto plazo el cual una vez visto el *lookahead* y analizado sus restricciones es plasmado con actividades limpias, es decir, se hace uso del inventario de trabajo ejecutable para realizar la planificación o programación semanal.

Una vez se tenga la lista de actividades que conformaran la programación semanal se le asigna a cada una de ellas los recursos necesarios para su ejecución , es importante cumplir con esta programación ya que de esta dependen algunos indicadores como son el Porcentaje de Plan Completado o PPC el cual nos da un porcentaje de cumplimiento.

Para lograr una buena programación semanal se debe tener en cuenta lo



siguiente:

- Ordenar las actividades teniendo en cuenta la secuencia correcta de los trabajos.
- Levantar las restricciones provenientes de su análisis.
- Levantar restricciones en el *lookahead*.
- Asignar la cantidad exacta de trabajo a cada cuadrilla.
- Dar instrucciones claras en campo sobre los trabajos libre de restricciones que serán realizados en la semana.

### 3.8.6. Programación Diaria

La programación diaria se elabora tomando en cuenta la planificación semanal, la cual tiene como objetivo llevarla a campo a fin de que todo el personal de campo tenga conocimiento de esta día a día y así se tengan claro que hacer. La programación diario es elaborada teniendo en consideración los resultados obtenidos el día anterior, teniendo como guía a la programación semanal, es usada para controlar el avance día a día la cual alimentara al programa semanal.

Esta programación debe ser lo más simple y entendible posible ya que será transmitida al personal que actuara en campo y en base al entendimiento de esta se ejecutara el trabajo en campo.



### 3.9. Teoría de las Restricciones “Cuellos de botella”

La teoría de las restricciones fue creada con la finalidad de poder mejorar la producción, partiendo de las actividades incorporadas en la planificación y de los problemas diarios que pudieran presentarse.

Esta teoría se define como un conjunto de procesos dependiente entre sí los cuales están relacionados, proceso cuyo avance está determinado por el proceso más lento en donde la solución para mejorar es incrementar la velocidad del proceso más lento aumentando su capacidad, también se le llama “cuello de botella”.

Las restricciones se convierten en factores limitantes dentro de la producción y ejecución del proyecto por lo que se debe lograr eliminar, reducir y controlar las mismas<sup>23</sup>.

<sup>23</sup> Goldratt, Eliyahu y Cox, Jeff. “The goal”. 1984.



**CAPÍTULO IV:  
DESCRIPCIÓN DE LOS PROYECTOS**

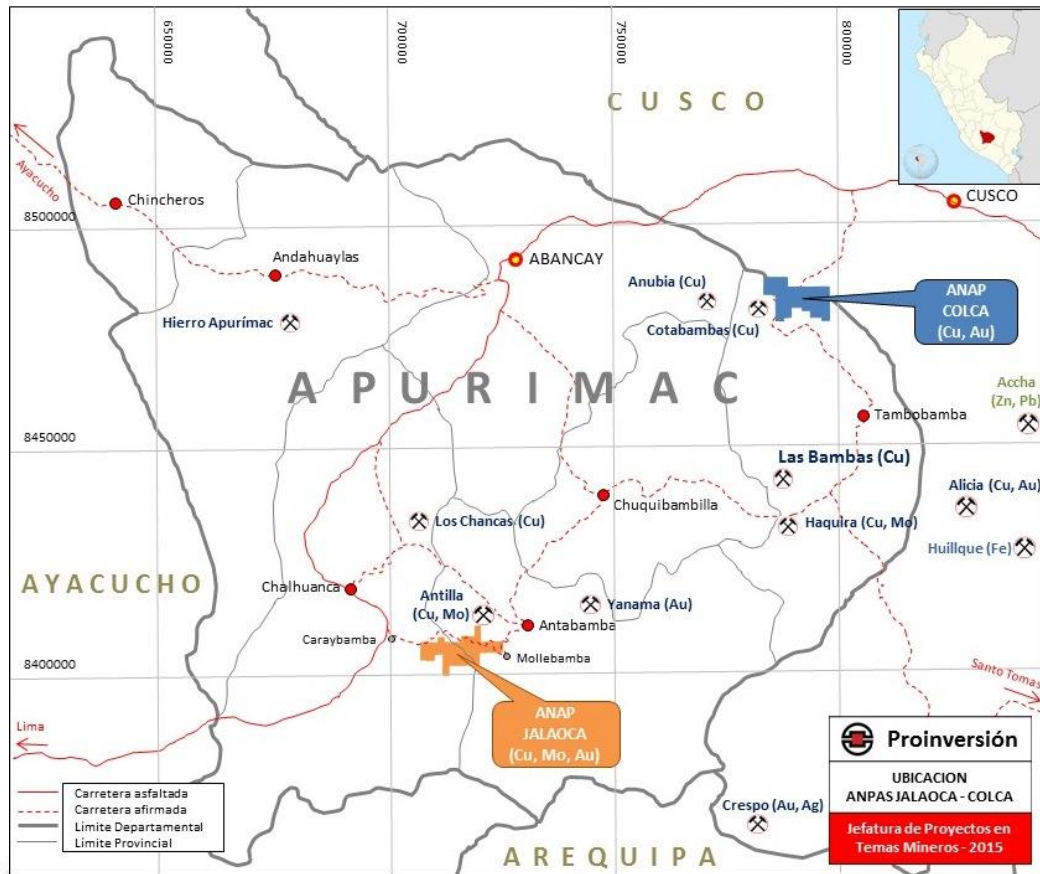


## **4.1. Descripción del Proyecto: Presa de Tierra Chuspiri**

### **4.1.1. Ubicación del Proyecto**

Las Bambas es considerado un proyecto de exploración minera, en donde se tienen tres yacimientos de mineral de cobre los cuales serán explotados con la modalidad de tajo abierto. El Proyecto está ubicado aproximadamente a 250 km al sur del Departamento de Cusco y 450 km al noroeste del Departamento de Arequipa, al sur del Perú. El proyecto se desarrollara a una altura entre 3850 y 4250 msnm en donde se construirán las instalaciones mineras primarias. El proyecto incluye la construcción de una concentradora requerida para procesar el mineral, como también la construcción de instalaciones que faciliten el proceso, suministros necesarios para el funcionamiento y extracción de cobre.

El volumen de material a ser procesado va desde las 90 000 a 140 000 Toneladas de mineral diarios, que serán extraídos por un lapso de 18 años de vida.



**Imagen 1: Ubicación Proyecto Minero "Las Bambas"**  
(Fuente: Pro inversión)

#### 4.1.2. Descripción del Proyecto

La Presa Chuspiri corresponde a una presa de relleno compactado de material proveniente de excavaciones y fuentes de préstamo de los depósitos morrénicos de gran espesor (profundidades mayores a 40 m). En la zona del estribo izquierdo, sobre el cauce de la Quebrada Chuspiri, la presa presenta alturas de hasta 45 m medidos desde el nivel de la cresta hasta la base del talud de aguas arriba. En el sector del centro y del estribo izquierdo, la presa presenta alturas del orden de 25m. Los taludes se conformarán con una inclinación 2H:1V en el talud de aguas arriba y 2.3H:1V en el talud de aguas abajo. La cara de



aguas arriba de la presa se protegerá con una geomembrana impermeable con el fin de garantizar la estanqueidad del embalse, la cual estará soportada en el extremo inferior por un plinto de concreto. El sistema de impermeabilización se complementará con la construcción de una pantalla de inyecciones que se desprenden desde la plataforma del plinto, a lo largo del eje del mismo.

La construcción de la presa Chuspiri se adelantará en dos etapas con el objeto de dar inicio a una primera fase de llenado del embalse. Este proceso de llenado temprano del embalse asegurará el abastecimiento de agua para construcción.



*Imagen 2: Presa de Tierra Chuspiri "Primera Etapa"  
(Fuente: Propia)*

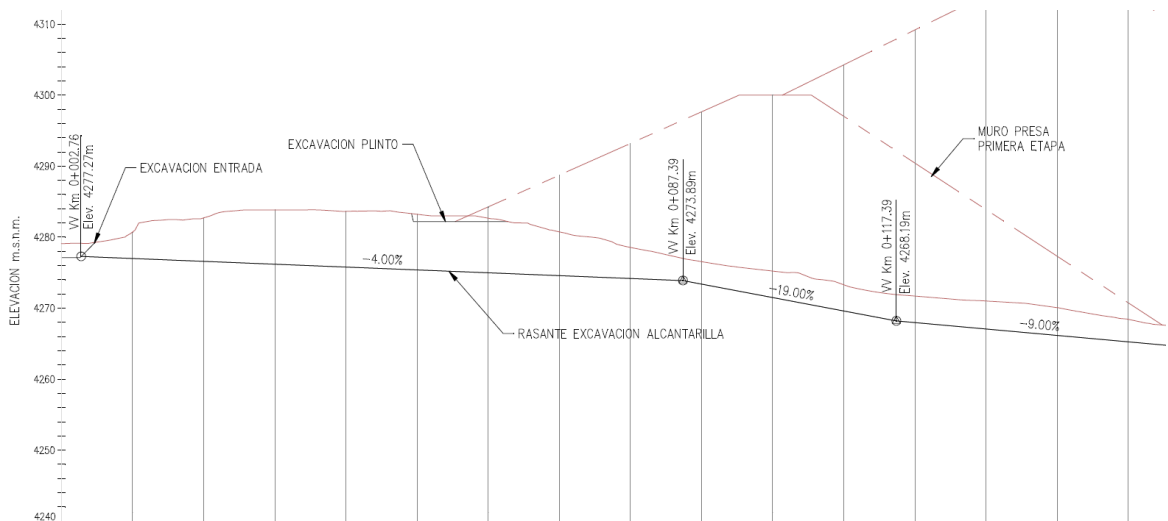
### **Primera etapa de construcción**

La primera etapa contempla la construcción del conducto de desvío de la



quebrada Chuspiri, la adecuación de la fundación de la presa, la colocación de la capa de dren basal, la excavación de la plataforma de cimentación del plinto, la ejecución de las inyecciones de tratamiento profundo de la fundación y la construcción del sistema de toma y entrega del agua para construcción. Estas obras se ejecutarán en simultáneo con la colocación de los rellenos de la presa (enrocado, material de transición y dren chimenea) hasta alcanzar la elevación 4,300 m.s.n.m. Una vez alcanzado este nivel, se colocará la primera fase de impermeabilización con geomembrana en la cara de aguas arriba de la presa, la cual estará anclada en la parte inferior a la losa del plinto con un sistema de pernos y soldadura y en la parte superior estará sujeta mediante un sistema de trinchera de soporte. Una vez colocada la geomembrana de impermeabilización de la primera etapa, se dará inicio al llenado del embalse, previo sellado del conducto de desvío de la Quebrada Chuspiri.

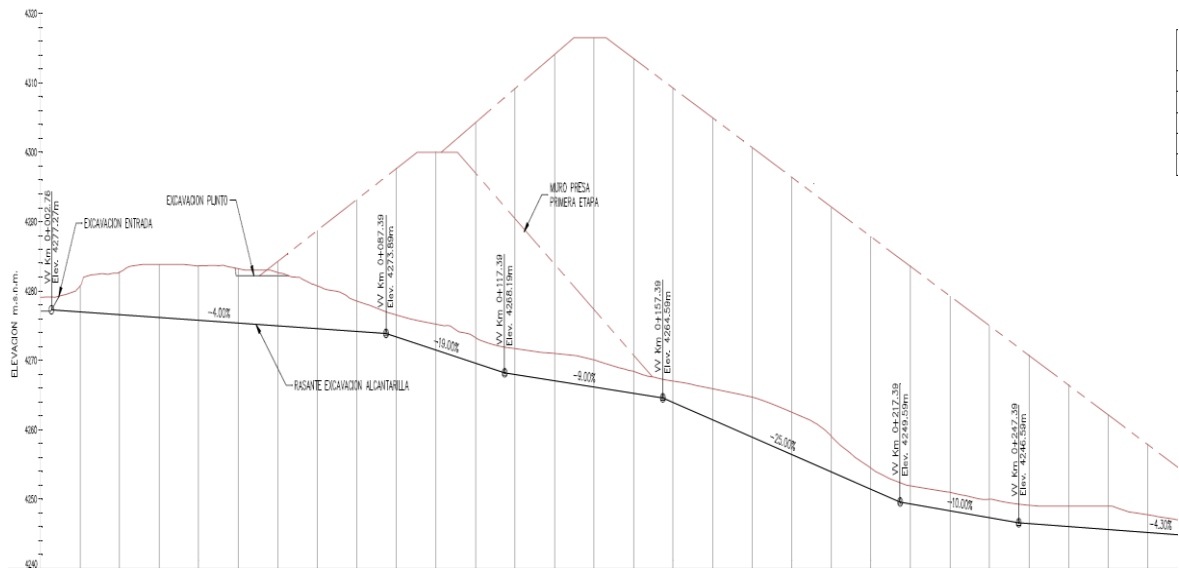
Durante el proceso de llenado de la primera etapa o antes, si la disponibilidad de material de relleno y los rendimientos de la obra lo permiten, se podrá avanzar con la construcción de la plataforma del plinto, la ejecución de las inyecciones profundas y la colocación de los rellenos de la segunda fase de construcción de la presa.



**Imagen 3: Cuerpo de Presa – Primera Etapa de Construcción**  
(Fuente: Ingeniería Presa Chuspiri)

### Segunda etapa de construcción

La segunda etapa de construcción corresponde a la colocación del relleno compactado hasta alcanzar la cota 4,316.5 m.s.n.m y la instalación de la geomembrana de impermeabilización desde la elevación 4300 hasta a la elevación 4316 m.s.n.m. Adicionalmente, durante la segunda etapa de construcción se ejecutarán las obras de emergencia durante crecidas, correspondientes a un vertedero, localizado en el estribo izquierdo de la presa, cuyo umbral se encontrará en la cota 4,314.5 msnm. El vertedero descargará las aguas en un canal lateral y un cajón de disipación.



**Imagen 4: Cuerpo de Presa – Segunda Etapa de Construcción  
(Fuente: Ingeniería Presa Chuspipi) ANEXO I**

#### 4.1.3. Alcance de los trabajos

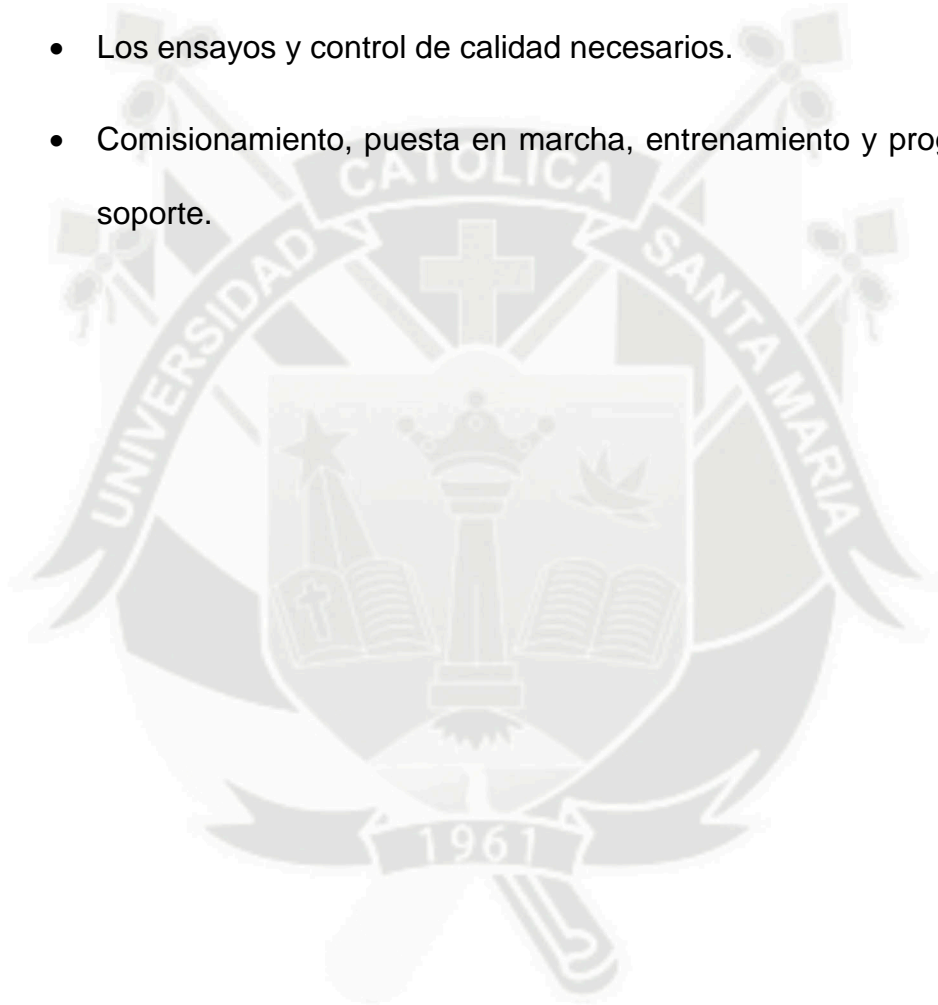
- Excavaciones masivas de aproximadamente 65% en la zona de fundación de la presa.
- Traslado a botaderos de los materiales excedentes provenientes de las excavaciones.
- La construcción del desvío del río Ferrobamba.
- El tratamiento de la fundación de la Presa Chuspipi.
- La construcción del plinto.
- Las inyecciones de impermeabilización de la fundación.
- La construcción de la obra de toma y entrega de agua.
- La clasificación y colocación de material morrenico para el apoyo de los geosintéticos en la cara aguas arriba de la presa.



- La clasificación y colocación de material de transición.
- Suministro e instalación de los geosintéticos de impermeabilización.
- La ejecución de los rellenos masivos de la presa.
- La clasificación y colocación de material para los drenes basales de la presa.
- Control de aguas de drenajes y el manejo de las aguas naturales en la zona de construcción de las obras.
- Todos los permisos inherentes a la actividad, como el transporte, manejo de explosivos, etc. Con excepción del uso de agua, botaderos y canteras.
- Suministro y manejo de explosivos y todas las actividades asociadas.
- Ejecución de accesos y caminos temporales.
- Ejecución de todos los trabajos necesarios para mantener un adecuado drenaje de las obras durante toda la duración del contrato.
- Manejo de depósitos de material excedente.
- Explotación y manejo de empréstitos, esto incluye el cierre definitivo.
- Preparación, transporte y suministro de material de relleno masivo y estructural de empréstito o excavaciones.
- Reemplazo de material inadecuado por material de empréstito o de excavaciones.
- Regadío de caminos de acceso y temporales.



- Regadío para rellenos y control de polvo en excavaciones, caminos incluyendo el transporte de agua.
- Toda la topografía necesaria para el control de avance y ejecución de la obra.
- Los ensayos y control de calidad necesarios.
- Comisionamiento, puesta en marcha, entrenamiento y programas de soporte.





#### 4.1.4. Metros y Precios Unitarios

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT.	PRECIO UNITARIO (S/.)	VALOR TOTAL (S/.)
-	<b>PARTIDAS A SU VALOR</b>				<b>6,525,370.14</b>
-	<b>CONSTRUCCION PRESA CHUSPURI</b>				<b>5,701,289.06</b>
0001	Instalaciones Temporales	Gb	1.00	1,200,644.53	1,200,644.53
0002	Mobilización y desmobilización de equipos	Gb	1.00	4,500,644.53	4,500,644.53
	<b>CONSTRUCCION PRESA CHUSPURI 1ERA ETAPA</b>				<b>304,040.54</b>
	<b>OBRA DE TOVA DE PRESA</b>				304,040.54
	<b>EQUIPOS MECANICOS PING Y MISCELANEOS</b>				<b>122,020.27</b>
00003	Instalación del sistema eléctrico mecánicos - ping y misceláneos	Gb	1.00	122,020.27	122,020.27
	<b>SISTEMA ELECTRICO</b>				<b>182,020.27</b>
00004	Instalación del sistema eléctrico de 1era etapa	Gb	1.00	182,020.27	182,020.27
	<b>CONSTRUCCION PRESA CHUSPURI 2DA ETAPA</b>				<b>520,040.54</b>
	<b>VERTEDERO DE EMERGENCIA</b>				<b>520,040.54</b>
	<b>CANAL VERTEDERO</b>				<b>98,020.27</b>
00005	Instalación de misceláneos	Gb	1.00	98,020.27	98,020.27
	<b>SISTEMA ELECTRICO</b>				<b>422,020.27</b>
00006	Instalación del sistema eléctrico de 2da etapa	Gb	1.00	422,020.27	422,020.27
	<b>PARTIDAS A PRECIOS UNITARIOS</b>				<b>53,094,369.54</b>
	<b>CONSTRUCCION PRESA CHUSPURI 1ERA ETAPA</b>				<b>17,349,759.83</b>
	<b>CONSTRUCCION DE CAMINOS</b>				<b>1,041,194.07</b>
00007	Excavación en material común - caminos	m3	28,830.00	10.04	289,453.20
00008	Excavación en roca - caminos	m3	1,535.00	28.24	43,348.40
00009	Relleno común estructural - caminos	m3	3,929.00	17.68	69,464.72
00010	Capela de rodadura - caminos	m3	5,236.00	65.80	344,528.80
00011	Tubería de acero corrugado para alcantarilla Ø 1,5 metros onda 150 esp.: 2,5mm	m	25.00	1,566.57	39,164.25
00012	Formigón para muro de entreebo, salida y cazo de protección	m3	75.00	523.47	39,260.25
00013	Aceros para muros aletas	ton	5.00	5,390.37	26,951.85
00014	Mampostería de piedra (formigón ciclopeo)	m3	26.00	706.96	18,380.96
00015	Relleno con material seleccionado tamaño max. 2"	m3	228.00	44.20	10,077.60
00016	Baldos de formigón ciclopeo	m3	132.00	687.57	90,759.24
00017	Suministro y colocación de defensa caminera	m	260.00	268.48	69,804.80
	<b>DESVIODEL RIO</b>				<b>267,082.15</b>
00018	Excavación en roca de desvío temporal	m3	148.00	28.24	4,179.52
00019	Construcción de atalaya	m3	512.00	26.06	13,342.72
00020	Excavación común en roca para tubería de desvío	m3	2,640.00	28.24	74,553.60
00021	Excavación zanja en roca para tubería de desvío	m3	3,805.00	31.26	118,944.30
00022	Suministro y colocación de pernos de anclaje en pared de excavación	und	207.00	1,353.00	280,071.00
00023	Suministro y colocación de malla electro soldada (0.10m x 0.10m de 15mm)	m2	829.00	78.38	64,977.02
00024	Suministro y colocación de shotcrete (espesor 0.10m)	m2	829.00	219.86	182,263.94
00025	Instalación de tubería de acero corrugado de 1.5m de diámetro onda 150 esp.: 2,5mm	m	321.00	1,566.57	502,868.97
00026	Construcción casing de formigón para tubería de acero corrugado	m3	1,499.00	530.59	795,354.41
00027	Armadura casing formigón	ton	88.00	5,390.37	474,352.56
00028	Relleno con material seleccionado	m3	788.00	44.20	34,829.60



00029	Suministro y colocación de pernos de anclaje en estructura de entrada	m	1200	362.74	4,352.88
00030	Hormigón estructura de entrada	m <sup>3</sup>	1600	523.47	8,375.52
00031	Armadura estructura de entrada	ton	200	5,390.37	10,780.74
00032	Relleno de ataguía entrada	m <sup>3</sup>	306.00	17.39	5,321.34
00033	Hormigón estructura de salida	m <sup>3</sup>	1600	523.47	8,375.52
00034	Armadura estructura de salida	ton	200	5,390.37	10,780.74
00035	Colocación de enrocado	m <sup>3</sup>	81.00	376.88	30,527.28
00036	Relleno ataguía de salida	m <sup>3</sup>	684.00	26.06	17,825.04
00037	Relleno de ataguía para cierre de desvío	m <sup>3</sup>	400.00	26.06	10,424.00
00038	Tapon para cierre de tubería desvío	m <sup>3</sup>	35.00	523.47	18,321.45
	<b>INSITRUENTACION GEO TECNICA</b>				<b>153,080.02</b>
00039	Perforación e instalación de piezómetros Casagrande de 15mts	und	6.00	12,619.66	75,717.96
00040	Excavación de zanja en morrena compactada	m <sup>3</sup>	11.00	108.84	1,197.24
00041	Relleno zanja con morrena compactada	m <sup>3</sup>	10.00	137.80	1,378.00
00042	Instalación de piezómetros hilo vibrátil	und	7.00	7,445.26	52,116.82
00043	Perforación para instalación de piezometro de hilo vibrátil	m	40.00	566.75	22,670.00
	<b>CONSTRUCCION PRESA</b>				<b>12610,254.58</b>
	<b>EXCAVACION</b>				<b>1,325,889.81</b>
00044	Excavación común en suelo	m <sup>3</sup>	135,119.00	8.85	1,195,803.15
00045	Excavación común en roca	m <sup>3</sup>	1,508.00	25.02	37,730.16
00046	Excavación en roca para plinto	m <sup>3</sup>	3,450.00	26.77	92,356.50
	<b>CONSTRUCCION DE PLINTO</b>				<b>3,279,115.44</b>
00047	Colocación de anclajes	und	906.00	273.79	248,053.74
00048	Hormigón plinto	m <sup>3</sup>	818.00	522.23	427,184.14
00049	Armadura plinto	ton	68.00	5,390.37	366,545.16
00050	Inyecciones de consolidación (Kg de cemento inyectado)	kg	51,000.00	6.54	333,540.00
00051	Inyecciones de impermeabilización (Kg de cemento inyectado)	kg	58,800.00	6.54	384,552.00
00052	Perforación para consolidación	m	1,700.00	310.36	527,612.00
00053	Perforación para impermeabilización	m	1,960.00	360.05	705,698.00
00054	Perforación para ensayo de agua a presión	m	270.00	527.31	142,373.70
00055	Perforación para encamisado	m	630.00	527.31	332,205.3
00056	Ensayo de agua a presión	horas	108.00	571.69	61,742.52
00057	Ensayos rápidos de agua a presión	horas	85.00	571.69	48,593.65
	<b>CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE DRENAJE</b>				<b>171,885.34</b>
00058	Relleno con material 3A dren	m <sup>3</sup>	3,118.00	55.13	171,885.34
	<b>CONSTRUCCION DEL MURO</b>				<b>6,135,329.01</b>
00059	Colocación de geo textil de 400g/m <sup>2</sup> , entre el terreno y material 3A	m <sup>2</sup>	7,730.00	7.95	61,453.50
00060	Colocación de geo textil de 400m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	3,088.00	9.19	28,378.72
00061	Colocación de material tipo 1	m <sup>3</sup>	39,505.00	27.98	1,105,349.90
00062	Colocación de material tipo 2B	m <sup>3</sup>	28,298.00	34.28	970,055.44
00063	Colocación de material tipo 3A en muro vertical	m <sup>3</sup>	13,493.00	57.15	771,124.95
00064	Colocación de material tipo 3B	m <sup>3</sup>	163,630.00	19.55	3,198,966.50
	<b>SISTEMA DE IMPERMEABILIZACION</b>				<b>1,698,024.98</b>
00065	Colocación de geomembrana tipo S3 (Coelander)	m <sup>2</sup>	6,152.00	87.66	539,284.32
00066	Colocación de geomembrana tipo S2 (Coelander)	m <sup>2</sup>	14,938.00	77.57	1,158,740.66
	<b>OBRA DE TOVA DE PRESA</b>				<b>874,409.01</b>
	<b>EXCAVACION Y RELLENOS</b>				<b>72870.21</b>
00067	Excavación común en suelo	m <sup>3</sup>	2,652.00	10.04	26,626.08
00068	Excavación común en roca	m <sup>3</sup>	468.00	28.24	13,216.32
00069	Excavación zanja en suelo para tubería	m <sup>3</sup>	750.00	12.84	9,630.00
00070	Excavación zanja en roca para tubería	m <sup>3</sup>	143.00	31.26	4,470.18
00071	Rellenos con material seleccionado (relleno estructural)	m <sup>3</sup>	417.00	45.39	18,927.63
	<b>TUBERIAS</b>				<b>699,788.98</b>
00072	Instalación de tubería (36")	m	176.00	1,731.50	304,744.00
00073	Hormigón casing H25	m <sup>3</sup>	499.00	500.01	249,504.99



0074	Amadura casing	ton	27.00	5,390.37	145,539.99
	<b>CAVARADE TORMA</b>				<b>69,796.08</b>
0075	Emplantillado F10	m	3.00	260.78	782.34
0076	Hormigón F25	m <sup>3</sup>	41.00	500.01	20,500.41
0077	Amadura	ton	9.00	5,390.37	48,513.33
	<b>CAVARADE VALVULAS</b>				<b>31,963.74</b>
0078	Emplantillado F10	m <sup>3</sup>	3.00	260.78	782.33
0079	Hormigón F25	m <sup>3</sup>	30.00	500.01	15,000.30
0080	Amadura	ton	3.00	5,390.37	16,171.11
	<b>CONSTRUCCION PRESA CHUSPURI 2DA ETAPA</b>				<b>32,144,609.71</b>
	<b>VERTEDERO DE EMERGENCIA</b>				<b>4,451,657.34</b>
	<b>CANAL VERTEDERO</b>				<b>4,340,341.90</b>
0081	Excavación común en roca	m <sup>3</sup>	43,778.00	28.24	1,236,290.72
0082	Excavación zanja en roca	m <sup>3</sup>	2,693.00	31.26	84,183.18
0083	Suministro y colocación de pernos de anclaje en pared de corte	und	500.00	1,353.00	676,500.00
0084	Suministro y colocación de malla electro soldada (0.10m x 0.10m dia 5mm)	m <sup>2</sup>	6,950.00	78.38	544,741.00
0085	Suministro y colocación de pernos en canal	und	200.00	1,353.00	270,600.00
0086	Suministro y colocación de shotcrete (0.10m de espesor)	m <sup>2</sup>	6,950.00	219.86	1,528,027.00
	<b>ESTRUCTURA DE ENTRADA</b>				<b>42,148.30</b>
0087	Emplantillado	m <sup>3</sup>	1.00	260.78	260.78
0088	Hormigón	m <sup>3</sup>	28.00	500.01	14,000.28
0089	Amadura	ton	4.00	5,390.37	21,561.48
0090	Excavación en roca de la pileta	m <sup>3</sup>	224.00	28.24	6,325.76
	<b>ESTRUCTURA DE DESCARGA</b>				<b>69,167.14</b>
0091	Excavación en roca de descarga	m <sup>3</sup>	461.00	31.26	14,410.86
0092	Emplantillado	m <sup>3</sup>	5.00	260.78	1,303.90
0093	Hormigón pileta	m <sup>3</sup>	53.00	500.01	26,500.53
0094	Amadura	ton	5.00	5,390.37	26,951.85
	<b>CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE DRENAJE</b>				<b>1,275,169.00</b>
0095	Relleno con material 3A dren	m <sup>3</sup>	21,437.00	55.13	1,181,821.81
0096	Excavación en suelo del canal de captación de aguas lluvias	m <sup>3</sup>	664.00	10.58	7,025.12
0097	Hormigón canchales	m <sup>3</sup>	112.00	515.11	57,692.32
0098	Suministro y colocación de malla electro soldada (0.10m x 0.10m dia 5mm)	ton	3.00	9,543.25	28,629.75
	<b>VERTEDEROS DE AFORO</b>				<b>42,927.96</b>
0099	Emplantillado	m <sup>3</sup>	4.00	260.78	1,043.12
0100	Hormigón vertedero de aforos	m <sup>3</sup>	29.00	523.47	15,180.63
0101	Amadura vertedero de aforos	ton	4.00	5,390.37	21,561.48
0102	Mampostería de piedra (hormigón ciclopeo)	m <sup>3</sup>	4.00	706.96	2,827.84
0103	Relleno con material seleccionado (relleno estructural)	m <sup>3</sup>	51.00	45.39	2,314.89
	<b>CONSTRUCCION DEL MURO</b>				<b>24,288,417.76</b>
0104	Colocación de geo textil de 400gm <sup>2</sup> , entre el terreno y material 3A	m <sup>2</sup>	46,360.00	7.95	368,562.00
0105	Colocación de material tipo 2B	m <sup>3</sup>	49,090.00	34.28	1,682,805.20
0106	Colocación de material tipo 2C	m <sup>3</sup>	3,314.00	38.33	127,025.62
0107	Colocación de material tipo 3A (muro inclinado)	m <sup>3</sup>	25,326.00	58.00	1,468,908.00
0108	Colocación de material tipo 3B	m <sup>3</sup>	988,698.00	19.55	19,329,045.90
0109	Colocación de material tipo 4	m <sup>3</sup>	53,376.00	17.59	938,883.84
0110	Suministro y colocación de defensa cammeta	m	1,390.00	268.48	373,187.20
	<b>SISTEMA DE IMPERMEABILIZACION</b>				<b>2,025,563.75</b>
0111	Colocación de geomembrana tipo S3 (Coelanche)	m <sup>2</sup>	5,606.00	70.65	396,063.90
0112	Colocación de geomembrana tipo S2 (Coelanche)	m <sup>2</sup>	26,885.00	60.61	1,629,499.85
	<b>INSITU ENIACION GEOTECNICA</b>				<b>608,739.00</b>
0113	Excavación de zanja en morrena compactada	m <sup>3</sup>	23.00	108.84	2,503.32

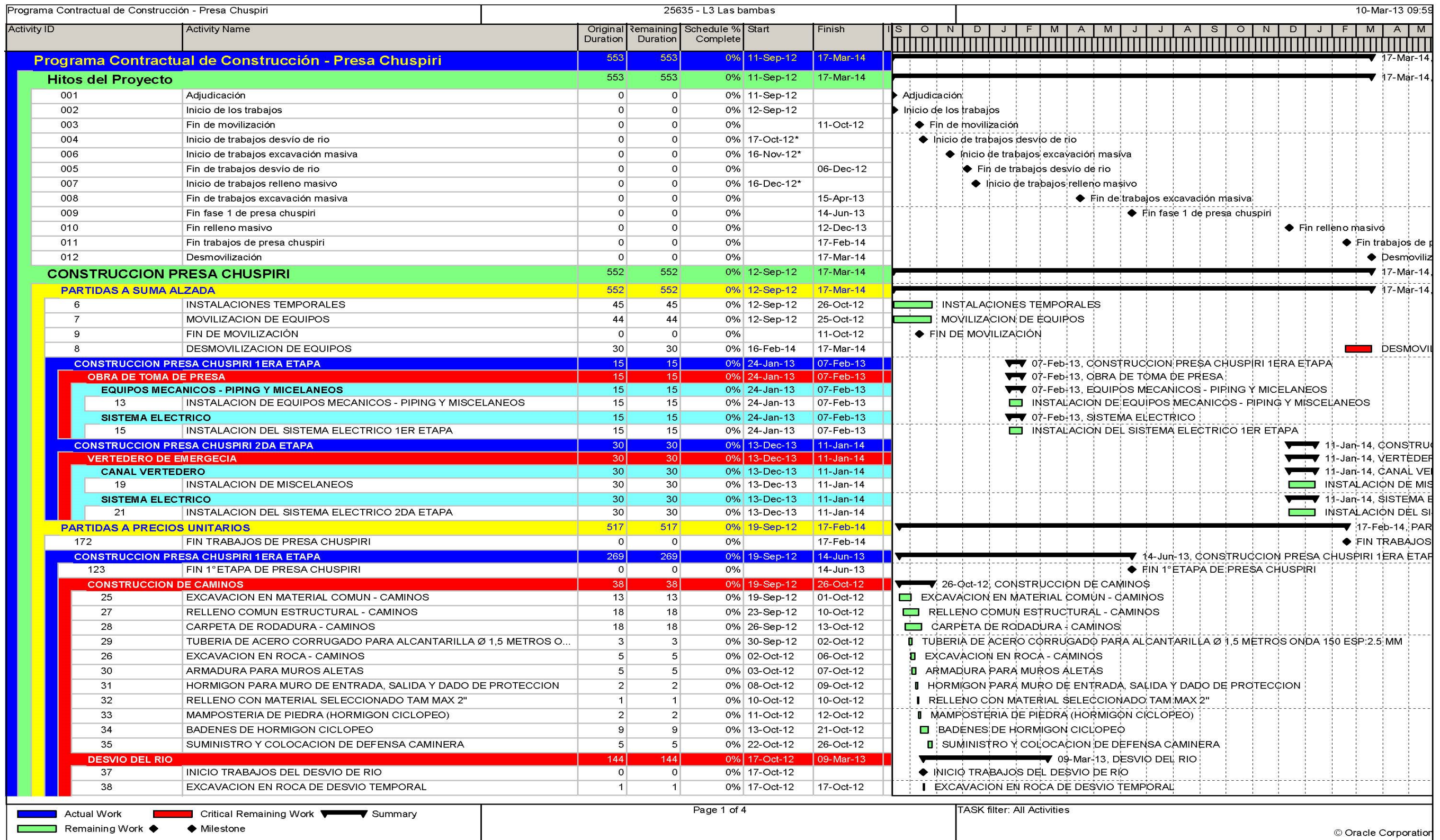


00114	Relleno zanja con morrena compactada	m <sup>3</sup>	2200	137.80	3,031.60
00115	Construcción de monolitos de asentamiento	und	800	402.77	3,222.16
00116	Instalación de piezómetros hilo vibrátil	und	700	7,445.26	52,116.82
	<b>MANIENIMIENTO DE CAMINOS DE ACCESO</b>				<b>3,600,000.00</b>
00117	Mantenimiento de caminos de acceso a zonas de trabajo	gp	1.00	3,600,000.00	3,600,000.00
	<b>PARTIDAS NO CONTEMPLADAS</b>				<b>916,674.00</b>
00118	Cuneta triangular revestida en concreto de 1.00m x 0.40m (inc. Tub. Perforada cada 10m)	m	3,300.00	277.78	916,674.00
00119	<b>Gastos Generales</b>	gp	1.00	21,870,989.00	<b>21,870,989.00</b>
00120	<b>Utilidad</b>	gp	1.00	5,872,032.00	<b>5,872,032.00</b>
	<b>TOTAL VALOR NETO DE CONTRATO (S/.)</b>				<b>88,279,434.68</b>
	<b>IGV 18%</b>				<b>15,890,298.24</b>
	<b>TOTAL COSTO CONTRATO</b>				<b>104,169,732.92</b>

**Tabla 1: Metros y Precio Unitarios 'Presade Tierra Chuspi'**  
(Fuente: Proyecto Las Bambas)

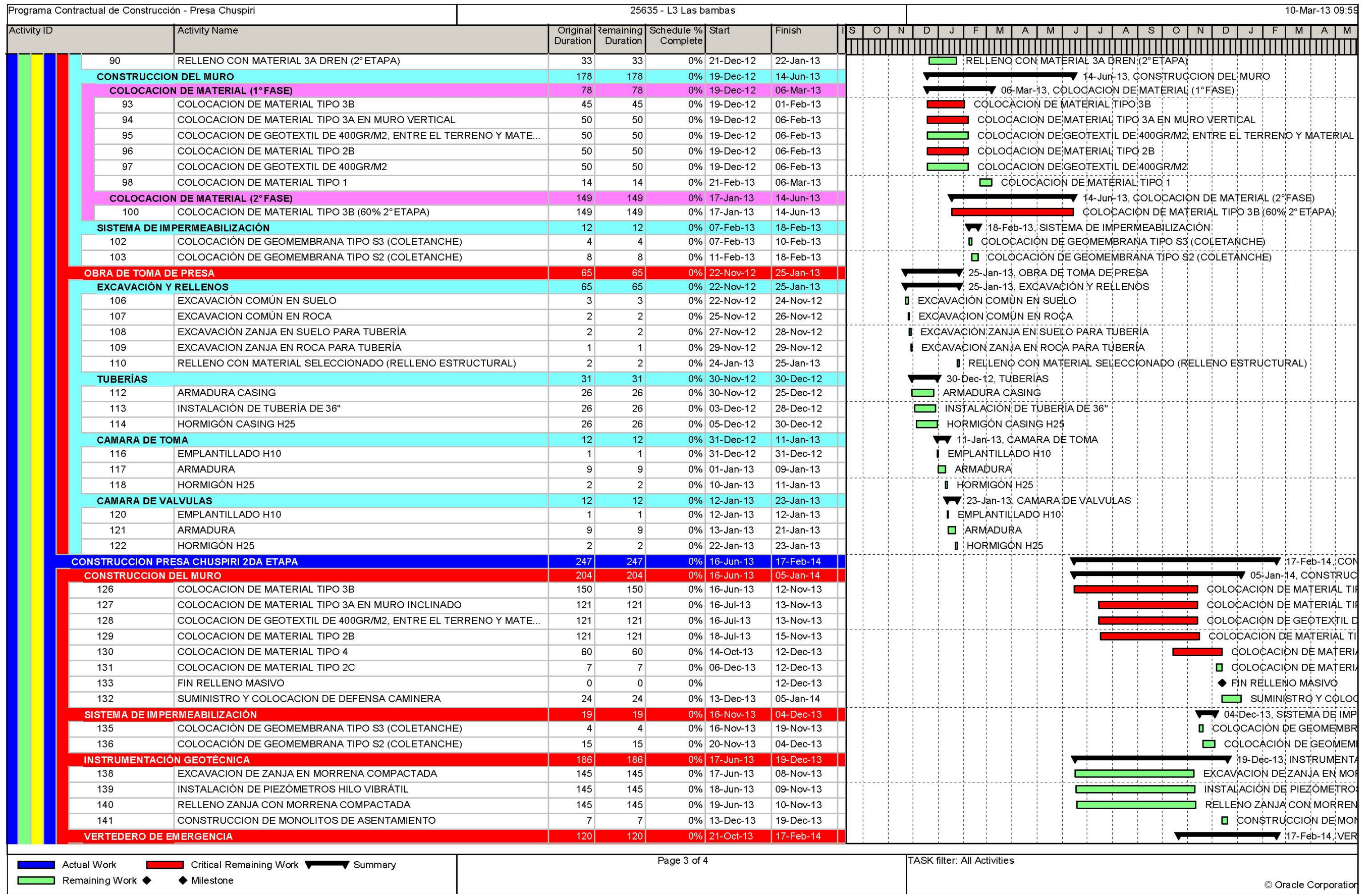


4.1.5. Programa Base



Programa Contractual de Construcción - Presa Chuspiri		25635 - L3 Las bambas					10-Mar-13 09:59																				
Activity ID	Activity Name	Original Duration	Remaining Duration	Schedule % Complete	Start	Finish	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M
39	CONSTRUCCION DE ATAGUIA	2	2	0%	18-Oct-12	19-Oct-12																					
40	EXCAVACION COMUN EN ROCA PARA TUBERIA DE DESVIO	7	7	0%	18-Oct-12	24-Oct-12																					
41	EXCAVACION ZANJA EN ROCA PARA TUBERIA DE DESVIO	17	17	0%	25-Oct-12	10-Nov-12																					
42	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PERNOS DE ANCLAJE EN PARED DE EX...	7	7	0%	26-Oct-12	01-Nov-12																					
43	SUMINISTRO Y COLOCACION DE MALLA ELECTRO SOLDADA (0.10Mx0.10...	7	7	0%	27-Oct-12	02-Nov-12																					
44	SUMINISTRO Y COLOCACION DE SHOTCRETE (ESPESOR 0.10m)	7	7	0%	28-Oct-12	03-Nov-12																					
49	ARMADURA ESTRUCTURA DE ENTRADA	6	6	0%	11-Nov-12	16-Nov-12																					
45	ARMADURA CASING DE HORMIGÓN	16	16	0%	11-Nov-12	26-Nov-12																					
46	INSTALACION DE TUBERIA DE ACERO CORRUGADO DE 1.5 m DE DIAMET...	16	16	0%	13-Nov-12	28-Nov-12																					
47	CONSTRUCCIÓN CASING DE HORMIGÓN PARA TUBERÍA DE ACERO COR...	16	16	0%	15-Nov-12	30-Nov-12																					
50	HORMIGÓN ESTRUCTURA DE ENTRADA	1	1	0%	17-Nov-12	17-Nov-12																					
51	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PERNOS DE ANCLAJE EN ESTRUCTURA ...	1	1	0%	17-Nov-12	17-Nov-12																					
52	RELLENO DE ATAGUÍA ENTRADA	1	1	0%	18-Nov-12	18-Nov-12																					
53	ARMADURA ESTRUCTURA DE SALIDA	6	6	0%	27-Nov-12	02-Dec-12																					
56	COLOCACIÓN DE ENROCADO	6	6	0%	01-Dec-12	06-Dec-12																					
48	RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO	3	3	0%	01-Dec-12	03-Dec-12																					
54	HORMIGÓN ESTRUCTURA DE SALIDA	1	1	0%	03-Dec-12	03-Dec-12																					
55	RELLENO DE ATAGUÍA DE SALIDA	2	2	0%	04-Dec-12	05-Dec-12																					
57	FIN TRABAJOS DEL DESVIO DE RIO	0	0	0%		06-Dec-12																					
58	RELLENO DE ATAGUÍA PARA CIERRE DE DESVÍO	1	1	0%	07-Mar-13	07-Mar-13																					
59	TAPÓN PARA CIERRE DE TUBERÍA DESVÍO	2	2	0%	08-Mar-13	09-Mar-13																					
<b>INSTRUMENTACIÓN GEOTÉCNICA</b>		<b>183</b>	<b>183</b>	<b>0%</b>	<b>13-Dec-12</b>	<b>14-Jun-13</b>																					
61	PERFORACIÓN PARA INSTALACIÓN DE PIEZÓMETRO DE HILO VIBRÁTIL	165	165	0%	13-Dec-12	26-May-13																					
62	INSTALACIÓN DE PIEZÓMETROS HILO VIBRÁTIL	165	165	0%	14-Dec-12	27-May-13																					
63	EXCAVACION DE ZANJA EN MORRENA COMPACTADA	165	165	0%	28-Dec-12	10-Jun-13																					
64	RELLENO ZANJA CON MORRENA COMPACTADA	165	165	0%	29-Dec-12	12-Jun-13																					
65	PERFORACIÓN E INSTALACIÓN DE PIEZOMETROS CASAGRANDE DE 15 M...	12	12	0%	02-Jun-13	14-Jun-13																					
<b>CONSTRUCCIÓN PRESA</b>		<b>211</b>	<b>211</b>	<b>0%</b>	<b>16-Nov-12</b>	<b>14-Jun-13</b>																					
<b>EXCAVACIÓN</b>		<b>151</b>	<b>151</b>	<b>0%</b>	<b>16-Nov-12</b>	<b>15-Apr-13</b>																					
68	INICIO TRABAJOS EXCAVACION MASIVA	0	0	0%	16-Nov-12																						
69	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN PRESA	120	120	0%	16-Nov-12	15-Mar-13																					
70	EXCAVACION EN ROCA PARA PLINTO	120	120	0%	17-Nov-12	16-Mar-13																					
71	EXCAVACION EN ROCA - PRESA	150	150	0%	17-Nov-12	15-Apr-13																					
72	FIN TRABAJOS EXCAVACION MASIVA	0	0	0%		15-Apr-13																					
<b>CONSTRUCCIÓN DE PLINTO</b>		<b>82</b>	<b>82</b>	<b>0%</b>	<b>01-Dec-12</b>	<b>20-Feb-13</b>																					
<b>LOSAS DE PLINTO</b>		<b>72</b>	<b>72</b>	<b>0%</b>	<b>01-Dec-12</b>	<b>10-Feb-13</b>																					
75	COLOCACIÓN DE ANCLAJES	46	46	0%	01-Dec-12	15-Jan-13																					
76	ARMADURA PLINTO	65	65	0%	05-Dec-12	07-Feb-13																					
77	HORMIGÓN PLINTO	65	65	0%	08-Dec-12	10-Feb-13																					
<b>PERFORACIONES E INYECCIONES</b>		<b>62</b>	<b>62</b>	<b>0%</b>	<b>21-Dec-12</b>	<b>20-Feb-13</b>																					
79	PERFORACION PARA IMPERMEABILIZACIÓN	41	41	0%	21-Dec-12	30-Jan-13																					
83	PERFORACION PARA ENSAYO DE AGUA A PRESIÓN	50	50	0%	24-Dec-12	11-Feb-13																					
85	PERFORACION PARA ENCAMISADO	45	45	0%	24-Dec-12	06-Feb-13																					
80	INYECCIONES DE IMPERMEABILIZACIÓN (KG DE CEMENTO INYECTADO)	51	51	0%	24-Dec-12	12-Feb-13																					
84	ENSAYO DE AGUA A PRESIÓN	50	50	0%	25-Dec-12	12-Feb-13																					
86	ENSAYO RÁPIDO DE AGUA A PRESIÓN	45	45	0%	25-Dec-12	08-Feb-13																					
81	PERFORACION PARA CONSOLIDACIÓN	36	36	0%	05-Jan-13	09-Feb-13																					
82	INYECCIONES DE CONSOLIDACIÓN (KG DE CEMENTO INYECTADO)	44	44	0%	08-Jan-13	20-Feb-13																					
<b>CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE</b>		<b>38</b>	<b>38</b>	<b>0%</b>	<b>16-Dec-12</b>	<b>22-Jan-13</b>																					
88	INICIO TRABAJOS RELLENO MASIVO	0	0	0%	16-Dec-12																						
89	RELLENO CON MATERIAL 3A DREN	5	5	0%	16-Dec-12	20-Dec-12																					

Actual Work Remaining Work Critical Remaining Work Milestone Summary



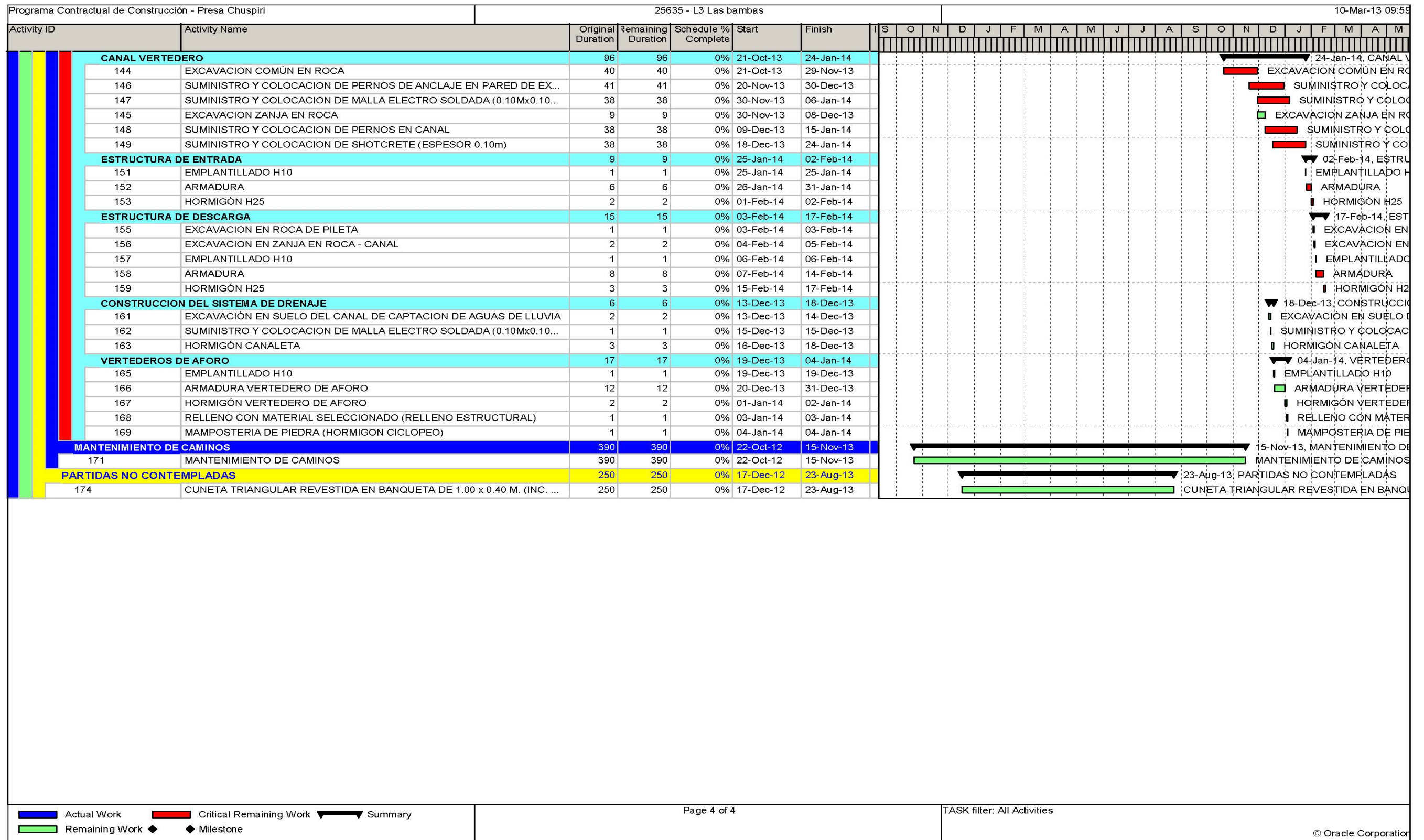


Tabla 2: Cronograma Base "Presa de Tierra Chuspiri" (Fuente: Proyecto Las Bambas)

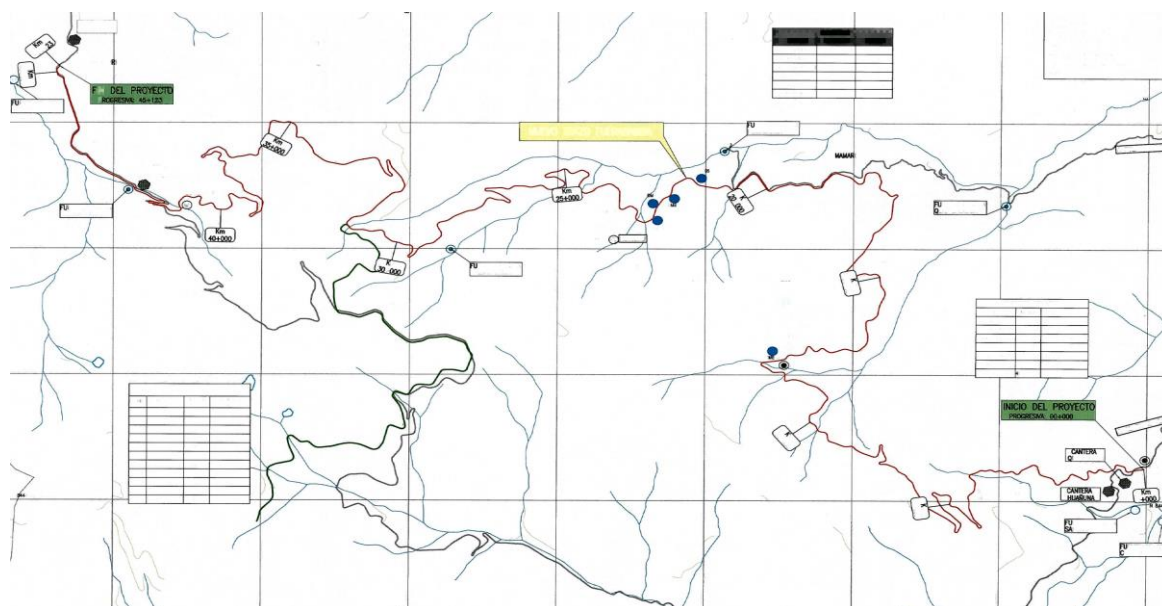


## **4.2. Descripción del Proyecto: Camino de Carga Pesada Tramo 4**

### **4.2.1. Ubicación del Proyecto**

El Proyecto minero Las Bambas está sustentado por el mineral que se obtiene de tres yacimientos mineros los cuales reciben los nombres de yacimiento Ferrobamba, Chalcobamba y Sulfobamba. En los alrededores del proyecto no existen plantas industriales que puedan ser de apoyo para el proyecto por lo que todas las instalaciones necesarias para el procesamiento de cobre serán construidas en el lugar de extracción.

A fin de hacer realidad la construcción del proyecto minero, se tiene la necesidad de generar una vía de evitamiento, la cual servirá para no usar el camino actual que pasa por los poblados de Quehuire – Antuyo – Pumamarca – Huancuire, el cual evitará el paso de las comunidades por los tajos del Pit Ferrobamba. Esta vía se ha denominado Nuevo Trazo Fuerabamba



**Imagen 5 : Ubicación Camino de Carga Pesada – Paquete 4**  
(Fuente: Ingeniería HHR Paquete 4)

#### 4.2.2. Descripción del Proyecto

Debido a que el Proyecto Las Bambas requiere una ruta de acceso desde Antapaccay hasta Las Bambas para transportar carga sobredimensionada para la construcción de la Planta de Procesos, donde la carga máxima a transportar tiene 8.6 m de ancho y 110 toneladas, es de vital importancia mejorar parte del trazado de ésta ruta.

Los trabajos consistirán en el mejoramiento general del trazado considerando rectificaciones del alzado y del trazado en planta además de la incorporación de tres evitamientos, los cuales del punto de vista de los trabajos a ejecutar son del tipo de conservación puntual, de ésta manera se asegura el tránsito normal continuo de la vía y para dar flujo continuo al traslado de carga sobredimensionada se realizarán vadeos de los ríos.



<b>Trabajos Camino de Acceso Antapacay - Las Bambas. Paquete 4</b>	
<b>Tramo</b>	<b>Longitud (km)</b>
Q7: Evitamiento Fuerabamba	46
Q8: Conexión entre Taller Camiones-Evitamiento Fuerabamba	15.5
Q9: Taller de Camiones- Planta Concentradora	

**Tabla 3 : Trazos que comprende el "Camino de Carga Pesada - Paquete 4"**  
(Fuente: Proyecto Las Bambas)

### **Nuevo Trazo Fuerabamba**

Actualmente no existe vía existente, se trata de un tramo básicamente nuevo, salvo en aproximadamente 2 km de tramo existente en la localidad de Pumamarca, y un tramo de aproximadamente 4 km antes de la localidad de Huancuire, el terreno por donde pasará la vía proyectada presenta una geomorfología variable.

El tramo de vía que se proyecta ejecutar atraviesa los siguientes poblados:

- Quehuire
- Antuyo
- Pumamarca
- Huinchu
- Huancuire

El objetivo principal es desarrollar la Ingeniería de Detalles de las obras asociadas al Nuevo Trazo Fuerabamba, el cual corresponde a un tramo nuevo que inicia en las cercanías de la localidad de Quehuire y culmina en la localidad



de Huancuire.

La carretera Nuevo Trazo Fuerabamba, de 44.315 Km. de longitud, se ha dividido en dos tramos:

- Tramo I: Quehuire – Desvío Truck Shop (Km. 0+000 – Km. 30+840)
- Tramo II: Desvío Truck Shop - Huancuire (Km. 30+840 – Km. 45+122.6)

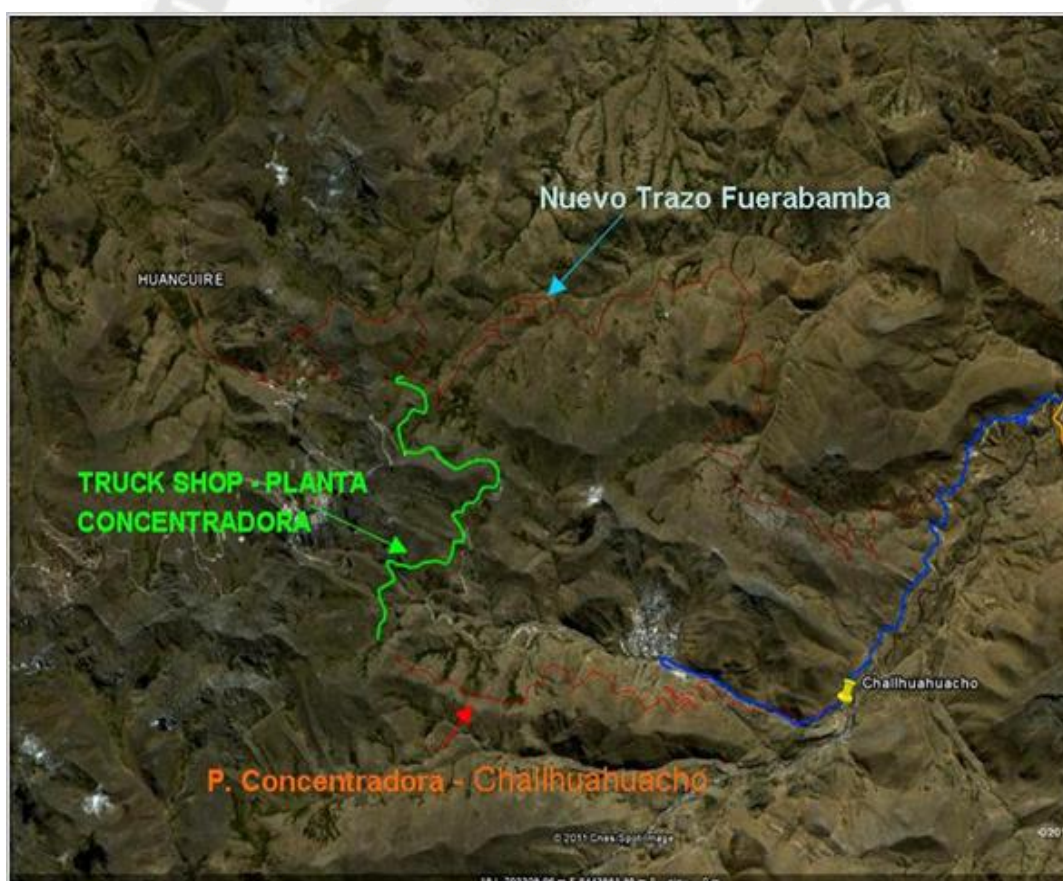


**Imagen 6: Ubicación Nuevo Trazo Fuerabamba – HHR Paquete 4  
(Fuente: Ingeniería HHR Paquete 4)**

## Truck Shop

Actualmente no existe vía existente, se trata de un tramo básicamente nuevo, salvo determinados tramos existentes localizados que suman en total 6 km aproximadamente. El terreno por donde pasará la vía proyectada presenta una geomorfología variable.

El objetivo principal es desarrollar la Ingeniería de Detalle de las obras asociadas tramo: Cruce de la Carretera Fuerabamba a Truck Shop – Planta Concentradora, el cual corresponde a un tramo nuevo en sus primeros kilómetros.



*Imagen 7: Ubicación Truck Shop – HHR Paquete 4  
(Fuente: Ingeniería HHR Paquete 4)*



La ruta del Truck Shop será usada como Camino de Carga Pesada pr donde transitaran vehículos de gran tamaño y características especiales necesarios para la ejecución del proyecto, como también será una ruta por donde recursos y personal serán trasladados dentro del proyecto minero.

#### 4.2.3. Alcance de los trabajos

- Todos los permisos inherentes a la actividad, como el transporte, manejo de explosivos, etc.
- Ejecución de accesos y caminos temporales.
- Ejecución de todos los trabajos necesarios para mantener un adecuado drenaje de las obras.
- Limpieza y escarpe de plataformas a intervenir.
- Transporte a depósitos de top soil a partir del punto de extracción del material excedente.
- Manejo de depósitos de material excedente.
- Explotación y manejo de empréstitos.
- Preparación, transporte y suministro de material de relleno masivo y estructural, de empréstito o excavaciones.
- Reemplazo de material inadecuado por material de empréstito o de excavaciones.
- Preparación de subrasante de caminos.



- Colocación de afirmado en caminos.
- Saneamiento de los caminos.
- Regadío de caminos, regadío para rellenos y control de polvo en excavaciones incluyendo el suministro y transporte de agua.
- Toda la topografía necesaria para el control de avance y la correcta ejecución de las obras.
- Los ensayos y control de calidad necesarios para alcanzar el grado de calidad especificado.
- Planos As Built.



#### 424. Metros y Precios Unitarios

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT.	PRECIO UNITARIO (S.)	VALOR TOTAL (S.)
<b>100</b>	<b>PARTIDAS ASUMA ALZADA</b>				<b>9,176,337.80</b>
101.01	Movilización y Desmovilización de Equipos	Gb	1.00	2,183,765.00	2,183,765.00
101.02	Movilización y Desmovilización de Instalación de Faenas	Gb	1.00	5,955,067.80	5,955,067.80
101.03	Mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial	Gb	1.00	1,037,505.00	1,037,505.00
<b>200</b>	<b>PARTIDAS A PRECIOS UNITARIOS DE LA OBRA</b>				
<b>201</b>	<b>TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION</b>				<b>2,198,049.28</b>
201.01	Topografía y Georeferenciación	km	56.00	39,250.88	2,198,049.28
<b>202</b>	<b>MOMENTOS DE TIERRA</b>				<b>44,397,932.40</b>
202.01	Retiro de Top Soil	m <sup>3</sup>	52,480.00	13.32	699,033.60
202.02	Excavación en roca con explosivos	m <sup>3</sup>	701,270.00	26.89	18,857,150.30
202.03	Excavación material común	m <sup>3</sup>	1,359,348.00	12.11	16,461,704.28
202.05	Conformación de terraplenes	m <sup>3</sup>	420,263.00	19.94	8,380,044.22
<b>203</b>	<b>TRANSPORTE</b>				<b>12,337,701.60</b>
203.01	Transporte de material de préstamo, distancia mayor a 1 km	m <sup>3</sup> /km	2,160,443.00	1.05	2,268,465.15
203.02	Transporte de material excedente, distancia mayor a 1 km	m <sup>3</sup> /km	9,589,749.00	1.05	10,069,236.45
<b>204</b>	<b>SUPERFICIE DE RODADURA AFIRMADA</b>				<b>11,823,993.74</b>
204.01	Retine, perfilado y compactación de subrasante	m <sup>2</sup>	458,313.00	257	1,177,864.41
204.02	Afirmado	m <sup>3</sup>	142,081.00	74.93	10,646,129.33
<b>205</b>	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJES</b>				<b>22,090,866.83</b>
205.03	Excavación no clasificada para estructuras	m <sup>3</sup>	43,759.00	26.97	1,180,180.23
205.04	Relleno para estructuras con material de préstamo	m <sup>3</sup>	11,646.00	33.50	390,141.00
205.05	Relleno para estructuras con material propio	m <sup>3</sup>	11,393.00	25.61	291,774.73
205.06	Camada de asiento con material de afirmado	m <sup>3</sup>	210.00	88.24	18,530.40
205.07	Concreto clase H (f'c=100 kg/cm <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup>	1,425.00	956.58	1,363,126.50
205.08	Concreto clase D (f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> ) Encofrado y acero Fy=4200 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	5,107.00	1,484.24	7,580,013.68
205.09	Suministro e instalación tubería corrugada de acero galvanizado circular, D=0.60 m	m	699.00	262.13	183,228.87
205.10	Suministro e instalación tubería corrugada de acero galvanizado circular, D=0.90 m	m	3,103.00	372.36	1,155,433.08
205.13	Subdren con material drenante y geotextil	m	5,765.00	197.33	1,137,607.45
205.14	Cuneta triangular revestida en palanilla de 0.75x0.50 m	m	55,251.00	130.89	7,231,803.39
205.15	Cuneta triangular revestida en banqueta de 0.75x0.50 m	m	3,819.00	130.89	499,868.91
205.16	Zanja de coronación revestida	m	1,357.00	113.43	153,924.51
205.17	Mampostería de piedra aseniada en mortero de cemento	m <sup>3</sup>	1,086.00	380.60	413,331.60
205.18	Suministro e instalación gavión tipo caja 1.0x1.0x5.0 m	un	444.00	1,033.02	458,660.88
205.19	Suministro e instalación de geotextil no tejido Clase 2	m <sup>2</sup>	3,853.00	5.20	20,035.60
205.21	Suministro e instalación de Geogrid	m <sup>2</sup>	1,240.00	10.65	13,206.00
<b>206</b>	<b>SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL</b>				<b>4,916,884.50</b>
206.01	Suministro e instalación de defensas cámaras metálicas	m	17,103.00	262.11	4,482,867.33
206.02	Señal Preventiva (0.60x0.60 m), panel y poste	un	787.00	489.55	385,275.85
206.03	Señales Informativas (3.30x0.60 m), panel y poste	un	8.00	4,161.75	33,294.00
206.04	Señales Informativas (2.20x0.60 m), panel y poste	un	4.00	3,861.83	15,447.32

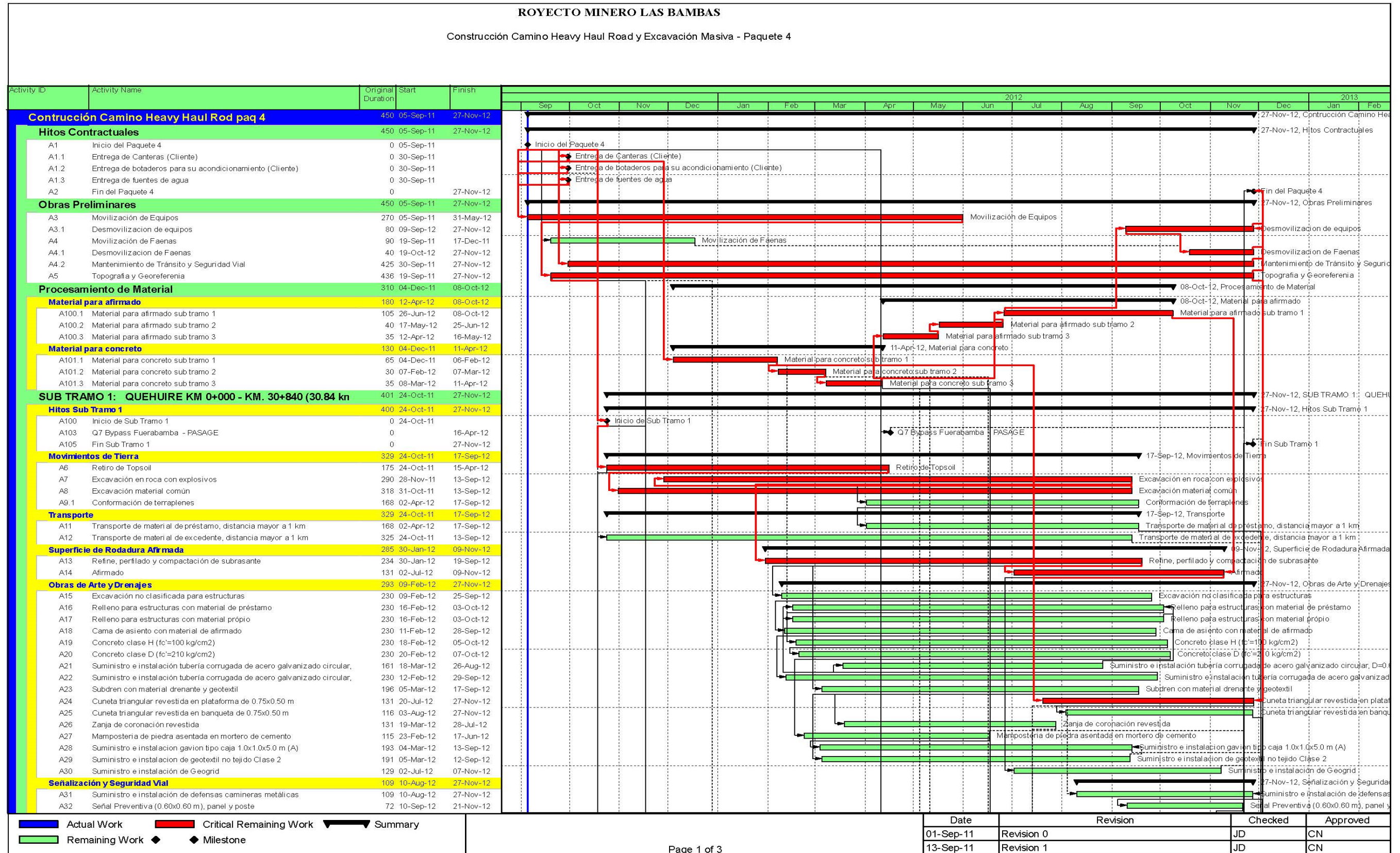


<b>207</b>	<b>PROTECCION AMBIENTAL</b>				<b>4,015,281.64</b>
207.01	Rececuacion ambiental de campamentos y patios de maquinas	m2	40,000.00	1.77	70,800.00
207.02	Revegetación	m2	839,600.00	3.24	2,720,304.00
207.03	Suministro e instalacion de malla drenante (Silt Fences)	m	89,180.00	10.65	949,767.00
207.04	Depositos para sedimentación	und	56.00	4,900.19	274,410.64
<b>I.</b>	<b><u>COSIODIRECTO</u></b>				<b>110,957,047.79</b>
<b>II.</b>	<b><u>GASTOS GENERALES</u></b>			<b>16.49%</b>	<b>18,296,021.49</b>
<b>III.</b>	<b><u>UTILIDAD</u></b>			<b>14.40%</b>	<b>15,975,098.02</b>
<b>IV.</b>	<b><u>TOTAL (SINIGV)</u></b>				<b>145,228,167.30</b>

**Tabla 4: Metrados y Precio Unitarios "Camino de Carga Pesada Paquete 4"**  
(Fuente: Proyecto Las Bambas)

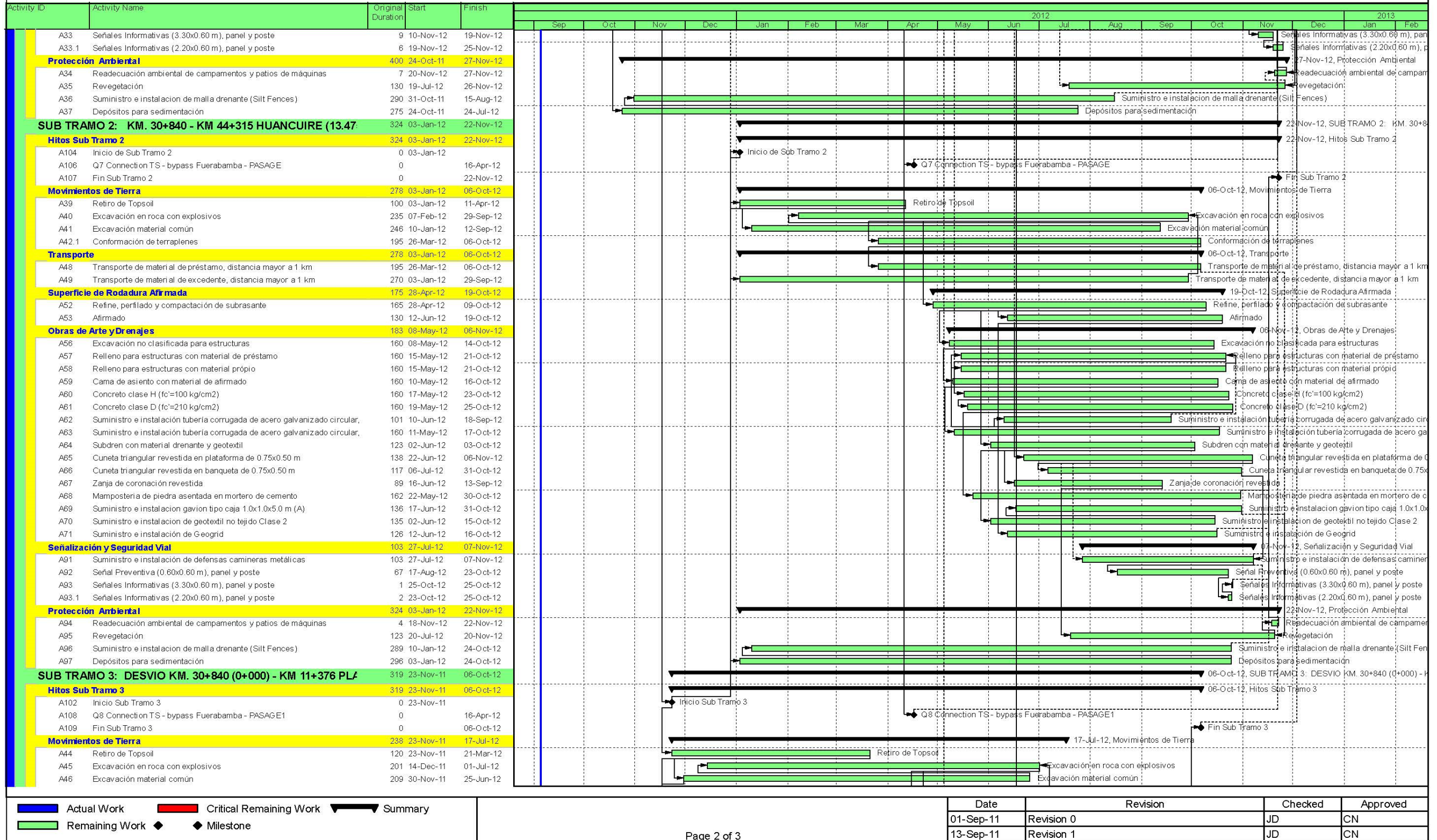


4.2.5. Programa Base




PROYECTO MINERO LAS BAMBAS

Construcción Camino Heavy Haul Road y Excavación Masiva - Paquete 4







**CAPÍTULO V:  
APLICACIÓN DEL  
LEAN CONSTRUCCIÓN EN LOS PROYECTOS EJECUTADOS**



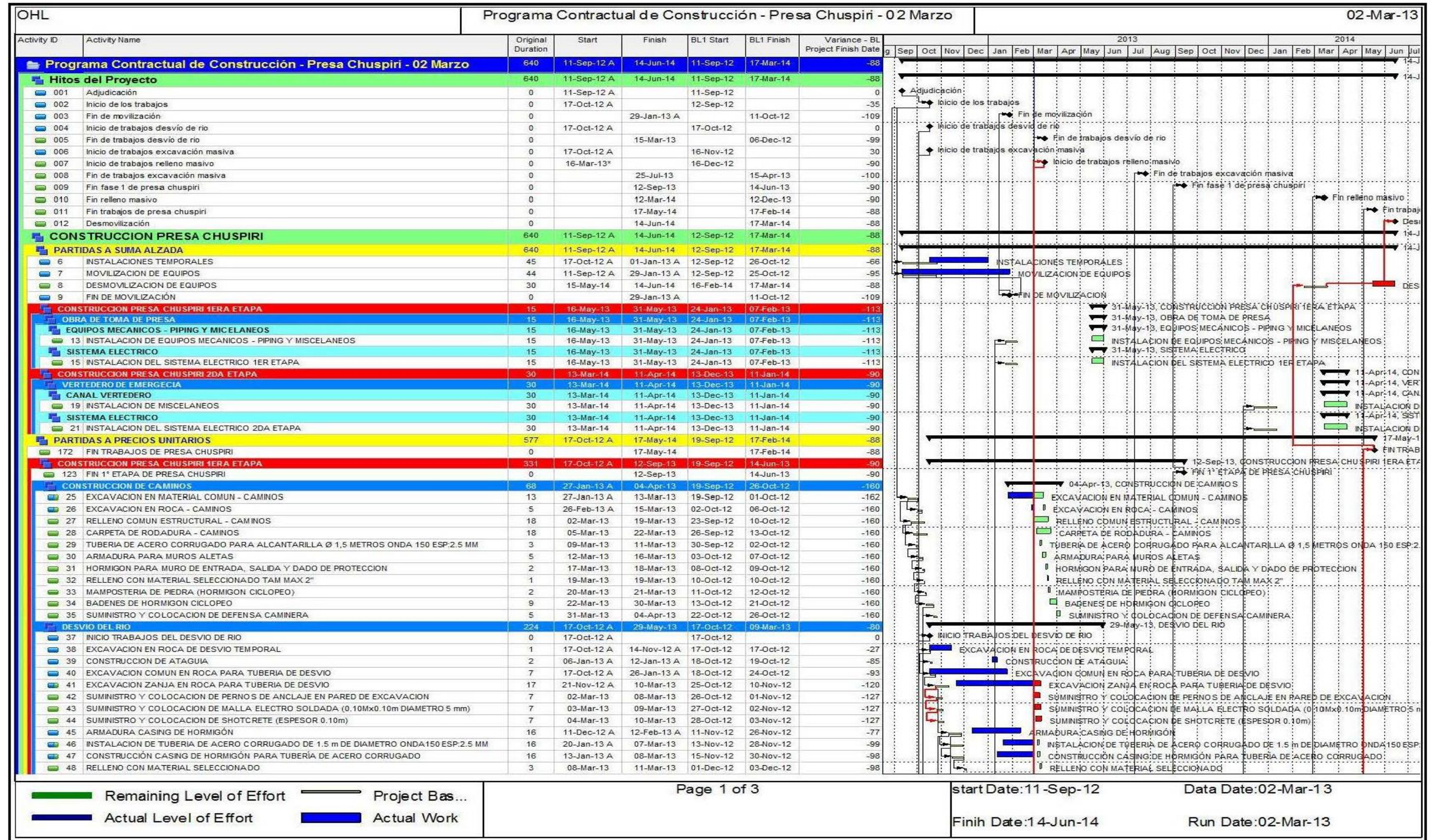
### 5.1. Planificación Maestra

La planificación maestra llevada a cabo para la Presa de Tierra Chuspiri enmarca todos los hitos propuestos por el cliente como también sus tiempos de ejecución y fechas de entrega la cual empieza en 11 de Setiembre del 2012 hasta el 14 de Junio del 2014, siendo 640 días de ejecución de proyecto completo.

Analizando la planificación maestra del proyecto Camino de Carga Pesada Tramo 4 se observa que como fecha de inicio contractual se tiene el 05 de Setiembre del 2011 y como fecha de término se tiene el 27 de Noviembre del 2012, es decir, 450 días de ejecución de obra.

El programa se divide en Sub Tramos los cuales serían los hitos de cumplimiento para este proyecto, donde la actividad relevante es el movimiento de tierras.

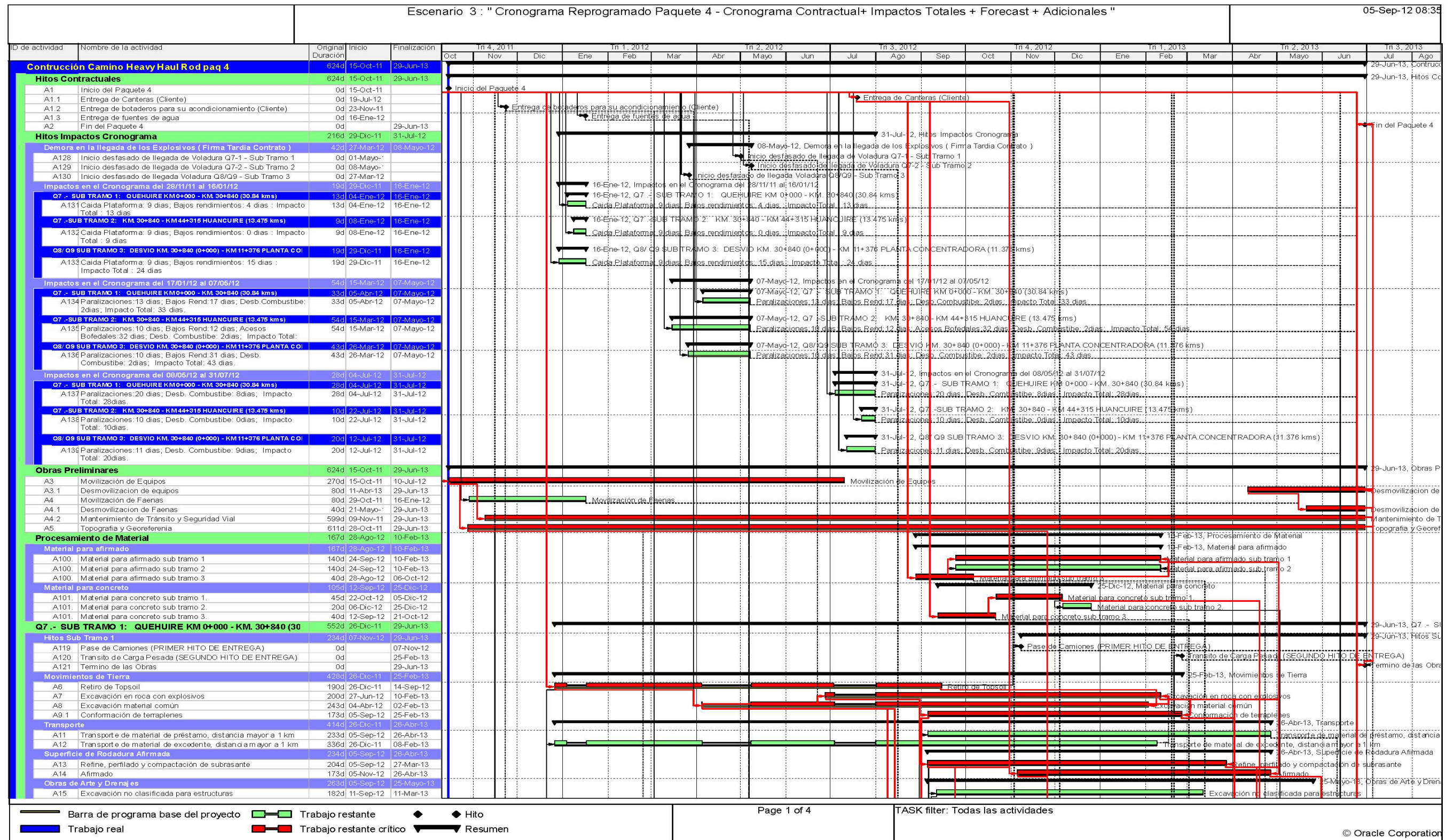
5.1.1. Planificación Maestra “Presa de Tierra Chuspiri”





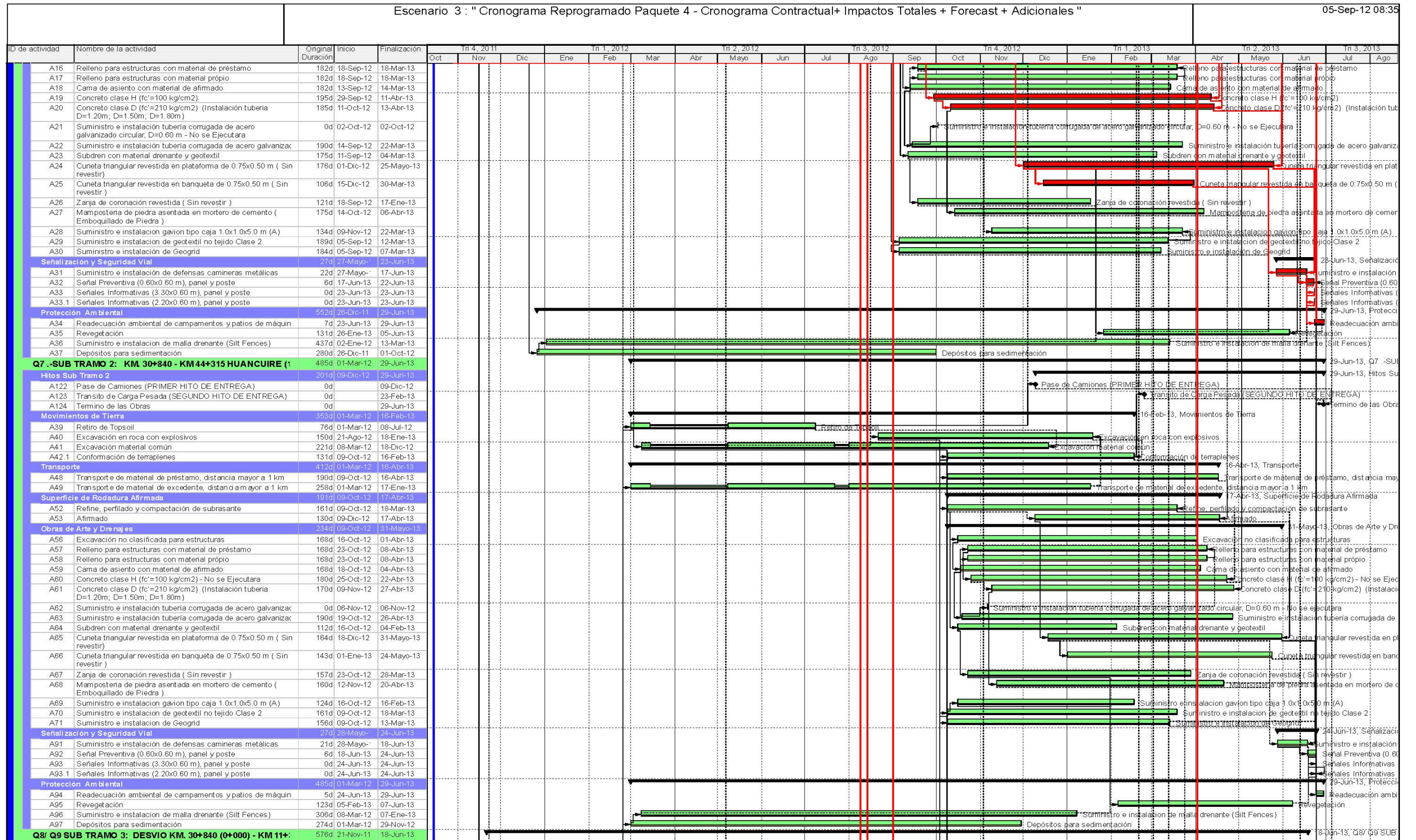


5.1.2. Planificación Maestra “Camino de Carga Pesada – Paquete 4”



Escenario 3 : " Cronograma Reprogramado Paquete 4 - Cronograma Contractual+ Impactos Totales + Forecast + Adicionales "

05-Sep-12 08:35



█ Barra de programa base del proyecto   
 █ Trabajo restante   
 █ Trabajo restante crítico   
 ◆ Hito   
 ▶ Resumen

█ Trabajo real

© Oracle Corporation

Escenario 3 : " Cronograma Reprogramado Paquete 4 - Cronograma Contractual+ Impactos Totales + Forecast + Adicionales "

05-Sep-12 08:35



■ Barra de programa base del proyecto   
 ■ Trabajo restante   
 ◆ Hito   
 ■ Trabajo real   
 ■ Trabajo restante crítico   
 ◆ Resumen





## 5.2. Lookahead

Para los proyectos Presa de Tierra Chuspiri y Camino de Carga Pesada – Tramo4 se trabajó el *lookahead* teniendo en consideración un horizonte de 3 semanas en donde se incorporaron las actividades provenientes de la planificación maestra para luego hacer el respectivo análisis de restricciones y así tener actividades libres y listas a ser ejecutadas por lo cual se siguió los siguientes pasos:

- Se consideran las actividades que pueden ser ejecutables tomando en consideración todas las variables como la disponibilidad de recursos, diseños hechos, que las actividades anteriores sean cumplidas a tiempo, otros temas.
- Se deben de dividir las actividades consideradas en asignaciones, que son órdenes directas para ejecutar.
- Se hace el análisis de restricciones correspondiente en dos partes:
- Se debe mantener asignaciones de reserva, también llamados colchones las cuales servirán al momento de que una actividad planeada no se pueda realizar o si el personal tiene tiempo libre para ejecutar esta.



- Se debe de asignar la cantidad adecuada de trabajo en función a la capacidad de ejecución.
- Tener una lista de requerimientos que hagan que lo programado se cumpla.

Los factores que se tomaron en cuenta para realizar el correcto análisis de restricciones son: mano de obra disponible, equipo disponible, accesibilidad a la zona de construcción, almacenamiento, diseño, detalles de construcción, recursos.



5.2.2. Lookahead “Camino de Carga Pesada – Paquete 4”

It	P6 ID ESP #	ACTIVITY DESCRIPTION	START	FINISH	REMAINING QTY	PAST WEEK							CURRENT WEEK							WEEK #2							WEEK #3							D W G	M T R	C R I																	
						T	F	S	S	M	T	W	Wk Qty	T	F	S	S	M	T	W	Wk Qty	T	F	S	S	M	T	W	Qty	T	F	S	S				M	T	W	Qty													
						01.11	02.11	03.11	04.11	05.11	06.11	07.11		08.11	09.11	10.11	11.11	12.11	13.11	14.11		15.11	16.11	17.11	18.11	19.11	20.11	21.11		22.11	23.11	24.11	25.11				26.11	27.11	28.11														
<b>1.00 // OBRAS PRELIMINARES</b>																																																					
		Movilización de Faenas	29-oct	16-ene	0.03	S	16	16	16	16	16	16	16	0.00	S	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	0.00	S	16	16	16	16	16	16	16	0.00	S	16	16	16	16	16	16	16	0.00								
		Topografía y Georeferencia	29-oct	06-ene	20.10 km	A	19	19	19	19	19	19	19	0.02	A	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	0.02	A	19	19	19	19	19	19	19	0.02	A	19	19	19	19	19	19	19	0.02								
<b>2.00 // Q7.- SUB TRAMO 1: QUEHUIRE KM0+000 - KM 30+840 (30.84 kms)</b>																																																					
<b>2.01 // Movimientos de Tierra</b>																																																					
		Retiro de Topsoil	26-dic	21-abr	-85,428 m3	S	5	5	5	5	5	5	5	0	S	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	100																											
		Excavación en roca con explosivos	27-feb	13-sep	254,206 m3	A	12	12	12	12	12	12	12	3,477	A	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	3,000	A	12	12	12	12	12	12	12	3,000	A	12	12	12	12	12	12	12	3,000								
		Excavación material común	02-ene	09-sep	67,397 m3	S	25	25	25	25	25	25	25	3,400	S	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	2,000	S	25	25	25	25	25	25	25	2,000	S	25	25	25	25	25	25	25	2,000								
		Conformación de Terraplenes	02-abr	25-sep	109,061 m3	S	23	23	23	23	23	23	23	1,700	S	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	2,000	S	23	23	23	23	23	23	23	2,000	S	23	23	23	23	23	23	23	2,000								
<b>2.2 // Transporte</b>																																																					
		Transporte de material de préstamo, distancia mayor a 1 km	26-dic	17-sep	953,346 m3	S	11	11	11	11	11	11	11	8,300	S	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	12,000	S	11	11	11	11	11	11	11	12,000	S	11	11	11	11	11	11	11	12,000								
		Transporte de material excedente, distancia mayor a 1 km	26-dic	10-dic	4,863,790 m3	S	13	13	13	13	13	13	13	35,355	S	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	57,000	S	13	13	13	13	13	13	13	57,000	S	13	13	13	13	13	13	13	57,000								
<b>2.03 // Superficie de rodadura afirmada</b>																																																					
		Refino, perfilado y compactación de subrasante	02-abr	14-oct	239,370 m3	S	4	4	4	4	4	4	4	0	S	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	34,400	S	4	4	4	4	4	4	4	34,400	S	4	4	4	4	4	4	4	34,400								
		Afirmado	27-feb	13-sep	74,911 m3	S	4	4	4	4	4	4	4	0	S	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3,000	S	4	4	4	4	4	4	4	3,000	S	4	4	4	4	4	4	4	3,000								
<b>2.04 // Obras de arte</b>																																																					
		Excavación no clasificada para estructuras	08-abr	19-oct	4,486 m3	S	10	10	10	10	10	10	10	243	S	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	420	S	10	10	10	10	10	10	10	420	S	10	10	10	10	10	10	10	420								
		Relleno para estructura de material de préstamo	15-abr	19-oct	-2,166 m3	S	8	8	8	8	8	8	8	245	S	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	420	S	8	8	8	8	8	8	8	420	S	8	8	8	8	8	8	8	420								
		Camas de asiento con material de afirmado	10-abr	22-oct	-2,011 m3	S	4	4	4	4	4	4	4	10	S	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	55	S	4	4	4	4	4	4	4	55	S	4	4	4	4	4	4	4	55								
		Suministro e instalación tubería corrugada de acero galvanizado circular, D=0.90 m	11-abr	22-oct	495 ml	S	4	4	4	4	4	4	4	70	S	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	420	S	4	4	4	4	4	4	4	420	S	4	4	4	4	4	4	4	420								
<b>2.03 // Protección Ambiental</b>																																																					
		Suministro e instalación de malla drenante (Silt Fences)	02-ene	03-dic	42,193 ml	S	10	10	10	10	10	10	10	40	S	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	120.00	S	10	10	10	10	10	10	10	120.00	S	10	10	10	10	10	10	10	120.00								
		Depósitos para sedimentación	26-dic	30-sep	9 un	S	4	4	4	4	4	4	4	0	S	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2.00	S	4	4	4	4	4	4	4	2.00	S	4	4	4	4	4	4	4	2.00								
<b>3.00 Q7.- SUB TRAMO 2: KM 30+840 - KM 44+315 HUANCUIRE (13.475 kms)</b>																																																					
<b>3.01 // Movimientos de Tierra</b>																																																					
		Retiro de Topsoil	06-feb	21-abr	-6,406 m3	S	2	2	2	2	2	2	2	60	S	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	60.00	S	2	2	2	2	2	2	2	60.00	S	2	2	2	2	2	2	2	60.00								
		Excavación en roca con explosivos	27-feb	01-dic	213,503 m3	A	0	0	0	0	0	0	0	0	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,000.00	A	0	0	0	0	0	0	0	3,000.00	A	0	0	0	0	0	0	0	3,000.00								
		Excavación material común	13-feb	14-nov	89,401 m3	S	8	8	8	8	8	8	8	17,600	S	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	17,600	S	8	8	8	8	8	8	8	17,600	S	8	8	8	8	8	8	8	17,600								
<b>3.03 // Protección Ambiental</b>																																																					
		Suministro e instalación de malla drenante (Silt Fences)	13-feb	14-dic	20,124 ml	S	3	3	3	3	3	3	3	0	S	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	50.00	S	3	3	3	3	3	3	3	50.00	S	3	3	3	3	3	3	3	50.00								
		Depósitos para sedimentación	06-feb	14-dic	13 und	S	0	0	0	0	0	0	0	0	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50.00	S	0	0	0	0	0	0	0	50.00	S	0	0	0	0	0	0	0	50.00								

4.00 Q8/Q9 - SUB TRAMO 3: DESVIO KM 30+840 (0+000) - KM11+376 PLANTA CONCENTRADORA (11.376 kms)																	
4.01 //Movimientos de Tierra																	
Retiro de Topsoil	21-nov 02-sep -3,074 m3	S 4 4 4 4 4 4 4 4 0 2 2 2 2 2 2 2 2 500	A 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Comment : Los trabajos de corte y carguio de top soil, seran los remanentes													
Excavación en roca con explosivos	27-feb 13-sep 20,168 m3	S 2 2 2 2 2 2 2 2 0 5 5 5 5 5 5 5 5 500	A 8 8 8 8 8 8 8 8 8,332	Comment : Se realizarán trabajos con rock drill y compresoras , haciendo agujeros para la carga de explosivos,del km 11+170 al km 11+300 del km 9+460 al km 7+090, del km 7+620 al km 6+820.													
Excavación material común	28-nov 21-abr -20,160 m3	S 22 22 22 22 22 22 22 22 8,000 23 23 23 23 23 23 23 23 8,000 24 24 24 24 24 24 24 24 8,000	A 22 22 22 22 22 22 22 22 4,160	Comment : Se continúa con los trabajos de corte de material desde el km 11+030 al km 11+160, del km 6+720 al km 6+830, del km 7+120 al km 7+300.													
Conformación de Terraplenes	28-nov 21-abr 18,273 m3	S 22 22 22 22 22 22 22 22 5,000 23 23 23 23 23 23 23 23 5,000 24 24 24 24 24 24 24 24 5,000	A 10 10 10 10 10 10 10 10 0	Comment : Se continuara con los trabajos de conformación de terraplenes km 5+900 al km 4+300, del km 5+980 al km 1+370, del km 6+740 al km 7+430													
4.03 //Superficie de rodadura afirmada																	
Refine, perfilado y compactación de subrasante	26-dic 21-abr 100,104 m3	S 6 6 6 6 6 6 6 6 0 7 7 7 7 7 7 7 7 4,000 7 7 7 7 7 7 7 7 4,000 7 7 7 7 7 7 7 7 4,000	A 4 4 4 4 4 4 4 4 0	Comment :													
Afirmado	27-feb 13-sep 31,011 m3	S 15 15 15 15 15 15 15 15 0 22 22 22 22 22 22 22 22 1,000 22 22 22 22 22 22 22 22 3,000 22 22 22 22 22 22 22 22 3,000	A 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Comment :													
4.04 //Obras de arte																	
Excavación no clasificada para estructuras	09-abr 15-sep 9,440 m3	S 10 10 10 10 10 10 10 10 68 10 10 10 10 10 10 10 10 70	A 12 12 12 12 12 12 12 12 235	Comment : Trabajos a desarrollar Km 6+709, Km 6+790 y 6+923													
Relleno para estructura de material de prestmo	14-abr 20-sep 1,161 m3	S 10 10 10 10 10 10 10 10 74 10 10 10 10 10 10 10 10 60	A 11 11 11 11 11 11 11 11 132	Comment : Trabajos a desarrollar Km 6+709, Km 6+790 y 6+923													
Camá de asiento con material de afirmado	10-abr 16-sep -232 m3	S 3 3 3 3 3 3 3 3 10 3 3 3 3 3 3 3 3 10,00	A 4 4 4 4 4 4 4 4 17	Comment : Trabajos a desarrollar Km 6+709, Km 6+790 y 6+923													
Suministro e instalacón tubería corrugada de acero galvanizado circular, D=0.90 m	11-abr 17-sep -238 ml	S 2 2 2 2 2 2 2 2 20 2 2 2 2 2 2 2 2 20,00	A 5 5 5 5 5 5 5 5 47	Comment : Trabajos a desarrollar Km 6+709, Km 6+790 y 6+923													
4.04 //Protección Ambiental																	
Suministro e instalacón de malla drenante (Silt Fences)	28-nov 30-oct 14,188 ml	S 13 13 13 13 13 13 13 13 140 15 15 15 15 15 15 15 15 100,00	A 2 2 2 2 2 2 2 2 0	Comment : (actualmente se esta realizando el mantenimiento de los silt fences)													
Depósitos para sedimentación	21-nov 26-ago -40 und	S 4 4 4 4 4 4 4 4 0 6 6 6 6 6 6 6 6 2,00	A 0 0 0 0 0 0 0 0 0														
LEGEND																	
* - CRITICAL P - PROGRAMADO A - ACTUAL	Material Pedido:	EQUIPOS/PERSONAL															
		CARGADOR FRONTAL Unid.	6 6 6 6 6 6 6 6	7 7 7 7 7 7 7 7													
		TRACTOR 160Hp - 200Hp Unid.	9 9 9 9 9 9 9 9	9 9 9 9 9 9 9 9													
		TRACTOR 300Hp - 320Hp Unid.	6 6 6 6 6 6 6 6	6 6 6 6 6 6 6 6													
		EXCAVADORA 30 Ton - 36Ton Unid.	8 8 8 8 8 8 8 8	8 8 8 8 8 8 8 8													
		MOTO NIVELADORA 200Hp - 260Hp Unid.	6 6 6 6 6 6 6 6	6 6 6 6 6 6 6 6													
		RETROEXCAVADORA 95Hp - 110Hp Unid.	3 3 3 3 3 3 3 3	3 3 3 3 3 3 3 3													
		RODILLO 10 Ton - 12Ton Unid.	8 8 8 8 8 8 8 8	8 8 8 8 8 8 8 8													
		CHANCADORA PRIMARIA/SECUNDARIA Unid.		4 4 4 4 4 4 4 4													
		PERFORADORA HIDRAULICA Unid.	3 3 3 3 3 3 3 3	3 3 3 3 3 3 3 3													
		CAMION CONCRETERO 6M3 Unid.															
		CAMION GRUA H4B Unid.	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1													
		ZARANDA ESTATICA 6" - 10" Unid.	2 2 2 2 2 2 2 2	2 2 2 2 2 2 2 2													
		VOQUETE 6X4 15M3 Unid.	8 8 8 8 8 8 8 8	8 8 8 8 8 8 8 8													
		VOQUETE 8X4 20M3 Unid.	32 32 32 32 32 32 32 32	34 34 34 34 34 34 34 34													
		CISTERNA H2O 4000Gls Unid.	7 7 7 7 7 7 7 7	7 7 7 7 7 7 7 7													
		CISTERNA COMBUSTIBLE 4000Gls Unid.	2 2 2 2 2 2 2 2	2 2 2 2 2 2 2 2													
		EXCAVADORA CON PICOTON Unid.	2 2 2 2 2 2 2 2	3 3 3 3 3 3 3 3													
		COMPRESORA Unid.	4 4 4 4 4 4 4 4	4 4 4 4 4 4 4 4													
		MINICARGADOR Unid.	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1													
		CAMION BARANDA Unid.	3 3 3 3 3 3 3 3	3 3 3 3 3 3 3 3													
		LUMINARIA Unid.	20 20 20 20 20 20 20 20	11 11 11 11 11 11 11 11													
		ZARANDA VIBRATORIA Unid.	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1													
	Planos / Información Pedida:																
		Safety Message: Stay on top of safety, or it could end up on top of you															

Tabla 9: Lookahead "Camino de Carga Pesada - Paquete 4" (Fuente: Proyecto Las Bambas)



### 5.3. Análisis de Restricciones

El análisis de restricciones es la herramienta principal que acompaña al *lookahead* y da sentido al mismo, sin el análisis de restricciones no tendríamos confianza en la programación que estamos ejecutando ya que las actividades no fueron analizadas previamente a fin de saber si son ejecutables o no.

En el caso de los proyectos presentados Presa de Tierra Chuspiri y Camino de Carga Pesada Tramo 4 se usa el análisis de restricciones de dos formas, una incluida en el formato de *lookahead* y otra colocando las restricciones en un formato especial, para cada restricción se asigna un responsable y fecha de levantamiento de la misma. Debido a la lejanía de ambos proyectos la variabilidad que se presenta se incrementa por lo que el buen uso de esta herramienta es muy importante.

Las actividades que fueron levantadas de observaciones pasan a formar parte de la programación semanal la cual es la siguiente etapa en el proceso de planificación con la cual obtendremos el PPC de ambas obras.



### 53.1. Análisis de Restricciones 'Presade Tierra Chuspiri'

Items	Código INTERNO	Código e-Room Paquete N°01	Emite	Nombre de documento	Fecha	Departamento
1	CH1209-0001	HC3-CE00-00001-1001	OHL	Autorización para calcatas	17/09/2012	Ingeniería
2	CH1209-0002	HC3-CE00-00001-1002	OHL	Plan de movilización	20/09/2012	
3	CH1209-0003	HC3-CE00-00001-1003	OHL	RFI.01 Obra de toma	22/09/2012	Ingeniería
4	CH1209-0004	HC3-CE00-00001-1004	OHL	RFI.02 Huso Dren	26/09/2012	Ingeniería
5	CH1209-0005	HC3-CE00-00001-1005	OHL	RFI.03 Proc.Desvío Río	26/09/2012	Ingeniería
6	CH1209-0006	HC3-CE00-00001-1006	OHL	RFI.04 Drenaje	28/09/2012	Ingeniería
7	CH1209-0007	HC3-CE00-00001-1007	OHL	RFI.05 Pletinas Pernos	26/09/2012	Ingeniería
8	CH1209-0008	HC3-CE00-00001-1008	OHL	RFI.06 Detalles Obra de toma	29/09/2012	Ingeniería
9	CH1209-0009	HC3-CE00-00001-1009	OHL	RFI.07 Montaje electrico	29/09/2012	Ingeniería
10	CH1209-0010	HC3-CE00-00001-1010	OHL	Documentación Contractual (Doc.Contractual-CHUSP_120928)	30/09/2012	Ingeniería
				1.Documentos firma contrato	30/09/2012	Ingeniería
				- Personal clave	30/09/2012	Ingeniería
				- Programa Movilización Equipos	30/09/2012	Ingeniería
				- Plan se relaciones laborales	30/09/2012	Ingeniería
				- Relaciones comunitarias	30/09/2012	Ingeniería
				- Plan de ES&H	30/09/2012	Ingeniería
				- Plan de Obra	30/09/2012	Ingeniería
				- Documentación de Qa&Qc (Manual calidad, Plan de Calidad y Certificaciones acreditaciones)	30/09/2012	Ingeniería
				2.Consumos	30/09/2012	Ingeniería
				- Cronograma Agua	30/09/2012	Ingeniería
				- Cronograma Concreto	30/09/2012	Ingeniería
				- Cronograma Combustible	30/09/2012	Ingeniería
3.RFI's del 1 al 7	30/09/2012	Ingeniería				
4.Permiso de Intervención	30/09/2012	Ingeniería				
11	CH1209-0011	HC3-CE00-00001-1011	OHL	RFI.08 Aprobación Geomembrana	03/10/2012	Ingeniería
12	CH1209-0012	HC3-CE00-00001-1012	OHL	RFI.09 Solicitud Ptoc.Toma Agua	06/10/2012	Ingeniería
13	CH1209-0013	HC3-CE00-00001-1013	OHL	Transmittal Orden de cambio HCS-OHL-47 Fase0	06/10/2012	Ingeniería
				- Memoria Técnica		
				- Planos		
15	CH1209-0014	HC3-CE00-00001-1014	OHL	Solicitud de aprobación de material. Geomembrana-CO TELANCHE	06/10/2012	Ingeniería
16	CH1209-0018	HC3-CE00-00001-1015	OHL	Aprobación de material. Geotextil	08/10/2012	Ingeniería
17	CH1209-0019	HC3-CE00-00001-1016	OHL	Procedimiento Operativo PO-SQM-CH-07 Perforacion con compresora en forma manual	08/10/2012	ES&H
18	CH1209-0020	HC3-CE00-00001-1017	OHL	Pemiso Intervención de área para instalaciones de obra Chuspiri	09/10/2012	Ingeniería
19	CH1209-0023	25635-320-G17-CE00-6001	BECHTEL	25635-320-G17-CE00-60011 ReunionSemanal 011012	05/10/2012	Gerencia
20	CH1209-0024	25635-320-G11-GPV-00080	Xstrata	Convoc.ReuniónES&H_25635-320-G11-GPV-00080_081012	08/10/2012	Seguridad
21	CH1209-0032	HC3-CE00-00001-1019	OHL	RFI_10_2012-10-03 AprobaciónTuberíaCorrugadaGalvanizada	13/10/2012	Ingeniería
22	CH1209-0033	HC3-CE00-00001-1020	OHL	RFI_11_2012-10-03 ConsultaSuministroConcretoChuspiri	17/10/2012	Ingeniería
23	CH1209-0037	HC3-CE00-00001-1021	OHL	Procedimientos operativos de S&H	21/10/2012	ES&H
24	CH1209-0041	HC3-CE00-00001-1022	OHL	P.MOV.MAQUINARIA-Rev01	23/10/2012	Gerencia
25	CH1209-0042	25635-320-G26-GPS-02208	BECHTEL	Implementacion Sistema de telefonia	26/10/2012	
26	CH1209-0043	25635-320-G26-GPS-02209	BECHTEL	Convoc.ReuniónES&H 28-10-12	28/10/2012	ES&H
27	CH1209-0060	25635-320-G11-GPV-00087	BECHTEL	Curso teórico de manejo defensivo en Cuzco	31/10/2012	ES&H
28	CH1209-0062	HC3-CE00-00001-1023	OHL	INS-SQM-CH-006 PMA Y CIERRE CANTERA MORRENAS CHUSPIRI	02/11/2012	ES&H
29	CH1209-0069	HC3-CE00-00001-1024	OHL	RFI.12 Alternativas Plinto Derecha, RFI.13_121030_Fase 0; RFI.14 Plinto0+240-0+340; RFI.15 Obra de Desvío; RFI.16 Alterantivas camino	04/11/2010	Contratos
31	CH1209-0074	25635-320-G26-GPS-02290	BECHTEL		08/11/2012	
32	CH1209-0087	HC3-CE00-00001-1025	OHL	Transmittal RFI.17 Malla electrosolda	11/11/2012	Ingeniería
33	CH1209-0089	HC3-CE00-00001-1026	OHL	Transmittal RFI.18 Junta Contracción ObraToma	11/11/2012	Ingeniería
34	CH1209-0091	HC3-CE00-00001-1027	OHL	Transmittal RFI.19 Trazado Canal Evacuación Emergencia	11/11/2012	Ingeniería
35	CH1209-0096	HC3-CE00-00001-1028	OHL	Trasmittal RFI 20 Solado Plinto	13/11/2012	Ingeniería
35	CH1209-0098	HC3-CE00-00001-1029	OHL	Transmittal RFI. 21 Reg. RocaGeotextilYMaterialDren	13/11/2012	Ingeniería
35	CH1209-0100	HC3-CE00-00001-1030	OHL	Transmittal RFI 22 EjecucionCamaMaterialDrenaje3A	13/11/2012	Ingeniería
35	CH1209-0102	HC3-CE00-00001-1031	OHL	Transmittal Planing de Obra	13/11/2012	Ingeniería
35	CH1209-0105	25635-320-G26-GPS-02341	BECHTEL	Transmittal Plan Manejo Ambiental y Cierre Canteras	14/11/2012	Ingeniería
36	CH1209-0111	HC3-CE00-00001-1032	OHL	Perforacion turno noche (Transmittal)	16/11/2012	Ingeniería
			OHL	JHA-01 Perforacion con equipo rock drill_track drill	15/11/12	Operaciones
			OHL	JHA-02 Transporte de personal	15/11/12	Operaciones
			OHL	JHA-03 Carga descarga y traslado de equipos (luminarias)	15/11/12	Operaciones
			OHL	lper_OHL_Presa_Chuspiri_Perforacion_turno_noche (1)	16/11/12	Operaciones
			OHL	PL-SQM-CH-06 Plan de trabajo para perforacion-Chuspiri	16/11/12	Operaciones
			OHL	PO-SQM-CH-02_Tormentas Electricas_Rev01	15/11/12	Operaciones
			OHL	PO-SQM-CH-30 Perforacion con equipo rock drill_track drill	12/11/12	Operaciones
			OHL	PO-SQM-CH-40 Trabajos nocturnos	12/11/12	Operaciones
OHL	Ubicación de luminarias en desvío 141112	14/11/12	Operaciones			
37	CH1209-0113	HC3-CE00-00001-1033	OHL	Transmittal RFI.23 Cabezal Entrada Desvío Río	18/11/2012	Ingeniería
38	CH1209-0116	HC3-CE00-00001-1034	OHL	Perforacion turno noche (Transmittal)	18/11/2012	Ingeniería
			OHL	JHA-01 Perforacion con equipo rock drill_track drill	18/11/2012	Ingeniería
			OHL	lper_OHL_Presa_Chuspiri_Perforacion_turno_noche	18/11/2012	Ingeniería
			OHL	PL-SQM-CH-06 Plan de trabajo para perforacion-Chuspiri	18/11/2012	Ingeniería
39	CH1209-0118	HC3-CE00-00001-1035	OHL	Inspección Pre Uso de Andamios	20/11/2012	Ingeniería
40	CH1209-0120	HC3-CE00-00001-1036	OHL	Transmittal RFI 24 ModificaciónNivelesPlinto	21/11/2012	Ingeniería

Tabla 10: Análisis de Restricciones 'Presade Tierra Chuspiri'  
(Fuente: Proyecto Las Bambas)

5.3.2. Análisis de Restricciones “Camino de Carga Pesada – Paquete 4”

1.-ANÁLISIS DE RESTRICCIONES				
ITEM	ACTIVIDAD	RIESGO	MEDIDAS A TOMAR	RESPONSABLE
1.0	Paralización por lluvias	1.- El día 02.11.12 se registro una paralización parcial por lluvias en el Frente 01 : FUERABAMBA Km 0+000 al km 13+000, desde las 4:00 PM hasta las 6:00 PM 2.- El día 01.11.12 se registro una paralización parcial por lluvias en el Frente 01 : FUERABAMBA Km 0+000 al km 13+000, Frente 02 : FUERABAMBA Km 13+000 AL 21+000 y FRENTE 3: FUERABAMBA KM 21+000 AL 45+000 3.- El día 01.11.12 se registro una paralización por lluvias en el Frente 01 : FUERABAMBA Km 0+000 AL 13+000 desde 19:00 a 23:30 horas. 4.- El día 02.11.12 se registro una paralización parcial por lluvias en el Frente 02 : FUERABAMBA Km 13+000 AL 21+000, desde las 4:30 PM hasta las 6:00 PM 5.- El día 02.11.12 se registro una paralización parcial por lluvias en el FRENTE 3: FUERABAMBA KM 21+000 AL 45+000, desde las 4:00 PM hasta las 6:00 PM 6.- El día 02.11.12 se registro una paralización parcial por lluvias en el FRENTE 4: Truck Shop KM 0+000 AL 11+376, desde las 3:40 PM hasta las 6:00 PM 7.- El día 03.11.12 se registro una paralización parcial por tormenta en el FRENTE 4: TRUCK SHOP KM 0+000 AL 11+000 desde 4:10 PM hasta las 6:00 PM. 8.- El día 03.11.12 se registro una paralización total por tormenta, en todos los frentes que duro toda la noche. 9.- El día 05.11.12 se registro una paralización parcial (paulatina) por lluvias en el Frente 01 : FUERABAMBA Km 0+000 al km 13+000, desde las 3:00 PM hasta las 6:00 PM 10.- El día 05.11.12 se registro una paralización parcial (paulatina) por lluvias en el Frente 02 : FUERABAMBA Km 13+000 AL 21+000, desde las 3:50 PM hasta las 6:00 PM 11.- El día 05.11.12 se registro una paralización parcial (paulatina) por lluvias en el Frente 3: FUERABAMBA KM 21+000 AL 45+000, desde las 5:00 PM hasta las 6:00 PM 12.- El día 05.11.12 se registro una paralización parcial por lluvias en el Frente 4: Truck Shop KM 0+000 AL 11+376, desde las 4:35 PM hasta las 6:00 PM 13.- El día 05.11.12 se registro una paralización parcial (paulatina) por lluvias en el Frente 01 : FUERABAMBA Km 0+000 al km 13+000, desde las 7:00 PM hasta las 6:00 AM 14.- El día 06.11.12 se registro una paralización parcial (paulatina) por lluvias en el Frente 3: FUERABAMBA KM 21+000 AL 45+000, desde las 1:00 PM hasta las 4:30 PM 15.- El día 06.11.12 se registro una paralización parcial por lluvias en el Frente 4: Truck Shop KM 0+000 AL 11+376, desde las 2:30 PM hasta las 3:00 PM	MEP, deberá remitir el impacto en el costo y tiempo, por la paralización	BECHTEL
2.0	Informe de pluviómetros	1.- El día 01.11.12 la lectura pluviométrica registrada en el campamento Pumamarca fue de 2 mm. 2.- El día 02.11.12 la lectura pluviométrica registrada en el campamento Pumamarca fue de 17 mm. 3.- El día 03.11.12 la lectura pluviométrica registrada en el campamento Pumamarca fue de 16 mm. 4.- El día 03.11.12 la lectura pluviométrica registrada en el campamento Pumamarca fue de 0 mm. 5.- El día 04.11.12 la lectura pluviométrica registrada en el campamento Pumamarca fue de 9 mm. 6.- El día 06.11.12 la lectura pluviométrica registrada en el campamento Pumamarca fue de 4 mm. 7.- El día 07.11.12 la lectura pluviométrica registrada en el campamento Pumamarca fue de 0.50 mm.	Se viene informando de estos hechos en el Daily Report	MEP/BECHTEL
3.0	Paralización por Comuneros	1.- El día 03.11.12 se registro una paralización parcial por problemas con las comunidades en el Frente 02 : FUERABAMBA Km 13+000 AL 21+000 desde 15:30 a 16:30 horas 2.- El día 06.11.12 se registro una paralización por personas de la comunidad en el Frente 01 : FUERABAMBA Km 0+000 al km 13+000, desde las 7:00 AM hasta las 9:00 AM y por lluvias en forma parcial (paulatina) desde las 3:00 PM hasta las 3:40 PM 3.- El día 06.11.12 se registro una paralización por personas de la comunidad en el Frente 02 : FUERABAMBA Km 13+000 al km 21+000, desde las 7:00 AM hasta las 12:00 AM y por lluvias en forma parcial (paulatina) desde las 7:00 AM hasta las 9:40 AM 4.- El día 07.11.12 se registro una paralización por personas de la comunidad en el Frente 01 : FUERABAMBA Km 0+000 al km 13+000, desde las 5:00 PM y retencion de equipos por parte de los comuneros desde las 5:30 PM hasta las 6:00 PM 5.- El día 07.11.12 se registro una paralización paulatina por personas de la comunidad en el Frente 02 : FUERABAMBA Km 13+000 al km 21+000, desde las 3:00 PM y retencion de equipos por parte de los comuneros desde las 5:00 PM hasta las 6:00 PM 6.- El día 07.11.12 se registro una paralización paulatina por personas de la comunidad en el Frente 03 : FUERABAMBA Km 21+000 al km 45+000, desde las 3:25 PM hasta las 6:00 PM 7.- El día 07.11.12 se registro una paralización en el turno noche por pobladores de la comunidad en el Frente 01 : FUERABAMBA Km 0+000 al km 13+000, desde las 7:00 PM hasta las 6:00 AM	MEP, deberá remitir el impacto en el costo y tiempo, por la paralización	BECHTEL

Tabla 11: Análisis de Restricciones “Camino de Carga Pesada – Paquete 4”  
(Fuente: Proyecto Las Bambas)



#### 5.4. Programación Semanal

De las actividades que fueron liberadas de restricciones para los proyectos descritos se selecciona aquellas que serán ejecutadas dentro de la semana siguiente a la actual, las cuales serán seleccionadas en base a la importancia y urgencia de los trabajos en base a la programación maestra tomando en consideración la secuencia de la misma.

Una vez se tenga la lista de actividades que serán ejecutadas para la semana siguiente se le asigna a cada una de ellas el metrado a ejecutarse el cual ya está definido con anterioridad sin embargo este debe ser verificado a fin de saber si podrá ser ejecutado o no en base a las condiciones de trabajo.

Para ambos proyectos la programación semanal se hace programando actividades todos los días de la semana ya que el tiempo de ejecución considerado en la programación general no considera días muertos.



### 54.1. Programación Semanal 'Presade Tierra Chuspiri'

ITEM	ACTIVITY DESCRIPTION	START	FINISH	CANTIDAD CONTRACTUAL	TO GO QTY	UND		CURRENT WEEK							COMMENTS	
								M	T	W	T	F	S	S		QTY
								25.09	26.09	27.09	28.09	29.09	30.09	01.10		
<b>PAQ. 01 - PRESA DE CHUSPIRI</b>																
<b>1. PARTIDAS A SUMA ALZADA</b>																
<b>1.1. INST. TEMPORALES &amp; MOVILIZ. DE SM. E QUIPOS</b>																
<b>1.2. OBRA DE TOMA DE PRESA</b>																
<b>1.3. VERTEDERO DE EMERGENCIA</b>																
<b>1.4. SISTEMA ELECTRICO DE 2° E TAPA</b>																
<b>2. PARTIDAS A PRECIOS UNITARIOS</b>																
<b>2.1. CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA CHUSPIRI 1era ETAPA</b>																
<b>2.1.1. CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS</b>																
2.1.1.1.	Excavación en material común - Caminos	19-sep 30-ene	01-oct 06-jun	28,800.00	24,555.94	m3	S									
2.1.1.2.	Excavación en roca - Caminos	02-oct 25-feb	06-oct 17-mar	1,535.00	885.67	m3	S								Comments: Esta actividad esta actualmente paralizada, solicitamos respuesta al RRI n° 45 referente al mejoramiento de la sub rasante de los accesos definitivos.	
<b>2.1.2. DESVÍO DEL RÍO</b>																
2.1.2.3.	Excavación Común en Roca para Tubería de desvío	18-oct 12-nov	24-oct 17-mar	2,640.00		m3	S								Comments: Metrado contractual culminado, se realizar trabajos debido a mayores metrado.	
2.1.2.8.	Instalación de tubería de acero corrugado de 1.5m de diámetro onda 150 esp.: 2.5 mm	13-nov 20-ene	28-nov 31-mar	321.00	15.63	m	S								Comments: Continúan los trabajos de instalación de TMC.	
2.1.2.9.	Construcción casing de hormigón para tubería de acero corrugado	15-nov 12-dic	30-nov 17-mar	1,489.00		m3	S								Comments: Metrado contractual culminado, se realizar trabajos debido a mayores metrado.	
2.1.2.10.	Amadura Casing hormigón	11-nov 10-dic	26-nov 17-mar	88.00		tn	S								Comments: Metrado contractual culminado, se realizar trabajos debido a mayores metrado.	
2.1.2.13.	Hormigón Estructura de entrada	17-nov 26-ene	17-nov 24-mar	16.00		m3	S								Comments: Se realizo los trabajos de vaciado de concreto en la estructura de entrada.	
2.1.2.14.	Amadura estructura de entrada	11-nov 20-ene	16-nov 24-mar	2.00		tn	S								Comments: Se concluyen los trabajos de armado de la estructura de entrada.	
2.1.2.16.	Hormigón Estructura de Salida	03-dic 02-feb	03-dic 24-mar	16.00		m3	S								Comments: Se realizo los trabajos de vaciado de concreto en la estructura de salida.	
2.1.2.17.	Amadura Estructura de Salida	27-nov 27-ene	02-dic 24-mar	2.00		tn	S								Comments: Se concluyen los trabajos de armado de la estructura de entrada.	
<b>2.1.3. INSTRUMENTACIÓN GEOTECNICA</b>																
2.1.3.1.	Perforación e instalación de piezómetros Casagrande de 15mts	02-jun 16-ene	14-jun 31-mar	6.00	1.00	un	S								Comments: Se esta acondicionando y habilitando los accesos para empezar los trabajos.	
2.1.3.4.	Instalación de piezómetros hilo vortáxil	14-dic 25-feb	28-may 21-abr	7.00	5.00	un	S								Comments: Las condiciones climáticas, afectaron la realización de esta actividad.	
2.1.3.5.	Perforación para instalación de piezómetro de hilo vortáxil	13-dic 17-feb	28-may 07-abr	40.00	16.50	m	S								Comments: Las condiciones climáticas, afectaron la realización de esta actividad.	
<b>2.1.4. CONSTRUCCIÓN PRESA</b>																
<b>2.1.4.1. EXCAVACIÓN</b>																
2.1.4.1.1.	Excavación Común en suelo	16-nov 20-ene	16-mar 10-jul	135,119.00	62,942.79	m3	S								Comments: Se realizó la excavación de material común en cuerpo de presa en doble turno.	
2.1.4.1.2.	Excavación Común en Roca	17-nov 12-nov	15-abr 15-jun	1,508.00		m3	S								Comments: Se realizan los trabajos de excavación común en roca en doble turno.	
<b>2.1.4.2. CONSTRUCCIÓN DEL PLINTO</b>																
2.1.4.2.1.	Colocación de anclajes	01-dic 10-dic	15-ene 04-may	906.00	602.00	un	S									
2.1.4.2.2.	Hormigón Plinto	08-dic 26-dic	11-feb 17-jun	818.00	681.20	m3	S									
2.1.4.2.3.	Amadura Plinto	05-dic 12-dic	08-feb 14-jun	68.00	46.14	ton	S									
2.1.4.2.4.	Inyecciones de consolidación (kg de cemento inyectado)	08-ene 25-feb	20-feb 19-sep	51,000.00	49,274.03	kg	S									
2.1.4.2.6.	Perforación para consolidación	05-ene 17-feb	09-feb 28-sep	1,700.00	1,582.05	m	S									
2.1.4.2.8.	Perforación para ensayo de agua a presión	24-dic 25-feb	12-feb 01-abr	270.00	195.00	m	S									
2.1.4.2.10.	Ensayo de agua a presión	25-dic 25-feb	13-feb 09-sep	108.00	104.00	horas	S									
<b>2.1.4.3. CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE - Se fabrica material JA en Chancadora.</b>																
<b>2.1.4.4. CONSTRUCCIÓN DEL MURO</b>																
<b>2.1.4.5. SISTEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN - Movilización de geomembrana a la obra.</b>																
<b>2.1.5. OBRA DE TOMA DE PRESA</b>																
<b>2.1.5.1. EXCAVACIÓN Y RELLENOS</b>																
2.1.5.1.2.	Excavación Común en Roca	25-nov 30-dic	26-nov 14-abr	488.00	221.37	m3	S								Comments: Las condiciones climáticas, afectaron la realización de esta actividad.	
<b>2.1.5.2. TUBERIAS</b>																
<b>2.1.5.3. CÁMARA DE TOMA</b>																
<b>2.1.5.4. CÁMARA DE VÁLVULAS</b>																
<b>2.2. CONSTRUCCIÓN PRESA CHUSPIRI 2da ETAPA</b>																
<b>2.2.1. VERTEDERO DE EMERGENCIA</b>																
<b>2.2.1.1. CANAL VERTEDERO</b>																
2.2.1.1.1.	Excavación Común en Roca	21-oct 10-ene	29-nov 29-dic	43,778.00	39,606.07	m3	S								Comments: Continúan los trabajos de excavación común en roca, en el canal vertedero para que pueda ingresar la rock drill.	
<b>2.2.1.2. ESTRUCTURA DE ENTRADA</b>																
<b>2.2.1.3. ESTRUCTURA DE DESCARGA</b>																
<b>2.2.2. CONSTRUCCIÓN PRESA</b>																
<b>2.2.2.2. VERTEDEROS DE AFORO</b>																
<b>2.2.2.3. CONSTRUCCIÓN DEL MURO</b>																
<b>2.2.3. MANTENIMIENTO DE CAMINOS DE ACCESO A ZONAS DE TRABAJO</b>																
<b>3. PARTIDAS NO CONTEMPLADAS</b>																
<b>3. PARTIDAS ADICIONALES</b>																
RETIRADA DE TOP SOL DEL CUERPO DE LA PRESA																
LIMPIEZA Y SOLADO DEL PLINTO																
EMPLANTILLADO OBRA DESVÍO																
PLATAFORMAS INSTALACIONES TEMP.																
CAMINOS Y ACCESOS																
OBRA DE TOMA																
FORMACIÓN DE BOTADEROS																
LEGEND																
Safety Message: Stay on top of safety, or it could end up on top of you																

Tabla 12: Programación Semanal 'Presade Tierra Chuspiri' (Fuente: Proyecto Las Bambas)

5.4.2. Programación Semanal “Camino de Carga Pesada – Paquete 4”

It	P6 ID	ACTIVITY DESCRIPTION	START	FINISH	REMAINING QTY		CURRENT WEEK										COMMENTS
							T	F	S	S	M	T	W	Wk Qty			
							08.11	09.11	10.11	11.11	12.11	13.11	14.11				
<b>1.00 // OBRAS PRELIMINARES</b>																	
		Movilización de Faenas	29-oct	16-ene	0.03	S											Comment : Personal de limpieza y mantenimiento de campamento. Personal de laboratorio de calidad.
		Topografía y Georeferencia	29-oct	06-ene	20.10 km	A											Comment : Los rendimientos obtenidos son concordantes a los programados .
<b>2.00 // Q7 .- SUB TRAMO 1: QUEHUIRE KM0+000 - KM 30+840 (30.84 kms)</b>																	
<b>2.01 //Movimientos de Tierra</b>																	
		Retiro de Topsoil	26-dic	21-abr	-85,428 m3	S											Comment : Los trabajos de corte y carguio de top soil, seran los remanentes
		Excavación en roca con explosivos	27-feb	13-sep	254,206 m3	A											Comment : Se realizaran trabajos con rock drill y compresoras , haciendo agujeros para la carga de explosivos, se ha previsto que en esta semanas que vienen, se continuaran con las voladuras en las progresivas km 9+970 al km 10+000, km 1+590 al km 1+540, km 2+530 al km 2+590
		Excavación material común	02-ene	09-sep	67,397 m3	S											Comment : Se realizaran trabajos de corte de material común en los km 10+620 al km 10+590, km 3+550 al km 0+540, del km 14+540 al km 14+575, del km 15+060 al km 15+100,
		Conformacion de Terraplenes	02-abr	25-sep	109,061 m3	A											Comment : Trabajos a desarrollar de relleno en el km 22+500 al km 19+200, del km 10+320 al km 10+300, km 25+000 al Km 28+720
<b>2.2 //Transporte</b>																	
		Transporte de material de préstamo, distancia mayor a 1 km	26-dic	17-sep	953,346 m3	S											Comment : La actividad de Transporte de material de préstamo, distancia mayor a 1 km, es una actividad de acompañamiento de corte
		Transporte de material excedente, distancia mayor a 1 km	26-dic	17-sep	4,863,790 m3	A											Comment : La actividad de Transporte de material excedente, distancia mayor a 1 km, es una actividad de acompañamiento de corte
<b>2.03 //Superficie de rodadura afirmada</b>																	
		Refine, perfilado y compactación de subrasante	02-abr	14-oct	239,370 m3	S											
		Afirmado	27-feb	13-sep	74,911 m3	A											
<b>2.04 //Obras de arte</b>																	
		Excavación no clasificada para estructuras	08-abr	19-oct	4,486 m3	S											
		Relleno para estructura de material de prestmo	15-abr	19-oct	-2,166 m3	A											Comment : Trabajos a desarrollar desde el km 19+195, km 22+558, km 0+480, km 0+805, km 1+002
		Cama de asiento con material de afirmado	10-abr	22-oct	-2,011 m3	S											Comment : Trabajos a desarrollar desde el km 19+195, km 22+558, km 0+480, km 0+805, km 1+002
		Suministro e instalación tubería corrugada de acero galvanizado circular, D=0.90 m	11-abr	22-oct	-495 ml	A											Comment : Trabajos a desarrollar desde el km 19+195, km 22+558, km 0+480, km 0+805, km 1+002
<b>2.03 //Protección Ambiental</b>																	
		Suministro e instalacion de malla drenante (Silt Fences)	02-ene	03-dic	42,193 ml	S											
		Depósitos para sedimentación	26-dic	30-sep	9 un	A											
<b>3.00 Q7 .- SUB TRAMO 2: KM 30+840 - KM 44+315 HUANCUIRE (13.475 kms)</b>																	
<b>3.01 //Movimientos de Tierra</b>																	
		Retiro de Topsoil	06-feb	21-abr	-6,406 m3	S											Comment : Trabajos a desarrollar de corte en el Km 35+000 al Km 31+980, Km 35+030 al Km32+000, Km 40+210 al Km 40
		Excavación en roca con explosivos	27-feb	01-dic	213,503 m3	A											Comment : Se realizaran trabajos con rock drill y compresoras , haciendo agujeros para la carga de explosivos, se ha previsto que en estas semana que vienen, se continuarán con las voladuras en las progresivas del km 37+740 al km 37+780, del km 36+350 al km 36+430
		Excavación material común	13-feb	14-nov	89,401 m3	A											Comment : Se continuan los trabajos de corte de material común desde el km 39+670 al km 39+850, del km 36+270 al km 35+450 y del Km 34+840 al Km 32+000
<b>3.03 //Protección Ambiental</b>																	
		Suministro e instalacion de malla drenante (Silt Fences)	13-feb	14-dic	20,124 ml	S											
		Depósitos para sedimentación	06-feb	05-nov	13 und	A											





### 5.5. Programación Diaria

La programación diaria se realiza al finalizar la jornada laboral ya que en esos momentos se tienen los reportes de avance del día conforme a la programación hecha del día anterior, el cumplimiento de la programación diaria es reportado a través del Reporte Diario.

Para ambos proyectos presentados la programación diaria es difundida en campo en reuniones cortas diarias al inicio de jornada, esto con la finalidad de asegurarnos que todo el personal tenga claro los objetivos que se deben cumplir durante el día.



## 55.1. Programación Diaria 'Presade Tierra Chuspi'

DAILY REPORT			
<b>DESCRIPTION OF WORK PERFORMED TODAY:</b>			
- Personal de comunidad: 38 personas			
<b>TRABAJOS REALIZADOS:</b>			
1.- Carguio de material 3B a dren basal 1 y 2.			
2.- Carguio de material 3A a muro vertical y dren basal 1.			
3.- Carguio de material común a botadero pit.			
4.- Transporte de roca de cantera.			
5.- Transporte de agregados (arena, filtro, estructural).			
6.- Abastecimiento de agua a Geotecnia.			
7.- Carguio de material 2B a plataforma de acopio.			
8.- Trabajos medioambientales y de seguridad.			
9.- Bombeo de agua desde plinto. Doble turno			
10.- Acondicionamiento e instalaciones provisionales.			
11.- Acondicionamiento de botaderos.			
12.- Levantamiento topografico.			
Nº VIAJES	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION
5	75	m3	Carguio de material estructural de plataforma 3 a acopio.
5	75	m3	Carguio de arena de plataforma 3 a acopio.
13	195	m3	Carguio de material intermedio de plataforma 3 a acopio.
1	15	m3	Carguio de roca de cantera a chancadora.
10	150	m3	Carguio de material 2B de zaranda a plataforma de acopio.
6	90	m3	Carguio de material 2B de plataforma de acopio a dren basal 1.
1	15	m3	Carguio de material común de dren basal 1 a botadero.
18	270	m3	Carguio de material 3A de acopio a dren basal 1.
13	195	m3	Carguio de material 3A de acopio a dren basal 2.
13	195	m3	Carguio de material 3B de cantera a dren basal 2.
36	540	m3	Carguio de material 3B de cantera a dren basal 1.
223	3,345	m3	Carguio de material 3B de cantera a dren basal 1.
5	72	m3	Vaciado de concreto Flowfill / toma de presa / talud soporte.
4	66	m3	Vaciado de concreto en toma de presa - dado pk 14 a pk 25.
127	1,900	kg	Colocación de acero en toma de presa pk 14 a pk 25.
-	11	ml	Instalación de tubería en toma de presa pk 14 a pk 25.
<b>COMENTARIOS:</b>			
<b>Por Cambio de guardia, se registrarón las siguientes personas:</b>			
- 01 Tareador con un total de 8.0 horas hombre.			
<b>SE SUMINISTRO COMBUSTIBLE A LAS SIGUIENTES MÁQUINAS:</b>			
<b>(COMBUSTIBLE REPORTADO DEL DÍA 04/07/2013 TURNO DIURNO Y NOCTURNO)</b>			
- 04 Cargadores Frontales con un total de 217 Glns. de D2.			
- 07 Excavadoras con un total de 869 Glns. de D2.			
- 01 Cisterna de Combustible con un total de 33 Glns. de D2.			
- 03 Luminaria de Agua con un total de 58 Glns. de D2.			
- 05 Rodillos con un total de 160 Glns. de D2.			
- 01 Retroexcavadora con un total de 22 Glns. de D2.			
- 13 Volquetes con un total de 519 Glns. de D2.			
- 01 Zaranda con un total de 27 Glns. de D2.			
- 05 Tractor Oruga con un total de 576 Glns. de D2.			
- 01 Compresora con un total de 25 Glns. de D2.			
- 01 Motoniveladoras con un total de 42 Glns. de D2.			
- 03 Generadores con un total de 197 Glns. de D2.			

**Tabla 14: Programación Diaria 'Presade Tierra Chuspi'**  
(Fuente: Proyecto Las Bambas)

### 5.5.2. Programación Diaria “Camino de Carga Pesada – Paquete 4”

Item	Descripción de Trabajos	Ejecutado 06/06/2012	Unidad	Cantidad	Responsable	Programación 07/06/2012	Observaciones
<b>TRAMO Q7 - SUB TRAMO 01 : FUERABAMBA Km 0+000 AL Km 30+840</b>							
<b>TOPOGRAFIA</b>							
1.00	km 25+6300 al Km 26+477.55	Alineamiento de Alcantarillas			Victor Tenazoa	Control topográfico permanente en obra.	A5 Topografía y Georeferencia
2.00	km 14+900 al Km 15+400	Levantamiento topografico para informe semanal			Victor Tenazoa	Control topográfico permanente en obra.	A5 Topografía y Georeferencia
2.00	km 16+890 al Km 18+050	Levantamiento topografico para informe semanal			Victor Tenazoa	Control topográfico permanente en obra.	A5 Topografía y Georeferencia
2.00	km 17+740 al Km 17+300	Trazo de relleno			Victor Tenazoa	Control topográfico permanente en obra.	A5 Topografía y Georeferencia
2.00	km 17+000 al Km 20+000	Pintado de progresiva			Victor Tenazoa	Control topográfico permanente en obra.	A5 Topografía y Georeferencia
2.00	km 21+270 al Km 24+580	Pintado de progresiva			Victor Tenazoa	Control topográfico permanente en obra.	A5 Topografía y Georeferencia
<b>ACTIVIDADES PRODUCTIVAS</b>							
9.00	km 14+810 al Km 14+820	Perforacion de roca con martillo RockDrill	Taladro/ml	114	Freddy Caldas	Se continuará con los trabajos de corte	A8 Excavación material común
2.00	km 8+960 al Km 9+010	Perforacion de roca con martillo RockDrill	Taladro/ml	141	Freddy Caldas	Se continuará con los trabajos de corte	A8 Excavación material común
3.00	km 0+210 al Km 0+260	Corte y perfilado de talud	m3	794	Freddy Caldas	Se continuará con los trabajos de corte	A8 Excavación material común
4.00	km 2+870 al Km 2+920	Corte y perfilado de talud	m3	1,050	Freddy Caldas	Se continuará con los trabajos de corte	A8 Excavación material común
5.00	km 8+400 al Km 8+410	Corte y perfilado de talud	m3	588	Freddy Caldas	Se continuará con los trabajos de corte	A8 Excavación material común
6.00	km 0+210 al Km 0+260	Transporte excedente de corte D < 1 Km	m3/Km	794	Freddy Caldas	Se continuará con los trabajos de transporte	A12 Transporte Material Excedente, mayor 1 km
7.00	km 2+870 al Km 2+920	Transporte excedente de corte D < 1 Km	m3/Km	1,050	Freddy Caldas	Se continuará con los trabajos de transporte	A12 Transporte Material Excedente, mayor 1 km
8.00	km 8+400 al Km 8+410	Transporte excedente de corte D < 1 Km	m3/Km	588	Freddy Caldas	Se continuará con los trabajos de transporte	A12 Transporte Material Excedente, mayor 1 km
9.00	km 2+870 al Km 2+920	Transporte de Top Soil D < 1 Km	m3/Km	196	Freddy Caldas	Se continuará con los trabajos de transporte	A12 Transporte Material Excedente, mayor 1 km
10.00	km 8+100 al Km 8+120	Transporte de Top Soil D < 1 Km	m3/Km	840	Freddy Caldas	Se continuará con los trabajos de transporte	A12 Transporte Material Excedente, mayor 1 km
11.00	km 15+100 al Km 15+040	Corte de material comun	m3	1,100	Freddy Caldas	Se continuará con los trabajos de corte	A8 Excavación material común
	km 15+140 al Km 15+190	Corte de material comun	m3		Freddy Caldas	Se continuará con los trabajos de corte	A8 Excavación material común
12.00	km 17+320 al Km 15+200	Carguo de material comun	m3	1,605	Freddy Caldas	Se continuará con los trabajos de transporte	A12 Transporte Material Excedente, mayor 1 km
	km 17+300 al Km 15+200	Carguo de material comun	m3		Freddy Caldas	Se continuará con los trabajos de transporte	A12 Transporte Material Excedente, mayor 1 km
	km 15+080 al Km 14+960	Carguo de material comun	m3		Freddy Caldas	Se continuará con los trabajos de transporte	A12 Transporte Material Excedente, mayor 1 km
13.00	km 17+300 al Km 21+900	Carguo de Top Soil	m3	120	Freddy Caldas	Se continuará con los trabajos de transporte	A12 Transporte Material Excedente, mayor 1 km
14.00	km 15+200	Carguo de roca fija a botadero < 1Km	m3	460	Freddy Caldas	Se continuará con los trabajos de transporte	A12 Transporte Material Excedente, mayor 1 km
<b>ACTIVIDADES DE SOPORTE</b>							
1.00	km 0+060	Conformacion de botadero DME	m3	750			
2.00	km 2+500	Conformacion de botadero DME	m3	1,000			
3.00	km 6+300	Conformacion de botadero DME	m3	500			
4.00	km 6+300	Conformacion de botadero DMD	m3	1,000			
6.00	km 21+900	Conformacion de material comun en botadero	m3	160			
7.00	km 21+700	Conformacion de material Top Soil en botadero	m3	144			
<b>TRAMO Q7 - SUB TRAMO 02 : FUERABAMBA Km 30+840 AL Km 45+123</b>							
<b>TOPOGRAFIA</b>							
<b>ACTIVIDADES PRODUCTIVAS</b>							
<b>ACTIVIDADES DE SOPORTE</b>							
<b>TRAMO Q8: Km 30+840 ( Km 0+000 hasta 6+000 )</b>							
<b>TOPOGRAFIA</b>							
1.00	km 2+800	Alineamiento de alcantarilla			Victor Tenazoa	Control topográfico permanente en obra.	A5 Topografía y Georeferencia
<b>ACTIVIDADES PRODUCTIVAS</b>							
1.00	km 8+100 al Km 8+240	Carguo de taladros con explosivos y voladura	m3	3,400	Freddy Caldas	Se continuará con los trabajos de excavacion roca explosivos	Excavación material de roca con explosivos
2.00	km 1+790 al Km 1+880	Corte y perfilado de talud en plataforma	m3	1,548	Freddy Caldas	Se continuará con los trabajos de corte	A8 Excavación material común
3.00	km 1+750 al Km 1+400	Carguo y transporte de material comun al botadero	m3	1,548	Freddy Caldas	Se continuará con los trabajos de transporte	A12 Transporte Material Excedente, mayor 1 km
4.00	km 1+680 al Km 1+740	Corte y conformacion de plataforma	m3	300	Freddy Caldas	Se continuará con los trabajos de corte	A8 Excavación material común
5.00	km 1+770 al Km 1+810	Corte y conformacion de plataforma	m3	112	Freddy Caldas	Se continuará con los trabajos de corte	A8 Excavación material común

ACTIVIDADES DE SOPORTE							
1.00	Km 1+220 al Km 1+870	Mantenimiento de Via	m3	660			
2.00	Km 1+400	comformacion de botadero	m3	1,548			
3.00	Km 10+860 al Km 10+980	Preparacion de material de tierra para taqueo de taladros	m3	2			
TRAMO Q9: Km 30+840 ( Km 6+000 hasta 11+376 )							
TOPOGRAFIA							
1.00	km 9+300 al km 9+560	Replanteo de talud			Victor Tenazoa	Control topográfico permanente en obra.	A6 Topografía y Georeferencia
2.00	km 10+040 al km 10+540	Pintado de progresivas			Victor Tenazoa	Control topográfico permanente en obra.	A6 Topografía y Georeferencia
3.00	km 7+080 al km 7+200	Trazo y replanteo			Victor Tenazoa	Control topográfico permanente en obra.	A6 Topografía y Georeferencia
ACTIVIDADES PRODUCTIVAS							
1.00	km 7+060 al Km 7+970	Corte y carguo de material excedente	m3	720	Freddy Caldas	Se continuará con los trabajos de corte	A8 Excavación material común
2.00	Km 11+300 al Km 3+900	Carguo y transporte de Top Soil	m3	766	Freddy Caldas	Se continuará con los trabajos de corte	A8 Excavación material común
3.00	Km 9+800 al Km 11+300	Carguo y transporte de material comun al botadero	m3	594	Freddy Caldas	Se continuará con los trabajos de transporte	A51 Transporte Material Excedente, mayor 1 km
4.00	Km 9+940 al Km 9+780	Corte de banquetta (talud)	m3	3,648	Freddy Caldas	Se continuará con los trabajos de corte	A8 Excavación material común
ACTIVIDADES DE SOPORTE							
1.00	Km 3+900	Conformacion de botadero DMD	m3	766			
2.00	Km 11+300	Conformacion de botadero DME	m3	594			
3.00	Km 10+000 al Km 11+000	Mantenimiento de via	km	1			

**Tabla 15: Programación Diaria "Camino de Carga Pesada – Paquete 4"**  
(Fuente: Proyecto Las Bambas)



**CAPÍTULO VI:  
RESULTADOS DE LA APLICACIÓN**



## 6.1. Cuadro General de Progreso

En donde se visualiza el avance tanto en metrado como en porcentaje de cada partida de obra ejecutada durante la semana , también se hace la comparación de cantidades contractuales versus las cantidades reales y las horas hombre gastadas por partida hasta el momento , este cuadro resumen nos sirve para ver de una manera practica el avance de obra al momento , saber que en que partidas tenemos que realizar un mayor avance , en que partidas tenemos un sobremetrado y el gasto de horas hombre así poder usar estos datos para hacer más eficiente la programación para las siguientes semanas.

Para ambos proyectos el cuadro general de progreso es presentado semanal y mensual en las reuniones de coordinación que se realizan.

### 6.1.1. Cuadro General de Progreso 'Presade Tierra Chuspiri'

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	METRADO CONTRACTUAL	Acumulado Anterior	Febrero	Cantidad avanzada acumulada	Costo Acumulado Total	% acumulado
<b>Programa Contractual de Construcción - Presa Chuspiri</b>								<b>5,122,928.60</b>	
<b>CONSTRUCCION PRESA CHUSPIRI</b>								<b>5,122,928.60</b>	
<b>PARTIDAS A SUMA ALZADA</b>								<b>2,947,966.80</b>	
6	INSTALACIONES TEMPORALES	Gl	1,200,644.53	1.00	1.00	-	1.00	1,200,644.53	100.00%
7	MOVILIZACION DE EQUIPOS	Gl	1,747,322.27	1.00	1.00	-	1.00	1,747,322.27	100.00%
8	DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	Gl	1,747,322.27	1.00	-	-	-	-	
<b>CONSTRUCCION PRESA CHUSPIRI 1ERA ETAPA</b>									
<b>OBRA DE TOMA DE PRESA</b>									
<b>EQUIPOS MECANICOS - PIPING Y MICELANEO</b>									
13	INSTALACION DE EQUIPOS MECANICOS - PIPING Y MICELANEO	Gl	122,020.27	1.00	-	-	-	-	
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>									
15	INSTALACION DEL SISTEMA ELECTRICO 1ER ETAPA	Gl	182,020.27	1.00	-	-	-	-	
<b>CONSTRUCCION PRESA CHUSPIRI 2DA ETAPA</b>									
<b>VERTEDERO DE EMERGENCIA</b>									
<b>CANAL VERTEDERO</b>									
19	INSTALACION DE MISCELANEO	Gl	98,020.27	1.00	-	-	-	-	
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>									
21	INSTALACION DEL SISTEMA ELECTRICO 2DA ETAPA	Gl	422,020.27	1.00	-	-	-	-	
<b>PARTIDAS A PRECIOS UNITARIOS</b>								<b>2,174,961.81</b>	
<b>CONSTRUCCION PRESA CHUSPIRI 1ERA ETAPA</b>								<b>2,116,657.50</b>	
<b>CONSTRUCCION DE CAMINOS</b>								<b>61,248.64</b>	
25	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN - CAMINOS	m3	10.04	28,830.00	3,085.38	1,188.68	4,274.06	42,911.56	14.83%
26	EXCAVACION EN ROCA - CAMINOS	m3	28.24	1,535.00	-	649.33	649.33	18,337.08	42.30%
27	RELLENO COMUN ESTRUCTURAL - CAMINOS	m3	17.68	3,929.00	-	-	-	-	
28	CARPETA DE RODADURA - CAMINOS	m3	65.80	5,236.00	-	-	-	-	
29	TUBERIA DE ACERO CORRUGADO PARA ALCANTARILLA Ø 1,5 METROS ONDA 150 ESP:2.5 MM	m	1,566.57	25.00	-	-	-	-	
30	ARMADURA PARA MUROS ALETAS	ton	5,390.37	5.00	-	-	-	-	
31	HORMIGON PARA MURO DE ENTRADA, SALIDA Y DADO DE PROTECCION	m3	122.20	75.00	-	-	-	-	
32	RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO TAM MAX 2"	m3	44.20	228.00	-	-	-	-	
33	MAMPONERIA DE PIEDRA (HORMIGON CICLOPEO)	m3	251.67	26.00	-	-	-	-	
34	BADENES DE HORMIGON CICLOPEO	m3	232.27	132.00	-	-	-	-	
35	SUMINISTRO Y COLOCACION DE DEFENSA CAMINERA	m	268.48	260.00	-	-	-	-	
<b>DESVIO DEL RIO</b>								<b>1,228,783.75</b>	
38	EXCAVACION EN ROCA DE DESVIO TEMPORAL	m3	28.24	148.00	148.00	-	148.00	4,179.52	100.00%
39	CONSTRUCCION DE ATAGUJA	m3	26.06	512.00	512.00	-	512.00	13,342.72	100.00%
40	EXCAVACION COMUN EN ROCA PARA TUBERIA DE DESVIO	m3	28.24	2,640.00	2,640.00	-	2,640.00	74,553.60	100.00%
41	EXCAVACION ZANJA EN ROCA PARA TUBERIA DE DESVIO	m3	31.26	3,805.00	1,870.50	-	1,870.50	58,471.83	49.16%
42	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PERNOS DE ANCLAJE EN PARED DE EXCAVACION	und	1,353.00	207.00	-	-	-	-	
43	SUMINISTRO Y COLOCACION DE MALLA ELECTRO SOLDADA (0.10mx0.10m DIAMETRO 5 mm)	m2	78.38	829.00	-	-	-	-	
44	SUMINISTRO Y COLOCACION DE SHOTCRETE (ESPESOR 0.10m)	m2	61.83	829.00	-	-	-	-	
45	ARMADURA CASING DE HORMIGON	ton	5,390.37	88.00	65.44	22.56	88.00	474,352.56	100.00%
46	INSTALACION DE TUBERIA DE ACERO CORRUGADO DE 1.5 m DE DIAMETRO ONDA 150 ESP:2.5 MM	m	1,566.57	321.00	118.00	166.31	284.31	445,391.52	88.57%
47	CONSTRUCCION CASING DE HORMIGON PARA TUBERIA DE ACERO CORRUGADO	m3	129.32	1,499.00	253.75	971.83	1,225.58	158,492.01	81.76%
48	RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO	m3	44.20	788.00	-	-	-	-	
49	ARMADURA ESTRUCTURA DE ENTRADA	ton	5,390.37	2.00	-	-	-	-	
50	HORMIGON ESTRUCTURA DE ENTRADA	m3	122.20	16.00	-	-	-	-	
51	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PERNOS DE ANCLAJE EN ESTRUCTURA DE ENTRADA	m	362.74	12.00	-	-	-	-	
52	RELLENO DE ATAGUJA ENTRADA	m3	17.39	306.00	-	-	-	-	
53	ARMADURA ESTRUCTURA DE SALIDA	ton	5,390.37	2.00	-	-	-	-	
54	HORMIGON ESTRUCTURA DE SALIDA	m3	122.20	16.00	-	-	-	-	
55	RELLENO DE ATAGUJA DE SALIDA	m3	26.06	684.00	-	-	-	-	
56	COLOCACION DE ENROCADO	m3	200.97	81.00	-	-	-	-	
58	RELLENO DE ATAGUJA PARA CIERRE DE DESVIO	m3	26.06	400.00	-	-	-	-	
59	TAPON PARA CIERRE DE TUBERIA DESVIO	m3	122.20	35.00	-	-	-	-	
<b>INSTRUMENTACION GEOTECNICA</b>								<b>78,687.79</b>	
61	PERFORACION PARA INSTALACION DE PIEZOMETRO DE HILO VIBRATIL	m	566.75	40.00	-	23.50	23.50	13,318.63	58.75%
62	INSTALACION DE PIEZOMETROS HILO VIBRATIL	und	7,445.26	7.00	-	2.00	2.00	14,890.52	28.57%
63	EXCAVACION DE ZANJA EN MORRENA COMPACTADA	m3	108.84	11.00	-	-	-	-	
64	RELLENO ZANJA CON MORRENA COMPACTADA	m3	137.80	10.00	-	-	-	-	
65	PERFORACION E INSTALACION DE PIEZOMETROS CASAGRANDE DE 15 MTS	und	12,619.66	6.00	2.00	2.00	4.00	50,478.64	66.67%
<b>CONSTRUCCION PRESA</b>								<b>740,972.49</b>	
<b>EXCAVACION</b>								<b>433,629.70</b>	
69	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN PRESA	m3	8.85	135,119.00	192.18	37,831.65	38,023.83	336,510.90	28.14%
70	EXCAVACION EN ROCA PARA PLINTO	m3	26.77	3,450.00	3,450.00	-	3,450.00	92,356.50	100.00%
71	EXCAVACION EN ROCA - PRESA	m3	25.02	1,508.00	190.34	-	190.34	4,762.31	12.62%
<b>CONSTRUCCION DE PLINTO</b>								<b>307,342.79</b>	
<b>LOSAS DE PLINTO</b>								<b>217,612.98</b>	
75	COLOCACION DE ANCLAJES	und	273.79	906.00	152.00	152.00	304.00	83,232.16	33.55%
76	ARMADURA PLINTO	ton	5,390.37	68.00	13.14	8.72	21.86	117,833.49	32.15%
77	HORMIGON PLINTO	m3	120.96	818.00	136.80	-	136.80	16,547.33	16.72%
<b>PERFORACIONES E INYECCIONES</b>								<b>89,729.82</b>	
79	PERFORACION PARA IMPERMEABILIZACION	m	360.05	1,960.00	-	-	-	-	
80	INYECCIONES DE IMPERMEABILIZACION (KG DE CEMENTO INYECTADO)	kg	6.54	58,800.00	-	-	-	-	
81	PERFORACION PARA CONSOLIDACION	m	310.36	1,700.00	-	117.95	117.95	36,606.96	6.94%
82	INYECCIONES DE CONSOLIDACION (KG DE CEMENTO INYECTADO)	kg	6.54	51,000.00	-	1,725.97	1,725.97	11,287.84	3.38%
83	PERFORACION PARA ENSAYO DE AGUA A PRESION	m	527.31	270.00	-	75.00	75.00	39,548.25	27.78%
84	ENSAYO DE AGUA A PRESION	h	571.69	108.00	-	4.00	4.00	2,286.76	3.70%
85	PERFORACION PARA ENCAMISADO	m	527.31	63.00	-	-	-	-	
86	ENSAYO RAPIDO DE AGUA A PRESION	h	571.69	85.00	-	-	-	-	
<b>CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE DRENAJE</b>									
89	RELLENO CON MATERIAL 3A DREN	m3	45.07	3,118.00	-	-	-	-	
90	RELLENO CON MATERIAL 3A DREN (2ª ETAPA)	m3	45.07	21,437.00	-	-	-	-	



ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	METRADO CONTRACTUAL	Acumulado Anterior	Febrero	Cantidad avanzada acumulada	Costo Acumulado Total	% acumulado
<b>CONSTRUCCION DEL MURO</b>									
<b>COLOCACION DE MATERIAL (1° FASE)</b>									
93	COLOCACION DE MATERIAL TIPO 3B	m3	14.22	65,452.00	-	-	-	-	-
94	COLOCACION DE MATERIAL TIPO 3A EN MURO VERTICAL	m3	47.88	13,493.00	-	-	-	-	-
95	COLOCACION DE GEOTEXTIL DE 400GR/M2, ENTRE EL TERRENO Y MATERIAL 3A	m2	7.95	7,730.00	-	-	-	-	-
96	COLOCACION DE MATERIAL TIPO 2B	m3	34.28	28,298.00	-	-	-	-	-
97	COLOCACION DE GEOTEXTIL DE 400GR/M2	m2	9.19	3,088.00	-	-	-	-	-
98	COLOCACION DE MATERIAL TIPO 1	m3	27.98	39,505.00	-	-	-	-	-
<b>COLOCACION DE MATERIAL (2° FASE)</b>									
100	COLOCACION DE MATERIAL TIPO 3B (60% 2° ETAPA)	m3	14.22	98,178.00	-	-	-	-	-
<b>SISTEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN</b>									
102	COLOCACIÓN DE GEOMEMBRANA TIPO S3 (COLETANCHE)	m2	87.66	6,152.00	-	-	-	-	-
103	COLOCACIÓN DE GEOMEMBRANA TIPO S2 (COLETANCHE)	m2	77.57	14,938.00	-	-	-	-	-
<b>OBRA DE TOMA DE PRESA</b>									
								6,964.83	
<b>EXCAVACIÓN Y RELLENOS</b>									
								6,964.83	
106	EXCAVACIÓN COMÚN EN SUELO	m3	10.04	2,652.00	-	-	-	-	-
107	EXCAVACION COMÚN EN ROCA	m3	28.24	468.00	246.63	-	246.63	6,964.83	52.70%
108	EXCAVACIÓN ZANJA EN SUELO PARA TUBERÍA	m3	12.84	750.00	-	-	-	-	-
109	EXCAVACION ZANJA EN ROCA PARA TUBERÍA	m3	31.26	143.00	-	-	-	-	-
110	RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO (RELLENO ESTRUCTURAL)	m3	45.39	417.00	-	-	-	-	-
<b>TUBERÍAS</b>									
112	ARMADURA CASING	ton	5,390.37	27.00	-	-	-	-	-
113	INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE 36"	m	1,731.50	176.00	-	-	-	-	-
114	HORMIGÓN CASING H25	m3	122.20	499.00	-	-	-	-	-
<b>CAMARA DE TOMA</b>									
116	EMPLANTILLADO H10	m3	72.03	3.00	-	-	-	-	-
117	ARMADURA	ton	5,390.37	9.00	-	-	-	-	-
118	HORMIGÓN H25	m3	122.20	41.00	-	-	-	-	-
<b>CAMARA DE VALVULAS</b>									
120	EMPLANTILLADO H10	m3	72.03	3.00	-	-	-	-	-
121	ARMADURA	ton	5,390.37	3.00	-	-	-	-	-
122	HORMIGÓN H25	m3	122.20	30.00	-	-	-	-	-
<b>CONSTRUCCION PRESA CHUSPIRI 2DA ETAPA</b>								58,304.30	
<b>CONSTRUCCION DEL MURO</b>									
126	COLOCACION DE MATERIAL TIPO 3B	m3	14.22	988,698.00	-	-	-	-	-
127	COLOCACION DE MATERIAL TIPO 3A EN MURO INCLINADO	m3	48.73	25,326.00	-	-	-	-	-
128	COLOCACION DE GEOTEXTIL DE 400GR/M2, ENTRE EL TERRENO Y MATERIAL 3A	m2	7.95	46,360.00	-	-	-	-	-
129	COLOCACION DE MATERIAL TIPO 2B	m3	34.28	49,090.00	-	-	-	-	-
130	COLOCACION DE MATERIAL TIPO 4	m3	17.59	53,376.00	-	-	-	-	-
131	COLOCACION DE MATERIAL TIPO 2C	m3	38.33	3,314.00	-	-	-	-	-
132	SUMINISTRO Y COLOCACION DE DEFENSA CAMINERA	m	268.48	1,390.00	-	-	-	-	-
<b>SISTEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN</b>									
135	COLOCACIÓN DE GEOMEMBRANA TIPO S3 (COLETANCHE)	m2	70.65	5,606.00	-	-	-	-	-
136	COLOCACIÓN DE GEOMEMBRANA TIPO S2 (COLETANCHE)	m2	60.61	26,885.00	-	-	-	-	-
<b>INSTRUMENTACIÓN GEOTÉCNICA</b>									
138	EXCAVACION DE ZANJA EN MORRENA COMPACTADA	m3	108.84	23.00	-	-	-	-	-
139	INSTALACIÓN DE PIEZÓMETROS HILO VIBRÁTIL	und	7,445.26	7.00	-	-	-	-	-
140	RELLENO ZANJA CON MORRENA COMPACTADA	m3	137.80	22.00	-	-	-	-	-
141	CONSTRUCCION DE MONOLITOS DE ASENTAMIENTO	und	402.77	8.00	-	-	-	-	-
<b>VERTEDERO DE EMERGENCIA</b>									
								58,304.30	
<b>CANAL VERTEDERO</b>									
								58,304.30	
144	EXCAVACION COMÚN EN ROCA	m3	28.24	43,778.00	686.91	1,377.69	2,064.60	58,304.30	4.72%
145	EXCAVACION ZANJA EN ROCA	m3	31.26	2,693.00	-	-	-	-	-
146	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PERNOS DE ANCLAJE EN PARED DE EXCAVACION	und	1,353.00	500.00	-	-	-	-	-
147	SUMINISTRO Y COLOCACION DE MALLA ELECTRO SOLDADA (0.10Mx0.10m DIAMETRO 5 mm)	m2	78.38	6,950.00	-	-	-	-	-
148	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PERNOS EN CANAL	und	1,353.00	200.00	-	-	-	-	-
149	SUMINISTRO Y COLOCACION DE SHOTCRETE (ESPESOR 0.10m)	m2	61.83	6,950.00	-	-	-	-	-
<b>ESTRUCTURA DE ENTRADA</b>									
151	EMPLANTILLADO H10	m3	72.03	1.00	-	-	-	-	-
152	ARMADURA	ton	5,390.37	4.00	-	-	-	-	-
153	HORMIGÓN H25	m3	122.20	28.00	-	-	-	-	-
<b>ESTRUCTURA DE DESCARGA</b>									
155	EXCAVACION EN ROCA DE PILETA	m3	28.24	224.00	-	-	-	-	-
156	EXCAVACION EN ZANJA EN ROCA - CANAL	m3	31.26	461.00	-	-	-	-	-
157	EMPLANTILLADO H10	m3	72.03	5.00	-	-	-	-	-
158	ARMADURA	ton	5,390.37	5.00	-	-	-	-	-
159	HORMIGÓN H25	m3	122.20	53.00	-	-	-	-	-
<b>CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE DRENAJE</b>									
161	EXCAVACIÓN EN SUELO DEL CANAL DE CAPTACION DE AGUAS DE LLUVIA	m3	10.58	664.00	-	-	-	-	-
162	SUMINISTRO Y COLOCACION DE MALLA ELECTRO SOLDADA (0.10Mx0.10m DIAMETRO 5 mm)	m2	9,543.25	3.00	-	-	-	-	-
163	HORMIGÓN CANALETA	m3	113.84	112.00	-	-	-	-	-
<b>VERTEDEROS DE AFORO</b>									
165	EMPLANTILLADO H10	m3	72.03	4.00	-	-	-	-	-
166	ARMADURA VERTEDERO DE AFORO	ton	5,390.37	4.00	-	-	-	-	-
167	HORMIGÓN VERTEDERO DE AFORO	m3	122.20	29.00	-	-	-	-	-
168	RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO (RELLENO ESTRUCTURAL)	m3	45.39	51.00	-	-	-	-	-
169	MAMPOSTERIA DE PIEDRA (HORMIGON CI-CLOPEO)	m3	251.67	4.00	-	-	-	-	-
<b>MANTENIMIENTO DE CAMINOS</b>									
171	MANTENIMIENTO DE CAMINOS	Gl	-	1.00	-	-	-	-	-
<b>PARTIDAS NO CONTEMPLADAS</b>									
174	CUNETAS TRIANGULAR REVESTIDA EN BANQUETA DE 1.00x0.40 M. (INC. TUB. PERFORADA CADA 10 M)	m	180.29	3,300.00	-	-	-	-	-

Tabla 16: Cuadro General de Progreso 'Presade Tierra Chuspiri' (Fuente: Proyecto Las Bambas)

6.1.2. Cuadro General de Progreso “Camino de Carga Pesada – Paquete 4”

PROGRESO												
CODIGO	DESCRIPCIÓN	PESO %	UNIDAD	CANTIDAD			HORAS HOMBRE			AVANCES		
				CONTRATO	FORECAST	AVANCE	TOTALES	FORECAST	PROGRAMADAS	GANADAS	PROG	GANADO
<b>PROGRESO GENERAL CONSTRUCCION</b>												
<b>1.00</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>	<b>1.12%</b>										<b>0.959%</b>
1.01	Movilización de Equipos		Glb	0.52	0.52	0.49						100.00%
1.02	Desmovilización de Equipos		Glb	0.48	0.48	0.00						95.14%
1.03	Movilización e Instalación de Faenas	0%	Glb	0.50	0.50	0.50	0.00		0.00	0	100.00%	100.00%
1.04	Desmovilización de Faenas		Glb	0.50	0.50	0.00						0.00%
1.05	Mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial	100%	Glb	1.00	1.00	0.76	14,261.00		12,012.80	10,874.01	85.88%	76.25%
<b>2.00</b>	<b>TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION</b>	<b>7.54%</b>										<b>6.50%</b>
2.01	Topografía y Georeferenciación	100%	Km	56.00	56.00	35.90	96,209.00		81,458.42	61,672.55	86.27%	64.10%
<b>3.00</b>	<b>PROCESAMIENTO DE MATERIAL</b>											
<b>3.01</b>	<b>Material para Afirmado</b>	<b>3.71%</b>										<b>3.71%</b>
3.01.01	Material para afirmado sub tramo 1	53%		-	-	-	25,198.00		25,198.00	0.00	100.00%	0.00%
3.01.02	Material para afirmado sub tramo 2	25%		-	-	-	11,858.00		11,858.00	0.00	100.00%	0.00%
3.01.03	Material para afirmado sub tramo 3	22%		-	-	-	10,340.00		10,340.00	0.00	100.00%	0.00%
<b>3.02</b>	<b>Material para Concreto</b>	<b>0.65%</b>										<b>0.65%</b>
3.02.01	Material para concreto sub tramo 1	49%		-	-	-	4,012.00		4,012.00	200.60	100.00%	5.00%
3.02.02	Material para concreto sub tramo 2	22%		-	-	-	1,848.00		1,848.00	0.00	100.00%	0.00%
3.02.03	Material para concreto sub tramo 3	29%		-	-	-	2,405.00		2,405.00	120.25	100.00%	5.00%
<b>4.00</b>	<b>CONSTRUCCION</b>											
<b>4.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	<b>32.34%</b>										<b>32.34%</b>
4.01.01	Retiro de Topsoil	1%	m3	52,480.00	52,480.00	147,388.29	6,041.00		6,041.00	16,968.28	100.00%	280.89%
4.01.02	Excavación en roca con explosivos	47%	m3	701,270.00	701,270.00	213,393.64	195,032.00		195,032.00	59,347.69	100.00%	30.43%
4.01.03	Excavación material común	31%	m3	1,359,348.00	1,359,348.00	1,222,709.22	128,157.00		128,157.00	115,275.08	100.00%	89.95%
4.01.04	Conformación de terraplenes	20%	m3	420,263.00	420,263.00	247,436.80	83,680.00		83,680.00	49,268.15	100.00%	58.88%
<b>4.02</b>	<b>TRANSPORTE</b>	<b>6.40%</b>										<b>6.40%</b>
4.02.01	Transporte de material de préstamo, distancia mayor a 1 km	19%	m3/km	2,160,443.00	2,160,443.00	441,309.67	15,340.00		15,340.00	3,133.42	100.00%	20.43%
4.02.02	Transporte de material de excedente, distancia mayor a 1 km	81%	m3/km	9,589,749.00	9,589,749.00	2,267,870.51	66,322.00		66,322.00	15,684.44	100.00%	23.65%
<b>4.03</b>	<b>SUPERFICIE DE RODADURA AFIRMADA</b>	<b>3.97%</b>										<b>3.23%</b>
4.03.01	Refine, perfilado y compactación de subrasante	27%	m2	458,313.00	458,313.00	4,212.17	13,913.00		13,913.00	127.86	100.00%	0.92%
4.03.02	Afirmado	73%	m3	142,081.00	142,081.00	616.78	36,760.00		34,107.22	159.58	74.41%	0.43%
<b>4.04</b>	<b>OBRAS DE ARTE DE DRENAJE</b>	<b>32.29%</b>										<b>30.87%</b>
4.04.01	Excavación no clasificada para estructuras	5%	m3	43,759.00	43,759.00	20,544.71	21,744.00		21,744.00	10,208.71	100.00%	46.95%
4.04.02	Relleno para estructuras con material de préstamo	2%	m3	11,646.00	11,646.00	9,997.62	8,687.00		8,687.00	7,457.19	100.00%	85.84%
4.04.03	Relleno para estructuras con material propio	2%	m3	11,393.00	11,393.00	0.00	8,051.00		8,051.00	0.00	100.00%	0.00%
4.04.04	Cama de asiento con material de afirmado	0%	m3	210.00	210.00	2,499.80	266.00		266.00	3,166.58	100.00%	1190.45%
4.04.05	Concreto clase H (fc=100 kg/cm2)	7%	m3	1,425.00	1,425.00	0.00	29,135.00		29,135.00	0.00	100.00%	0.00%
4.04.06	Concreto clase D (fc=210 kg/cm2)	39%	m3	5,107.00	5,107.00	0.00	160,815.00		160,815.00	0.00	100.00%	0.00%
4.04.07	Suministro e instalación tubería corrugada de acero galvanizado	0%	m	699.00	699.00	0.00	1,748.00		1,748.00	0.00	100.00%	0.00%
4.04.08	Suministro e instalación tubería corrugada de acero galvanizado	2%	m	3,103.00	3,103.00	3,004.09	9,309.00		9,309.00	9,012.81	100.00%	96.82%
4.04.09	Subdren con material drenante y geotextil	4%	m	5,765.00	5,765.00	965.14	14,882.00		14,882.00	2,491.62	100.00%	16.74%
4.04.10	Cuneta triangular revestida en plataforma de 0.75x0.50 m	30%	m	55,251.00	55,251.00	0.00	122,668.00		101,181.29	0.00	85.56%	0.00%
4.04.11	Cuneta triangular revestida en banquetta de 0.75x0.50 m	2%	m	3,819.00	3,819.00	0.00	8,479.00		7,975.96	0.00	95.16%	0.00%
4.04.12	Zanja de coronación revestida	1%	m	1,357.00	1,357.00	0.00	2,585.00		2,585.00	0.00	100.00%	0.00%
4.04.13	Mampostería de piedra asentada en mortero de cemento	3%	m3	1,086.00	1,086.00	0.00	11,229.00		11,120.80	0.00	100.00%	0.00%
4.04.14	Suministro e instalación gavión tipo caja 1.0x1.0x5.0 m (A)	3%	und	444.00	444.00	0.00	12,281.00		12,281.00	0.00	100.00%	0.00%
4.04.15	Suministro e instalación de geotextil no tejido Clase 2	0%	m2	3,853.00	3,853.00	438.98	323.00		323.00	36.84	100.00%	11.40%
4.04.16	Suministro e instalación de Geogrid	0%	m2	1,240.00	1,240.00	0.00	53.00		53.00	0.00	100.00%	0.00%
<b>4.05</b>	<b>SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL</b>	<b>3.04%</b>										<b>1.89%</b>
4.05.01	Suministro e instalación de defensas camineras metálicas	90%	m	17,103.00	17,103.00	0.00	34,793.00		20,896.08	0.00	64.25%	0.00%
4.05.02	Señal Preventiva (0.60x0.60 m), panel y poste	9%	und	787.00	787.00	0.00	3,539.00		1,222.18	0.00	43.61%	0.00%
4.05.03	Señales Informativas (3.3x0.60 m), panel y poste	1%	und	8.00	8.00	0.00	307.00		115.00	0.00	37.50%	0.00%
4.05.04	Señales Informativas (2.2x0.60 m), panel y poste	0%	und	4.00	4.00	0.00	153.00		77.00	0.00	50.00%	0.00%
<b>4.06</b>	<b>PROTECCION AMBIENTAL</b>	<b>8.94%</b>										<b>7.05%</b>
4.06.01	Readequación ambiental de campamentos y patios de máq.	1%	m2	40,000.00	40,000.00	0.00	759.00		0.00	0.00	0.00%	0.00%
4.06.02	Revegetación	84%	m2	839,600.00	839,600.00	0.00	95,612.00		67,434.33	0.00	76.40%	0.00%
4.06.03	Suministro e instalación de malla drenante (Silt Fences)	11%	m	89,180.00	89,180.00	12,674.00	12,485.00		11,380.40	1,774.28	92.84%	14.21%
4.06.04	Depósitos para sedimentación	5%	und	56.00	56.00	74.00	5,329.00		5,304.69	7,042.31	100.00%	132.15%

Tabla 17: Cuadro General de Progreso "Camino de Carga Pesada – Paquete 4" (Fuente: Proyecto Las Bambas)



## 6.2. Curva S

Hoy en día se hace cada vez más importante un monitoreo preciso del progreso, los recursos y los costos de un proyecto, crear un cronograma de actividades y ruta crítica nos dice cuando culminara nuestro proyecto, añadir progreso y valores reales nos dará una fecha reprogramada de termino. Sin embargo es difícil visualizar la performance del proyecto solo desde un diagrama de Gantt en especial cuando este tiene muchas actividades.

La curvas nos permite monitorear el avance de un proyecto gráficamente, desplegando valores históricos reales a la fecha, y poder así identificar rápidamente el aumento, el desfase y problemas potenciales del proyecto que puedan impactar en el resultado esperado.

A partir de la curva S podemos determinar cuatro indicadores clave:

- Crecimiento del proyecto
- Desvió del proyecto
- Porcentaje real completado a la fecha
- Porcentaje programado a la fecha, según línea base.
- Tipos de Curva S:
  - De duración de actividad
  - De costo
- De mano de obra

6.2.1. Curva S “Presa de Tierra Chuspiri”

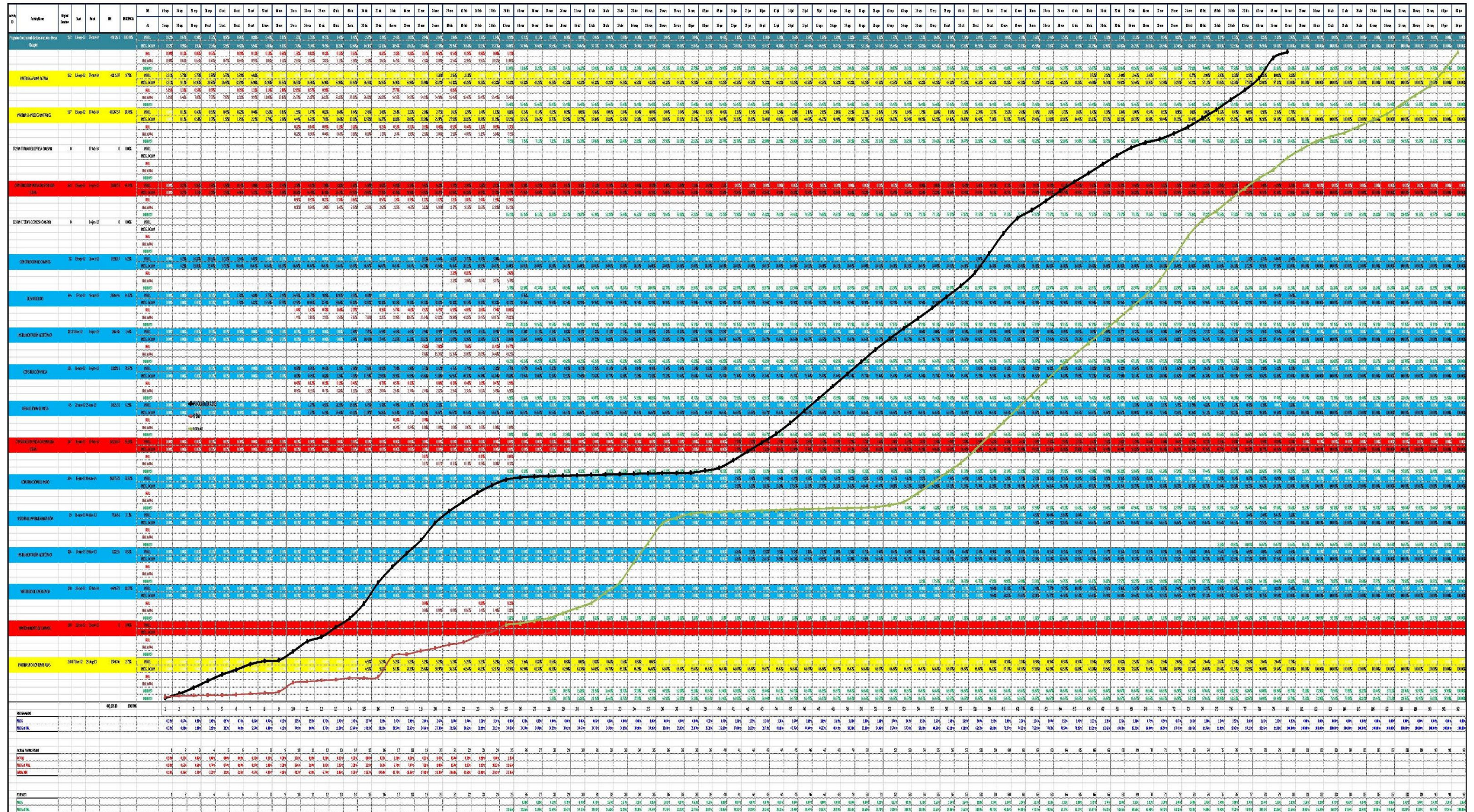


Tabla 18: Curva S "Presa de Tierra Chuspiri" (Fuente: Proyecto Las Bambas)





VALOR - PROGRAMADO LÍNEA BASE ORIGINAL: 15 OCTUBRE 2011

Valor programado	0	660	1,541	1,709	1,776	1,960	3,543	2,457	2,489	2,770	3,164	1,931	4,760	7,525	5,070	9,806	9,115	9,912	11,222	13,852	15,079	15,907	16,790	17,121	18,680	20,184	23,664	28,756
Valor programado acumulado	0	660	2,202	3,910	5,686	7,646	11,190	13,647	16,135	18,906	22,069	24,000	28,760	36,285	41,354	51,161	60,276	70,188	81,410	95,261	110,341	126,247	143,037	160,158	178,838	199,023	222,687	251,443
% Completado del total	0.00%	0.05%	0.17%	0.31%	0.45%	0.60%	0.88%	1.07%	1.26%	1.48%	1.73%	1.88%	2.25%	2.84%	3.24%	4.01%	4.72%	5.50%	6.38%	7.46%	8.64%	9.89%	11.20%	12.55%	14.01%	15.59%	17.44%	19.70%

VALOR - PROGRAMADO TEMPRANA / TARDIA

<b>Valor Programado Tardío - P6</b>			1,103	1,545	1,780	1,883	2,602	3,748	3,748	3,748	3,993	5,424	7,226	7,860	8,812	8,812	8,949	9,679	11,021	14,569	16,482	16,482	16,482	16,482	17,225	20,308	22,071	27,975
Valor programado acumulado	0	0	1,103	2,648	4,428	6,311	8,913	12,661	16,409	20,157	24,150	29,574	36,800	44,660	53,472	62,284	71,233	80,912	91,933	106,502	122,984	139,466	155,948	172,430	189,655	209,963	232,034	260,009
% Completado del total	0.00%	0.00%	0.09%	0.21%	0.35%	0.49%	0.70%	0.99%	1.29%	1.58%	1.89%	2.32%	2.88%	3.50%	4.19%	4.88%	5.58%	6.34%	7.20%	8.34%	9.63%	10.92%	12.22%	13.51%	14.86%	16.45%	18.18%	20.37%
<b>Valor Programado Temprano - P6</b>			1,103	1,545	1,780	1,883	2,602	3,748	3,748	3,748	4,071	5,424	7,226	7,860	8,812	8,812	9,003	9,729	11,083	14,569	16,482	16,482	16,482	16,482	17,325	20,923	23,205	28,920
Valor programado acumulado	0	0	1,103	2,648	4,428	6,311	8,913	12,661	16,409	20,157	24,228	29,652	36,878	44,738	53,550	62,362	71,365	81,094	92,177	106,746	123,228	139,710	156,192	172,674	189,999	210,922	234,127	283,047
% Completado del total	0.00%	0.00%	0.09%	0.21%	0.35%	0.49%	0.70%	0.99%	1.29%	1.58%	1.90%	2.32%	2.89%	3.50%	4.19%	4.89%	5.59%	6.35%	7.22%	8.36%	9.65%	10.94%	12.24%	13.53%	14.88%	16.52%	18.34%	20.61%

VALOR - ACTUAL

Valor Ganado	-	-	-	-	1,976	3,173	3,024	1,096	5,672	6,578	1,341	820	4,612	8,394	5,669	4,226	4,365	4,113	12,795	2,282	3,277	2,996	14,014	3,756	3,393	2,894	2,940	3,810
Valor Ganado acumulado	-	-	-	-	1,976	5,149	8,173	9,269	14,941	21,518	22,860	23,680	27,472	35,866	41,534	45,761	50,126	54,238	67,034	69,316	72,592	75,589	89,602	93,358	96,752	99,645	102,585	106,395
% Completado del total	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.15%	0.40%	0.64%	0.73%	1.17%	1.69%	1.79%	1.85%	2.15%	2.81%	3.25%	3.58%	3.93%	4.25%	5.25%	5.43%	5.69%	5.92%	7.02%	7.31%	7.58%	7.81%	8.04%	8.33%

STATUS	Con respecto a Línea Base Original: 15 Octubre 11	0.00%	-0.05%	-0.17%	-0.31%	-0.29%	-0.20%	-0.24%	-0.34%	-0.09%	0.20%	0.06%	-0.03%	-0.10%	-0.03%	0.01%	-0.42%	-0.80%	-1.25%	-1.13%	-2.03%	-2.96%	-3.97%	-4.19%	-5.23%	-6.43%	-7.78%	-9.41%	-11.36%
		OK	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	OK	OK	RETRASO	RETRASO	RETRASO	OK	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO
		0.00%	-0.05%	-0.17%	-0.31%	-0.29%	-0.20%	-0.24%	-0.34%	-0.09%	0.20%	0.06%	-0.03%	-0.10%	-0.03%	0.01%	-0.42%	-0.80%	-1.25%	-1.13%	-2.03%	-2.96%	-3.97%	-4.19%	-5.23%	-6.43%	-7.78%	-9.41%	-11.36%
		OK	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	OK	OK	RETRASO	RETRASO	RETRASO	OK	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO

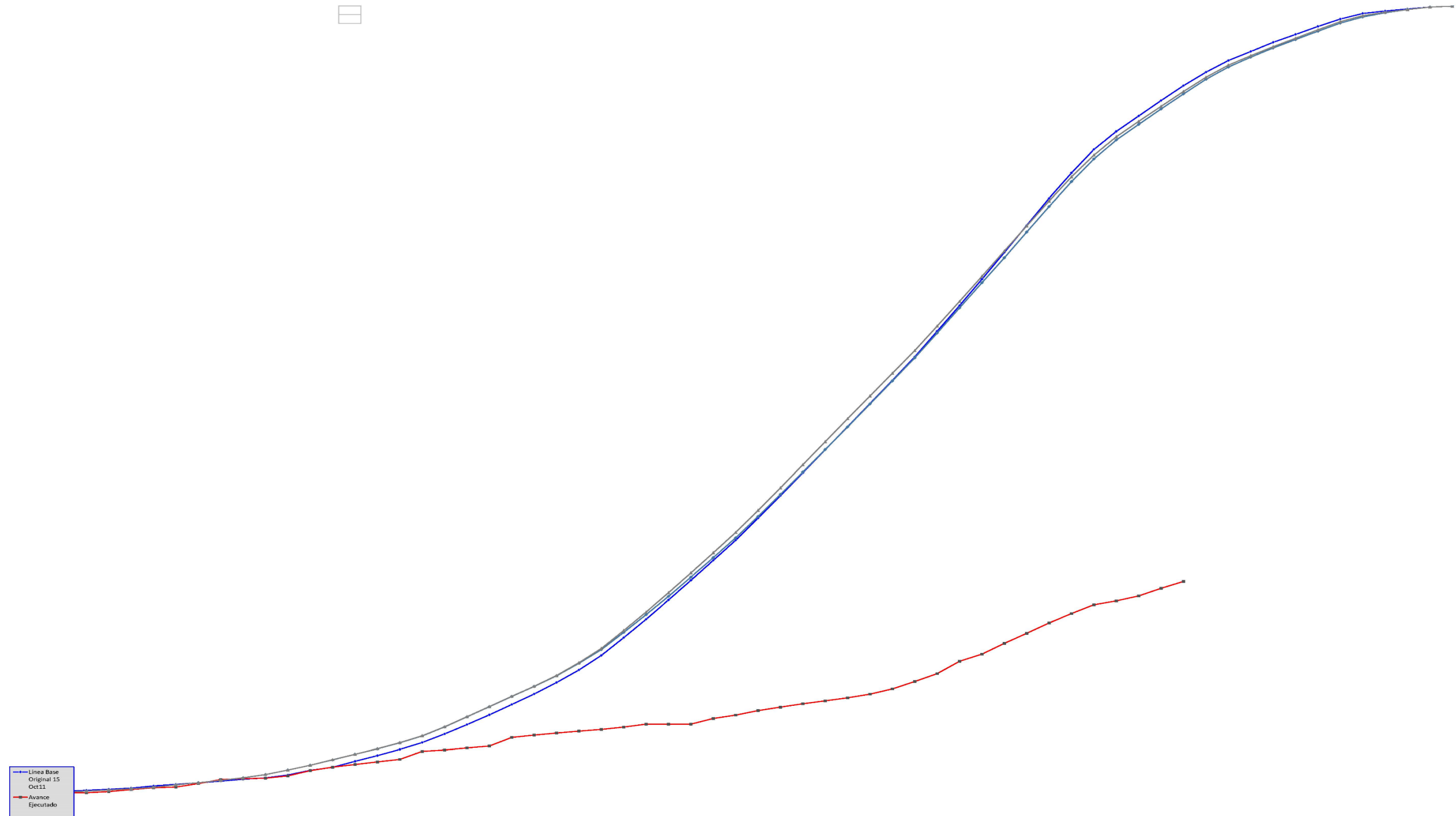
30,001	31,379	31,861	32,480	32,624	35,894	36,262	37,271	37,271	37,481	37,481	37,689	38,211	41,611	41,729	42,698	43,453	44,102	43,811	40,971	38,152	29,197	25,061	25,136	24,135	21,837	19,053	14,653	14,732	12,936	12,957	11,999	8,996	4,065	3,388	3,056	1,510
281,444	312,823	344,684	377,164	403,788	445,682	481,944	519,214	556,485	593,966	631,447	668,136	707,348	748,959	790,687	833,385	876,839	920,941	964,752	1,005,723	1,043,876	1,073,072	1,098,134	1,123,270	1,147,405	1,169,242	1,188,295	1,202,947	1,217,680	1,230,615	1,243,573	1,255,572	1,264,568	1,268,633	1,272,022	1,275,078	1,278,588
22.05%	24.50%	27.00%	29.54%	32.10%	34.91%	37.75%	40.67%	43.59%	46.53%	49.46%	52.42%	55.41%	58.67%	61.94%	65.28%	68.69%	72.14%	75.57%	78.78%	81.77%	84.06%	86.02%	87.99%	89.88%	91.59%	93.08%	94.23%	95.39%	96.40%	97.41%	98.35%	99.06%	99.38%	99.64%	99.88%	100.00%

28,857	29,810	31,161	31,702	32,275	34,726	35,665	36,113	36,511	36,598	37,247	37,460	37,460	40,374	40,859	40,807	40,442	41,848	41,511	40,144	36,610	30,889	25,450	24,932	24,400	23,784	20,077	16,028	14,750	13,722	13,662	13,236	9,851	6,911	5,020	4,022	1,665
288,866	318,676	349,837	381,539	413,814	448,540	484,205	520,318	556,829	593,427	630,674	668,134	705,594	745,988	786,827	827,634	868,076	909,924	951,435	991,579	1,028,189	1,059,078	1,084,528	1,109,460	1,133,860	1,157,644	1,177,721	1,193,749	1,208,499	1,222,221	1,235,883	1,249,119	1,258,970	1,265,881	1,270,901	1,274,923	1,278,588
22.63%	24.96%	27.40%	29.89%	32.42%	35.14%	37.93%	40.76%	43.62%	46.40%	49.40%	52.34%	55.27%	58.43%	61.64%	64.83%	68.00%	71.28%	74.53%	77.67%	80.54%	82.96%	84.96%	86.91%	88.82%	90.68%	92.26%	93.51%	94.67%	95.74%	96.81%	97.85%	98.62%	99.16%	99.56%	99.87%	100.00%

30,029	31,567	32,093	32,619	33,171	35,620	36,595	37,334	37,532	37,293	36,863	36,863	36,677	39,758	40,244	40,583	41,084	40,796	40,406	38,930	35,320	29,721	25,021	24,459	24,051	23,186	19,617	15,226	14,716	13,722	13,662	13,236	9,811	5,631	4,234	3,967	1,664
293,076	324,643	356,736	389,355	422,526	458,146	494,741	532,075	569,607	606,900	643,763	680,666	717,543	757,301	797,545	838,128	879,212	920,008	960,414	999,344	1,034,664	1,064,385	1,089,406	1,113,865	1,137,916	1,161,102	1,180,719	1,195,945	1,210,661	1,224,383	1,238,045	1,251,281	1,261,092	1,266,723	1,270,957	1,274,924	1,278,588
22.96%	25.43%	27.94%	30.50%	33.10%	35.89%	38.75%	41.68%	44.62%	47.54%	50.43%	53.32%	56.21%	59.32%	62.47%	65.65%	68.87%	72.07%	75.23%	78.28%	81.05%	83.38%	85.34%	87.25%	89.14%	90.95%	92.48%	93.68%	94.84%	95.91%	96.98%	98.02%	98.79%	99.23%	99.56%	99.87%	100.00%

4,775	-	-	9,254	5,382	7,353	5,547	5,445	4,734	5,022	5,938	8,460	12,035	12,810	19,971	11,733	17,366	16,406	16,884	15,203	14,182.84	6,464.74	7,978.15	12,446.50	11,157.39	7,933	13,230.75	9,889.97	-373,995.90	-	-	-	-	-	-	-	-
111,170	111,170	111,170	120,424	125,806	133,159	138,706	144,151	148,884	153,907	159,845	166,305	180,340	193,150	213,120.67	224,854	242,220.0	258,626	275,510	290,713	304,896	311,360.33	319,338.48	331,784.98	342,942	350,875	364,106	373,996	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.71%	8.71%	8.71%	9.43%	9.85%	10.43%	10.87%	11.29%	11.66%	12.06%	12.52%	13.18%	14.13%	15.13%	16.69%	17.61%	18.97%	20.26%	21.58%	22.77%	23.88%	24.39%	25.01%	25.99%	26.86%	27.48%	28.52%	29.30%	-	-	-	-	-	-	-	-	-

-13.34%	-15.80%	-18.29%	-20.11%	-22.25%	-24.46%	-26.89%	-29.38%	-31.93%	-34.47%	-36.94%	-39.23%	-41.28%	-43.54%	-45.24%	-47.67%	-49.71%	-51.88%	-53.99%	-56.01%	-57.89%	-59.67%	-61.01%	-62.00%	-63.02%	-64.11%	-64.56%	-64.93%											
RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO
-13.34%	-15.80%	-18.29%	-20.11%	-22.25%	-24.46%	-26.89%	-29.38%	-31.93%	-34.47%	-36.94%	-39.23%	-41.28%	-43.54%	-45.24%	-47.67%	-49.71%	-51.88%	-53.99%	-56.01%	-57.89%	-59.67%	-61.01%	-62.00%	-63.02%	-64.11%	-64.56%	-64.93%											
RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO	RETRASO



**Tabla 19: Curva S "Camino de Carga Pesada – Paquete 4"**  
(Fuente: Proyecto Las Bambas)



### 6.3. Porcentaje de Plan Cumplido

El Porcentaje de Plan Cumplido se hace para medir el desempeño que se tuvo al ejecutar la planificación semanal, estos indicadores nos permiten ver la influencia de nuestro planeamiento y efectividad de este. En otra forma de decirlo el PPC nos indica hasta qué punto la planificación fue exitosa haciendo uso de las herramientas adecuadas a fin de que los trabajos a realizarse en la semana sean completados al 100%

En la práctica para ambos proyectos se puede observar que no siempre lo planificado con bastante detalle y dedicación se cumple debido a la magnitud de los proyectos presentados y la variabilidad que presentan ambos, por lo que el PPC varía sin embargo la media de este valor cumple con lo exigido.

El PPC es obtenido teniendo en cuenta el número total de actividades completadas y el número de actividades programadas para la semana, se asigna una calificación de 100% a las actividades que se ejecutaron en su totalidad, por el contrario si la actividad no fue ejecutada o no fue completada en su totalidad se le asignara un valor de 0.

A las actividades que no pudieron ser ejecutadas o se ejecutaron en un porcentaje menor al 100% se les hace un análisis donde se determina la razón o causas de incumplimiento, estas sirven para analizar otras actividades y asegurarnos que no fallan en las mismas razones de incumplimiento encontradas, de esta manera se optimiza el resulta conforme transcurra la obra.

Finalmente se hace un conteo de las actividades que si pudieron ser



ejecutadas en su totalidad y se dividen con el total de actividades programadas, el resultado será el PPC de la semana.





### 6.3.1. Porcentaje de Plan Cumplido 'Presade Tierra Chuspiri'

Item	Descripción	Unidad	Precio Unitario	Metrado Contractual	Acumulado Anterior	23-mar	Costo Parcial Semanal (S/.)	Cantidad Avanzada Acumulada	Costo Acumulado Total (S/.)	% Acumulado
Programa Contractual de Construcción - Presa Chuspiri							225,333.56		5,624,098.20	
<b>CONSTRUCCION PRESA CHUSPIRI</b>							225,333.56		5,624,098.20	
<b>PARTIDAS A SUMA ALZADA</b>							-		2,947,966.80	
6	INSTALACIONES TEMPORALES	Gl	1,200,644.53	1.00	1.00		-	1.00	1,200,644.53	100.00%
7	MOVILIZACION DE EQUIPOS	Gl	1,747,322.27	1.00	1.00		-	1.00	1,747,322.27	100.00%
8	DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	Gl	1,747,322.27	1.00	-		-	-	-	
<b>CONSTRUCCION PRESA CHUSPIRI 1ERA ETAPA</b>							-		-	
<b>OBRA DE TOMA DE PRESA</b>							-		-	
<b>EQUIPOS MECANICOS - PIPING Y MICELANEOS</b>							-		-	
13	INSTALACION DE EQUIPOS MECANICOS - PIPING Y MISCELANEOS	Gl	122,020.27	1.00	-		-	-	-	
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>							-		-	
15	INSTALACION DEL SISTEMA ELECTRICO 1ER ETAPA	Gl	182,020.27	1.00	-		-	-	-	
<b>CONSTRUCCION PRESA CHUSPIRI 2DA ETAPA</b>							-		-	
<b>VERTEDERO DE EMERGENCIA</b>							-		-	
<b>CANAL VERTEDERO</b>							-		-	
19	INSTALACION DE MISCELANEOS	Gl	98,020.27	1.00	-		-	-	-	
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>							-		-	
21	INSTALACION DEL SISTEMA ELECTRICO 2DA ETAPA	Gl	422,020.27	1.00	-		-	-	-	
<b>PARTIDAS A PRECIOS UNITARIOS</b>							225,333.56		2,676,131.40	
<b>CONSTRUCCION PRESA CHUSPIRI 1ERA ETAPA</b>							186,083.34		2,568,316.10	
<b>CONSTRUCCION DE CAMINOS</b>							-		61,248.64	
25	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN - CAMINOS	m3	10.04	28,830.00	4,274.06		-	4,274.06	42,911.56	14.83%
26	EXCAVACION EN ROCA - CAMINOS	m3	28.24	1,535.00	649.33		-	649.33	18,337.08	42.30%
27	RELLENO COMUN ESTRUCTURAL - CAMINOS	m3	17.68	3,929.00	-		-	-	-	
28	CARPETA DE RODADURA - CAMINOS	m3	65.80	5,236.00	-		-	-	-	
29	TUBERIA DE ACERO CORRUGADO PARA ALCANTARILLA Ø 1,5 METROS ONDA 150 ESP:2.5 MM	m	1,566.57	25.00	-		-	-	-	
30	ARMADURA PARA MUROS ALETAS	ton	5,390.37	5.00	-		-	-	-	
31	HORMIGON PARA MURO DE ENTRADA, SALIDA Y DADO DE PROTECCION	m3	122.20	75.00	-		-	-	-	
32	RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO TAM MAX 2"	m3	44.20	228.00	-		-	-	-	
33	MAMPOSTERIA DE PIEDRA (HORMIGON CICLOPEO)	m3	251.67	26.00	-		-	-	-	
34	BADENES DE HORMIGON CICLOPEO	m3	232.27	132.00	-		-	-	-	
35	SUMINISTRO Y COLOCACION DE DEFENSA CAMINERA	m	268.48	260.00	-		-	-	-	
<b>DESUDIO DEL RIO</b>							34,354.33		1,322,606.27	
38	EXCAVACION EN ROCA DE DESVIO TEMPORAL	m3	28.24	148.00	148.00		-	148.00	4,179.52	100.00%
39	CONSTRUCCION DE ATAGUIA	m3	26.06	512.00	512.00		-	512.00	13,342.72	100.00%
40	EXCAVACION COMUN EN ROCA PARA TUBERIA DE DESVIO	m3	28.24	2,640.00	2,640.00		-	2,640.00	74,553.60	100.00%
41	EXCAVACION ZANJA EN ROCA PARA TUBERIA DE DESVIO	m3	31.26	3,805.00	1,870.50		-	1,870.50	58,471.83	49.16%
42	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PERNOS DE ANCLAJE EN PARED DE EXCAVACION	und	1,353.00	207.00	-		-	-	-	
43	SUMINISTRO Y COLOCACION DE MALLA ELECTRO SOLDADA (Ø.10MxØ.10m DIAMETRO 5 mm)	m2	78.38	829.00	-		-	-	-	
44	SUMINISTRO Y COLOCACION DE SHOTCRETE (ESPESOR 0.10m)	m2	61.83	829.00	-		-	-	-	
45	ARMADURA CASING DE HORMIGÓN	ton	5,390.37	88.00	88.00		-	88.00	474,352.56	100.00%
46	INSTALACION DE TUBERIA DE ACERO CORRUGADO DE 1.5m DE DIAMETRO ONDA 150 ESP:2.5 MM	m	1,566.57	321.00	299.70	5.67	8,882.45	305.37	478,383.48	95.13%
47	CONSTRUCCION CASING DE HORMIGÓN PARA TUBERIA DE ACERO CORRUGADO	m3	129.32	1,499.00	1,499.00		-	1,499.00	193,850.68	100.00%
48	RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO	m3	44.20	788.00	-		-	-	-	
49	ARMADURA ESTRUCTURA DE ENTRADA	ton	5,390.37	2.00	-	2.00	10,780.74	2.00	10,780.74	100.00%
50	HORMIGÓN ESTRUCTURA DE ENTRADA	m3	122.20	16.00	-	16.00	1,955.20	16.00	1,955.20	100.00%
51	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PERNOS DE ANCLAJE EN ESTRUCTURA DE ENTRADA	m	362.74	12.00	-		-	-	-	
52	RELLENO DE ATAGUÍA ENTRADA	m3	17.39	306.00	-		-	-	-	
53	ARMADURA ESTRUCTURA DE SALIDA	ton	5,390.37	2.00	-	2.00	10,780.74	2.00	10,780.74	100.00%
54	HORMIGÓN ESTRUCTURA DE SALIDA	m3	122.20	16.00	-	16.00	1,955.20	16.00	1,955.20	100.00%
55	RELLENO DE ATAGUÍA DE SALIDA	m3	26.06	684.00	-		-	-	-	
56	COLOCACION DE ENROCADO	m3	200.97	81.00	-		-	-	-	
58	RELLENO DE ATAGUÍA PARA CIERRE DE DESVÍO	m3	26.06	400.00	-		-	-	-	
59	TAPÓN PARA CIERRE DE TUBERÍA DESVÍO	m3	122.20	35.00	-		-	-	-	
<b>INSTRUMENTACIÓN GEOTÉCNICA</b>							-		91,307.45	
61	PERFORACION PARA INSTALACION DE PIEZOMETRO DE HILO VIBRÁTIL	m	566.75	40.00	23.50		-	23.50	13,318.63	58.75%
62	INSTALACION DE PIEZOMETROS HILO VIBRÁTIL	und	7,445.26	7.00	2.00		-	2.00	14,890.52	28.57%
63	EXCAVACION DE ZANJA EN MORRENA COMPACTADA	m3	108.84	11.00	-		-	-	-	
64	RELLENO ZANJA CON MORRENA COMPACTADA	m3	137.80	10.00	-		-	-	-	
65	PERFORACION E INSTALACION DE PIEZOMETROS CASAGRANDE DE 15 MTS	und	12,619.66	6.00	5.00		-	5.00	63,098.30	83.33%
<b>CONSTRUCCION PRESA</b>							151,729.01		1,076,188.91	
<b>EXCAVACION</b>							151,729.01		768,846.12	
69	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN PRESA	m3	8.85	135,119.00	58,756.87	13,419.34	118,761.16	72,176.21	638,759.46	53.42%
70	EXCAVACION EN ROCA PARA PLINTO	m3	26.77	3,450.00	3,450.00		-	3,450.00	92,356.50	100.00%
71	EXCAVACION EN ROCA - PRESA	m3	25.02	1,508.00	190.34	1,317.66	32,967.85	1,508.00	37,730.16	100.00%
<b>CONSTRUCCION DE PLINTO</b>							-		307,342.79	
<b>LOSAS DE PLINTO</b>							-		217,612.98	
75	COLOCACION DE ANCLAJES	und	273.79	906.00	304.00		-	304.00	83,232.16	33.55%
76	ARMADURA PLINTO	ton	5,390.37	68.00	21.86		-	21.86	117,833.49	32.15%
77	HORMIGÓN PLINTO	m3	120.96	818.00	136.80		-	136.80	16,547.33	16.72%



Item	Descripción	Unidad	Precio Unitario	Metrado Contractual	Acumulado Anterior	23-mar	Costo Parcial Semanal (S/.)	Cantidad Avanzada Acumulada	Costo Acumulado Total (S/.)	% Acumulado
<b>PERFORACIONES E INYECCIONES</b>										
79	PERFORACION PARA IMPERMEABILIZACIÓN	m	360.05	1,960.00	-	-	-	-	89,729.82	-
80	INYECCIONES DE IMPERMEABILIZACIÓN (KG DE CEMENTO INYECTADO)	kg	6.54	58,800.00	-	-	-	-	-	-
81	PERFORACION PARA CONSOLIDACIÓN	m	310.36	1,700.00	117.95	-	-	117.95	36,606.96	6.94%
82	INYECCIONES DE CONSOLIDACIÓN (KG DE CEMENTO INYECTADO)	kg	6.54	51,000.00	1,725.97	-	-	1,725.97	11,287.84	3.38%
83	PERFORACION PARA ENSAYO DE AGUA A PRESIÓN	m	527.31	270.00	75.00	-	-	75.00	39,548.25	27.78%
84	ENSAYO DE AGUA A PRESIÓN	h	571.69	108.00	4.00	-	-	4.00	2,286.76	3.70%
85	PERFORACION PARA EN CAMISADO	m	527.31	63.00	-	-	-	-	-	-
86	ENSAYO RÁPIDO DE AGUA A PRESIÓN	h	571.69	85.00	-	-	-	-	-	-
<b>CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE</b>										
89	RELLEN O CON MATERIAL 3A DREN	m3	45.07	3,118.00	-	-	-	-	-	-
90	RELLEN O CON MATERIAL 3A DREN (2ª ETAPA)	m3	45.07	21,437.00	-	-	-	-	-	-
<b>CONSTRUCCION DEL MURO</b>										
<b>COLOCACION DE MATERIAL (1ª FASE)</b>										
93	COLOCACION DE MATERIAL TIPO 3B	m3	14.22	65,452.00	-	-	-	-	-	-
94	COLOCACION DE MATERIAL TIPO 3A EN MURO VERTICAL	m3	47.88	13,493.00	-	-	-	-	-	-
95	COLOCACION DE GEOTEXTIL DE 400GR/M2, ENTRE EL TERRENO Y MATERIAL 3A	m2	7.95	7,730.00	-	-	-	-	-	-
96	COLOCACION DE MATERIAL TIPO 2B	m3	34.28	28,298.00	-	-	-	-	-	-
97	COLOCACION DE GEOTEXTIL DE 400GR/M2	m2	9.19	3,088.00	-	-	-	-	-	-
98	COLOCACION DE MATERIAL TIPO 1	m3	27.98	39,505.00	-	-	-	-	-	-
<b>COLOCACION DE MATERIAL (2ª FASE)</b>										
100	COLOCACION DE MATERIAL TIPO 3B (60% 2ª ETAPA)	m3	14.22	98,178.00	-	-	-	-	-	-
<b>SISTEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN</b>										
102	COLOCACION DE GEOMEMBRANA TIPO S3 (COLETAN CHE)	m2	87.66	6,152.00	-	-	-	-	-	-
103	COLOCACION DE GEOMEMBRANA TIPO S2 (COLETAN CHE)	m2	77.57	14,938.00	-	-	-	-	-	-
<b>OBRA DE TOMA DE PRESA</b>										
<b>EXCAVACION Y RELLENOS</b>										
106	EXCAVACION COMÚN EN SUELO	m3	10.04	2,652.00	-	-	-	-	6,964.83	-
107	EXCAVACION COMÚN EN ROCA	m3	28.24	468.00	246.63	-	-	246.63	6,964.83	52.70%
108	EXCAVACION ZANJA EN SUELO PARA TUBERÍA	m3	12.84	750.00	-	-	-	-	-	-
109	EXCAVACION ZANJA EN ROCA PARA TUBERÍA	m3	31.26	143.00	-	-	-	-	-	-
110	RELLEN O CON MATERIAL SELECCIONADO (RELLEN O ESTRUCTURAL)	m3	45.39	417.00	-	-	-	-	-	-
<b>TUBERÍAS</b>										
112	ARMADURA CASING	ton	5,390.37	27.00	-	-	-	-	-	-
113	INSTALACION DE TUBERÍA DE 36"	m	1,731.50	176.00	-	-	-	-	-	-
114	HORMIGÓN CASING H25	m3	122.20	499.00	-	-	-	-	-	-
<b>CAMARA DE TOMA</b>										
116	EMPLANTILLADO H10	m3	72.03	3.00	-	-	-	-	-	-
117	ARMADURA	ton	5,390.37	9.00	-	-	-	-	-	-
118	HORMIGÓN H25	m3	122.20	41.00	-	-	-	-	-	-
<b>CAMARA DE VALVULAS</b>										
120	EMPLANTILLADO H10	m3	72.03	3.00	-	-	-	-	-	-
121	ARMADURA	ton	5,390.37	3.00	-	-	-	-	-	-
122	HORMIGÓN H25	m3	122.20	30.00	-	-	-	-	-	-
<b>CONSTRUCCION PRESA CHUSPIRI 2DA ETAPA</b>										
<b>CONSTRUCCION DEL MURO</b>										
126	COLOCACION DE MATERIAL TIPO 3B	m3	14.22	988,698.00	-	-	-	-	-	-
127	COLOCACION DE MATERIAL TIPO 3A EN MURO INCLINADO	m3	48.73	25,326.00	-	-	-	-	-	-
128	COLOCACION DE GEOTEXTIL DE 400GR/M2, ENTRE EL TERRENO Y MATERIAL 3A	m2	7.95	46,360.00	-	-	-	-	-	-
129	COLOCACION DE MATERIAL TIPO 2B	m3	34.28	49,090.00	-	-	-	-	-	-
130	COLOCACION DE MATERIAL TIPO 4	m3	17.59	53,376.00	-	-	-	-	-	-
131	COLOCACION DE MATERIAL TIPO 2C	m3	38.33	3,314.00	-	-	-	-	-	-
132	SUMINISTRO Y COLOCACION DE DEFENSA CAMINERA	m	268.48	1,390.00	-	-	-	-	-	-
<b>SISTEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN</b>										
135	COLOCACION DE GEOMEMBRANA TIPO S3 (COLETAN CHE)	m2	70.65	5,606.00	-	-	-	-	-	-
136	COLOCACION DE GEOMEMBRANA TIPO S2 (COLETAN CHE)	m2	60.61	26,885.00	-	-	-	-	-	-
<b>INSTRUMENTACIÓN GEOTÉCNICA</b>										
138	EXCAVACION DE ZANJA EN MORRENA COMPACTADA	m3	108.84	23.00	-	-	-	-	-	-
139	INSTALACION DE PIEZÓMETROS HILO VIBRÁTIL	und	7,445.26	7.00	-	-	-	-	-	-
140	RELLEN O ZANJA CON MORRENA COMPACTADA	m3	137.80	22.00	-	-	-	-	-	-
141	CONSTRUCCION DE MONOLITOS DE ASENTAMIENTO	und	402.77	8.00	-	-	-	-	-	-
<b>VERTEDERO DE EMERGENCIA</b>										
<b>CANAL VERTEDERO</b>										
144	EXCAVACION COMÚN EN ROCA	m3	28.24	43,778.00	2,782.05	1,389.88	39,250.21	4,171.93	117,815.30	9.53%
145	EXCAVACION ZANJA EN ROCA	m3	31.26	2,693.00	-	-	-	-	-	-
146	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PERNOS DE ANCLAJE EN PARED DE EXCAVACION	und	1,353.00	500.00	-	-	-	-	-	-
147	SUMINISTRO Y COLOCACION DE MALLA ELECTRO SOLDADA (0.10m x 0.10m DIAMETRO 5 mm)	m2	78.38	6,950.00	-	-	-	-	-	-
148	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PERNOS EN CANAL	und	1,353.00	200.00	-	-	-	-	-	-
149	SUMINISTRO Y COLOCACION DE SHOTCRETE (ESPESOR 0.10m)	m2	61.83	6,950.00	-	-	-	-	-	-
<b>ESTRUCTURA DE ENTRADA</b>										
151	EMPLANTILLADO H10	m3	72.03	1.00	-	-	-	-	-	-
152	ARMADURA	ton	5,390.37	4.00	-	-	-	-	-	-
153	HORMIGÓN H25	m3	122.20	28.00	-	-	-	-	-	-
<b>ESTRUCTURA DE DESCARGA</b>										
155	EXCAVACION EN ROCA DE PILETA	m3	28.24	224.00	-	-	-	-	-	-
156	EXCAVACION EN ZANJA EN ROCA - CANAL	m3	31.26	461.00	-	-	-	-	-	-
157	EMPLANTILLADO H10	m3	72.03	5.00	-	-	-	-	-	-
158	ARMADURA	ton	5,390.37	5.00	-	-	-	-	-	-
159	HORMIGÓN H25	m3	122.20	53.00	-	-	-	-	-	-
<b>CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE DRENAJE</b>										
161	EXCAVACION EN SUELO DEL CANAL DE CAPTACION DE AGUAS DE LLUVIA	m3	10.58	664.00	-	-	-	-	-	-
162	SUMINISTRO Y COLOCACION DE MALLA ELECTRO SOLDADA (0.10m x 0.10m DIAMETRO 5 mm)	m2	9,543.25	3.00	-	-	-	-	-	-
163	HORMIGÓN CANALETA	m3	113.84	112.00	-	-	-	-	-	-
<b>VERTEDEROS DE AFORO</b>										
165	EMPLANTILLADO H10	m3	72.03	4.00	-	-	-	-	-	-
166	ARMADURA VERTEDERO DE AFORO	ton	5,390.37	4.00	-	-	-	-	-	-
167	HORMIGÓN VERTEDERO DE AFORO	m3	122.20	29.00	-	-	-	-	-	-
168	RELLEN O CON MATERIAL SELECCIONADO (RELLEN O ESTRUCTURAL)	m3	45.39	51.00	-	-	-	-	-	-
169	MAMPOSTERIA DE PIEDRA (HORMIGON CICLOPEO)	m3	251.67	4.00	-	-	-	-	-	-
<b>MANTENIMIENTO DE CAMINOS</b>										
171	MANTENIMIENTO DE CAMINOS	Gl	-	1.00	-	-	-	-	-	-
<b>PARTIDAS NO CONTENIDAS</b>										
174	CUNETAS TRIANGULAR REVISTIDA EN BANQUETA DE 1.00 x 0.40 M. (INC. TUB. PERFORADA CADA 10M)	m	180.29	3,300.00	-	-	-	-	-	-

PPC = 70.0%

Tabla 20: Porcentaje de Plan Cumplido 'Presade Tierra Chuspiri' (Fuente: Proyecto Las Bambas)



### 6.3.2. Porcentaje de Plan Cumplido 'Presade Tierra Chuspi'

ITEM	ACTIVIDADES ESPECIFICAS	CANT. PRG.	UND.	F Inicio	F Fin	S	D	L	M	M	J	V	Comprom.	Alcanzado	Cumplimiento S/WO	CANTIDAD EJECUTADA	CODIGO
						31/10	1/11	2/11	3/11	4/11	5/11	6/11					
1.00.00	OBRAS PRELIMINARES			15/10/11	06/01/13												
1.01.01	Movilización de Equipos		0lb	28/11/12	06/01/13												
1.02.01	Desmovilización de Equipos		0lb	19/10/12	06/01/13												
1.03.01	Movilización e Instalación de Faenas		0lb	29/10/11	04/04/12												
1.04.03	Desmovilización de Faenas		0lb	29/10/11	16/01/12												
1.05.04	Mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial	0.017	0lb	09/11/11	06/01/13								100%	100%	SI	0.01	
2.00.00	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION																
2.01	Topografía y Georeferenciación	0.02	Km	29/10/11	06/01/13								100%	2500%	SI	0.50	
2.00.00	Q7 - SUB TRAMO 1: QUEHUIRE KM 0+000 - KM. 30+840 (30.84 kms)																
2.01.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS																
2.01.01	Retiro de Topsoil	0	m3	26/12/11	16/06/12								100%	100%	SI	0	
2.01.02	Excavación en roca con explosivos	3.200	m3	28/06/12	17/09/12								100%	109%	SI	3.477	
2.01.03	Excavación material común	3.400	m3	28/06/12	06/09/12								100%	102%	SI	3.481	
2.01.04	Conformación de terraplenes	1.700	m3	28/06/12	26/09/12								100%	111%	SI	1.883	
2.04.00	OBRAS DE ARTE DE DRENAJE																
2.04.01	Excavación no clasificada para estructuras	242.6	m3	08/14/2012	19/10/12								100%	190%	SI	435	
2.04.02	Relleno para estructuras con material de préstamo	259.4	m3	15/04/12	26/10/12								100%	148%	SI	385	
2.04.03	Relleno para estructuras con material propio		m5	26/12/11	17/09/12												
2.04.04	Carra de asiento con material de afirmado	17.9	m3	10/04/12	22/10/12								100%	1557%	SI	278	
2.04.08	Suministro e instalación tubería corrugada de acero galvanizado circular, D=0.90 m	70.0	ml	31/05/12	12/12/12								100%	96%	NO	60	
3.00.00	Q7 - SUB TRAMO 2: KM. 30+840 - KM 44+915 HUANCURE (13.475 kms)																
3.01.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS																
3.01.01	Retiro de Topsoil	60	m3	06/02/12	21/04/12								100%	108%	SI	65	
3.01.02	Excavación en roca con explosivos	8.400	m3	27/02/12	12/09/12								100%	0%	NO	0	
3.01.03	Excavación material común	17.800	m3	13/02/12	12/08/12								100%	76%	NO	13,318	
3.01.04	Conformación de terraplenes	3.500	m3	16/04/12	18/09/12								100%	45%	NO	1,563	
4.00.00	Q8/Q9 - SUB TRAMO 3: DESVIO KM. 30+840 (0+000) - KM 11+876 PLANTA CONCENTRADORA (11.376 kms)																
4.01.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS																
4.01.01	Retiro de Topsoil	0	m3	21/11/11	02/09/12								100%	100%	SI	0	
4.01.02	Excavación en roca con explosivos	0	m3	05/07/12	09/08/12								100%	100%	SI	9,338	
4.01.03	Excavación material común	8.800	m3	28/07/12	02/10/12								100%	100%	SI	4,160	
4.01.04	Conformación de terraplenes	3.800	m3	09/07/12	27/10/12								100%	0%	NO	0	
4.04.00	OBRAS DE ARTE DE DRENAJE																
4.04.01	Excavación no clasificada para estructuras	68	m3	09/14/2012	15/09/12								100%	344%	SI	235	
4.04.02	Relleno para estructuras con material de préstamo	74	m3	14/14/2012	20/09/12								100%	179%	SI	132	
4.04.03	Relleno para estructuras con material propio	0	m3														
4.04.04	Carra de asiento con material de afirmado	10	m3	10/04/12	18/09/12								100%	167%	SI	17	
4.04.05	Concreto clase H (f'c=100 kg/cm2)																
4.04.06	Concreto clase D (f'c=210 kg/cm2)																
4.04.07	Suministro e instalación tubería corrugada de acero galvanizado circular, D=0.60 m																
4.04.08	Suministro e instalación tubería corrugada de acero galvanizado circular, D=0.90 m	20	m	11/04/12	17/09/12								100%	235%	SI	47	

N° de Actividades Planificadas	22
N° de Actividades Completadas	17
PAC de la Semana	77%

CUMPLIMIENTO SEMANAL DE LO PROGRAMADO  
77%

Tabla 21: Porcentaje de Plan Cumplido 'Caminos de Carga Pesada - Paquete 4' (Fuente: Proyecto Las Bambas)



#### 6.4. Factor de Rendimiento (Performance Factor)

El factor de rendimiento o PF de un proyecto es un índice que expresa la eficiencia real de un proyecto comparando el Valor Ganado (valor presupuestado para realizar el trabajo) versus el Valor Real. Si el Valor ganado es igual al Valor real, diríamos que el rendimiento ha sido el previsto, así el PF sería igual a 1. Si el valor ganado fuese menor al valor real, querría decir que el trabajo realizado tiene un rendimiento peor al previsto y si el valor ganado fuese mayor al valor real querría decir que el trabajo tiene un rendimiento mejor al previsto.

##### **CPI - Cost Performance Index**

Es un índice que expresa la "eficiencia" en los costos reales del proyecto, comparando el Valor Ganado (costo presupuestado para el trabajo realizado), versus el Costo Real. Si el Valor Ganado es igual al Costo Real, diríamos que el trabajo ha costado lo previsto, y el CPI sería igual a 1. Si el Valor Ganado fuese menor al Costo Real, querría decir que el trabajo realizado (Valor Ganado) ha costado más que lo previsto, en cuyo caso el CPI sería menor a 1.

- Un CPI menor a 1 indica un desempeño peor al previsto.
- UnCPI mayor a 1 indica un desempeño mejor al previsto.

El Índice de Desempeño de Costos (CPI) mide la eficiencia del uso de recursos o eficiencia de costos para un proyecto. Un CPI mayor a 1 indica que el valor del trabajo cumplido es mayor que la cantidad de recursos usados en el proyecto. UN CPI menor a 1 indica que el valor del trabajo completado es menor al de los recursos gastados.



### **SPI - Schedule Performance Index.**

Es un índice que compara el Valor Ganado, es decir lo avanzado, contra el Valor Planeado lo que se tenía pensado avanzar a un momento dado.

- Si el SPI es igual a 1, quiere decir que el entregable se está avanzando al ritmo previsto durante el presupuesto.
- Si el SPI es mayor a 1, quiere decir que el entregable se está avanzando a un ritmo mayor al previsto en el presupuesto.
- Si el SPI es menor a 1, quiere decir que se está avanzando a un ritmo peor que el previsto.

El Índice de Desempeño del Cronograma (SPI) mide la eficiencia del trabajo y el progreso de un proyecto, comparando el trabajo real realizado con el trabajo planeado del proyecto. Si el SPI es mayor o igual a 1, el proyecto está exactamente ajustado al cronograma. Un SPI mayor a 1 indica que el proyecto marcha antes de lo previsto, mientras que un SPI menor a 1 indica que el proyecto está retrasado.



### 64.1. Factor de Rendimiento 'Presade Tierra Chuspiri'

FECHA DE INICIO	FECHA DE FIN	Semanas	HH prog. parcial	HH prog. acum.	Dotación contratada parcial prog.	HH real parcial	HH real acum.	Dotación contratada parcial real
09/09/12 al 15/09/12		Semana 1	1,593.25	1,593.25	23			-
16/09/12 al 22/09/12		Semana 2	3,281.40	4,874.65	47			-
23/09/12 al 29/09/12		Semana 3	4,508.79	9,383.44	65			-
30/09/12 al 06/10/12		Semana 4	5,183.41	14,566.85	75	92.00	92.00	2
07/10/12 al 13/10/12		Semana 5	4,790.59	19,357.43	69	241.50	333.50	4
14/10/12 al 20/10/12		Semana 6	3,731.54	23,088.97	54	3,415.50	3,749.00	49
21/10/12 al 27/10/12		Semana 7	4,220.14	27,309.12	61	7,567.00	11,316.00	109
28/10/12 al 03/11/12		Semana 8	2,291.73	29,600.85	33	4,048.00	15,364.00	58
04/11/12 al 10/11/12		Semana 9	635.17	30,236.02	10	4,554.00	19,918.00	66
11/11/12 al 17/11/12		Semana 10	6,679.70	36,915.72	96	5,339.50	25,257.50	77
18/11/12 al 24/11/12		Semana 11	7,650.66	44,566.38	110	6,785.00	32,042.50	97
25/11/12 al 01/12/12		Semana 12	3,534.94	48,101.32	51	7,716.50	39,759.00	111
02/12/12 al 08/12/12		Semana 13	7,153.39	55,254.71	103	6,865.50	46,624.50	99
09/12/12 al 15/12/12		Semana 14	7,075.43	62,330.14	102	9,767.50	56,392.00	140
16/12/12 al 22/12/12		Semana 15	11,204.69	73,534.83	161	9,381.50	65,773.50	135
23/12/12 al 29/12/12		Semana 16	15,749.86	89,284.69	225	8,760.50	74,534.00	126
30/12/12 al 05/01/13		Semana 17	11,986.37	101,271.06	172	7,691.00	82,225.00	110
06/01/13 al 12/01/13		Semana 18	10,290.33	111,561.40	148	10,017.00	92,242.00	144
13/01/13 al 19/01/13		Semana 19	10,062.58	121,623.98	144	9,513.00	101,755.00	136
20/01/13 al 26/01/13		Semana 20	13,023.85	134,647.83	187	8,958.50	110,713.50	128
27/01/13 al 02/02/13		Semana 21	9,090.96	143,738.78	130	9,154.00	119,867.50	131
03/02/13 al 09/02/13		Semana 22	7,202.57	150,941.35	103	9,826.50	129,694.00	141
10/02/13 al 16/02/13		Semana 23	6,825.46	157,766.82	98	13,187.50	142,881.50	189
17/02/13 al 23/02/13		Semana 24	5,610.60	163,377.42	81	11,822.00	154,703.50	169
24/02/13 al 02/03/13		Semana 25	4,419.17	167,796.59	64	12,995.00	167,698.50	186
03/03/13 al 09/03/13		Semana 26	1,530.17	169,326.76	22			-
10/03/13 al 16/03/13		Semana 27	724.29	170,051.05	11			-
17/03/13 al 23/03/13		Semana 28	302.79	170,353.84	5			-
24/03/13 al 30/03/13		Semana 29	302.79	170,656.64	5			-
31/03/13 al 06/04/13		Semana 30	302.79	170,959.43	5			-
07/03/13 al 13/04/13		Semana 31	302.79	171,262.22	5			-
14/04/13 al 20/04/13		Semana 32	287.80	171,550.02	5			-
21/04/13 al 27/04/13		Semana 33	281.80	171,831.82	5			-
28/04/13 al 04/05/13		Semana 34	281.80	172,113.62	5			-
05/04/13 al 11/05/13		Semana 35	272.60	172,386.22	4			-
12/05/13 al 18/05/13		Semana 36	188.47	172,574.69	3			-
19/05/13 al 25/05/13		Semana 37	188.47	172,763.16	3			-
26/05/13 al 01/06/13		Semana 38	186.10	172,949.26	3			-
02/06/13 al 08/06/13		Semana 39	1,586.06	174,535.32	23			-
09/06/13 al 15/06/13		Semana 40	2,108.48	176,643.80	31			-
16/06/13 al 22/06/13		Semana 41	5,816.86	182,460.66	84			-
23/06/13 al 29/06/13		Semana 42	6,662.20	189,122.85	96			-
30/06/13 al 06/07/13		Semana 43	6,721.97	195,844.83	97			-
07/07/13 al 13/07/13		Semana 44	6,721.97	202,566.80	97			-
14/07/13 al 20/07/13		Semana 45	8,255.94	210,822.74	118			-
21/07/13 al 27/07/13		Semana 46	9,314.56	220,137.30	134			-
28/07/13 al 03/08/13		Semana 47	9,300.81	229,438.10	133			-
04/08/13 al 10/08/13		Semana 48	9,300.81	238,738.91	133			-
11/08/13 al 17/08/13		Semana 49	9,293.10	248,032.01	133			-
18/08/13 al 24/08/13		Semana 50	9,282.83	257,314.84	133			-
25/08/13 al 31/08/13		Semana 51	9,279.90	266,594.74	133			-
01/09/13 al 07/09/13		Semana 52	8,359.75	274,954.48	120			-
08/09/13 al 14/09/13		Semana 53	7,918.79	282,873.28	114			-
15/09/13 al 21/09/13		Semana 54	7,538.54	290,411.81	108			-
22/09/13 al 28/09/13		Semana 55	7,942.35	298,354.16	114			-
29/09/13 al 05/10/13		Semana 56	8,344.25	306,698.41	120			-
06/10/13 al 12/10/13		Semana 57	8,344.58	315,043.00	120			-
13/10/13 al 19/10/13		Semana 58	10,080.62	325,123.62	145			-
20/10/13 al 26/10/13		Semana 59	14,548.95	339,672.57	208			-
27/10/13 al 02/11/13		Semana 60	15,244.81	354,917.38	218			-
03/11/13 al 09/11/13		Semana 61	11,633.55	366,550.93	167			-
10/11/13 al 16/11/13		Semana 62	6,219.17	372,770.10	89			-
17/11/13 al 23/11/13		Semana 63	7,096.79	379,866.89	102			-
24/11/13 al 30/11/13		Semana 64	7,451.61	387,318.49	107			-
01/12/13 al 07/12/13		Semana 65	6,959.62	394,278.12	100			-
08/12/13 al 14/12/13		Semana 66	6,582.34	400,860.46	95			-
15/12/13 al 21/12/13		Semana 67	6,861.31	407,721.77	99			-
22/12/13 al 28/12/13		Semana 68	6,653.70	414,375.47	96			-
29/12/13 al 04/01/14		Semana 69	5,838.52	420,213.99	84			-
05/01/14 al 11/01/14		Semana 70	3,881.16	424,095.15	56			-
12/01/14 al 18/01/14		Semana 71	2,645.10	426,740.25	38			-
19/01/14 al 25/01/14		Semana 72	4,293.03	431,033.28	62			-
26/01/14 al 01/02/14		Semana 73	5,155.43	436,188.71	74			-
02/02/14 al 08/02/14		Semana 74	6,423.90	442,612.61	92			-
09/02/14 al 15/02/14		Semana 75	6,597.46	449,210.08	95			-
16/02/14 al 22/02/14		Semana 76	7,561.80	456,771.87	109			-
23/02/14 al 01/03/14		Semana 77	7,318.38	464,090.25	105			-
02/03/14 al 08/03/14		Semana 78	9,105.45	473,195.70	131			-
09/03/14 al 15/03/14		Semana 79	15,393.48	488,589.18	220			-
16/03/14 al 22/03/14		Semana 80	4,536.93	493,126.10	65			-
<b>Total</b>			<b>493,126.10</b>			<b>167,698.50</b>		



6.4.2. Factor de Rendimiento “Camino de Carga Pesada – Paquete 4”



FACTOR DE DESEMPEÑO (HH Ganadas / HH Gastadas), PF:	0.43	>1: Buen Desempeño / <1: Deficiente Desempeño / =1: Desempeño Planificado
(% Real / % Programado) SPI:	0.31	

Tabla 23: Factor de Rendimiento "Camino de Carga Pesada-Paquete 4"  
(Fuente: Proyecto Las Bambas)



## CONCLUSIONES

1. La filosofía *Lean construction* nos presenta una metodología eficaz para mejorar la planificación y programación de un proyecto haciendo que la gestión y administración de este sea más confiable, cambiando la manera con que se construye, haciendo de esta sea más dinámica ya que se optimiza en todo sentido los métodos tradicionales usados para realizar un proyecto, como indicador tenemos que el uso de esta filosofía reduce en un 30% los desperdicios generados en obra.
2. Al aplicar las herramientas planteadas por la filosofía Lean Construction a ambos proyectos presentados se pudo observar que se mejoró la productividad en las principales partidas de la obra, sin embargo no se obtuvo los resultados esperados debido a la variabilidad que se presentó en el proyecto, restricciones impredecibles como tormentas eléctricas y paros de comunidades vecinas y eso se pudo ver reflejado semana a semana con los resultados del PPC que para la Presa Chuspí fue de 70% mientras que para el Camino de Carga Pesada fue de 77%.
3. Se realizaron comparaciones en donde se verifican los resultados obtenidos tanto en rendimiento, productividad, costos, etc aplicando las herramientas Lean Construction vs resultados del mercado en obras donde se usó el



modelo tradicional de construcción, observando una diferencia al lograr mejores resultados en general, sin embargo no se lograron los resultados esperados debido a los problemas que se presentaron a lo largo del proyecto , esto se ve reflejado en los porcentajes de trabajo productivo , contributivo y no contributivo que para ambas obras el trabajo productivo se incrementó en 10% en promedio versus obras referenciales donde no se aplicó el sistema Lean pero el porcentaje fue menor de lo planificado.

4. Debido a que ambos proyectos se desarrollan en un lugar alejado de las principales ciudades se hace difícil la labor de gestión de recursos humanos al reclutar personal, al igual que el pedido de maquinaria y materiales por lo que al aplicar las herramientas de la filosofía Lean se lograron optimizar los tiempos de pedido y espera ya que se podía identificar mediante el lookahead, análisis de restricciones y uso de buffers en obra los requerimientos que demandan las principales actividades en obra a fin de que estén no paren y no afecten la entrega a tiempo del proyecto. Se presentaron tiempos largos de espera debido a cambios de ingeniería.
  
5. En general la aplicación de las herramientas Lean Construction en un proyecto de gran envergadura como los que fueron presentados en el presente informe tiene excelentes resultados tanto en la productividad como en el cumplimiento de los plazos establecidos y en el cuidado del presupuesto que se tiene proyectado, los cuales se muestran a lo largo del desarrollo del



proyecto y que son plasmados semana a semana en los informes de avance. Para ser efectivos los resultados estos deben ser usados constantemente a lo largo de todo el proyecto. Como indicadores de rendimiento del proyecto tenemos que para la Presa Chuspiri se obtuvo un PF de 1.00 y para el Camino de Carga Pesada un PF de 0.43, este último bajo debido a las diversas paralizaciones de comunidades (ubicación del proyecto) y tormentas eléctricas constantes en época de lluvias que hicieron que el avance diario sea mínimo.

6. Como conclusión final se puede decir que con la aplicación de la filosofía Lean Construction en los proyectos “Presa de Tierra Chuspiri” y “Camino de Carga Pesada – Paquete 4” se han logrado mejorar los resultados versus usar la metodología tradicional de trabajo sin embargo no se lograron obtener resultados esperados en productividad, plazos y costos lo que hizo que la entrega de ambos proyectos se vea afectada en forma negativa por lo que se tuvieron ampliaciones de plazo y costos.



## RECOMENDACIONES

1. Existen varias herramientas Lean Construction adicionales las cuales al ser aplicadas mejorarían el proceso de construcción a lo largo de toda la duración del proyecto, por lo que es recomendable que para proyectos de gran envergadura como estos y en donde el plazo y costo de los mismos son los factores más importantes se usen estas herramientas las cuales previo análisis puedan ser afines al proyecto a ejecutar.
2. Se recomienda poner en conocimiento a todo el personal involucrado en la ejecución y sobre todo en la gestión de la obra respecto al concepto y uso de las herramientas Lean Construction ya que en la mayoría de casos estas solo son usadas y entendidas por los gerentes y jefes en obra, y los demás empleados no tienen el conocimiento completo de estas haciendo que la obra no necesariamente apunto a un mismo objetivo efectivamente.
3. Para proyectos como los presentados donde por su ubicación es difícil llegar a el, tanto el departamento de RRHH, gestión de materiales y de equipos deben tener pleno conocimiento del cronograma de obra, *lookahead* y análisis de restricciones hecho ya que la anticipación con la que se deben tener los recursos en obra es de más tiempo y requieren que estos departamentos estén alineados junto con el de construcción.
4. A fin de optimizar el proceso de implementación de la filosofía Lean se debe dar mayor interés en recopilar datos y experiencias de anteriores proyectos ejecutados por la misma u otras empresas ya que ayudara a no cometer fallas durante este proceso y dará mejores resultados en la ejecución de obra.



## BIBLIOGRAFÍA

- **KOSKELA, LAURI.** “An exploration towards a production theory and its application to construction”. Tesis doctoral. Technical Research Centre of Finland, Espoo. 2000.
- **KOSKELA, LAURI.** “Aplication of the new production philosophy to construction”. Technical report #72 Stanford: Stanford University. 1992.
- **T.P. Wright** “Learning curves”. 1936.
- **HERMAN GLENN, Ballard.** “*Lean Project Delivery System*”.Lean construction institute, California. 2000.
- **HERMAN GLENN, Ballard.** “*The last planner system of production control*”. [Tesis doctoral]. Birmingham: Universidad de Birmingham, Facultad de Ingeniería. 2000.
- **HERMAN GLENN, Ballard.** “*The last planner*”. Nothern California Construction Institute. Monterey, CA. 1994
- **ALARCON CARDENAS, LUIS FERNANDO.**“*Planificación y Control de Producción para la Construcción, Guía para la Implementación*”. Primera edición. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile. 2003.
- **ALARCON CARDENAS, LUIS FERNANDO.** “*Identificación y Reducción de Pérdidas en la Construcción. Herramientas y Pérdidas*”. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile. 2000.
- **GHIO CASTILLO, Virgilio.** “*Guía para la innovación tecnológica en la construcción*”. S Santiago de Chile: Editorial Pontificia Universidad



Católica de Chile. 1997.

- **GHIO CASTILLO, Virgilio.** *“Productividad en obras de construcción; Diagnostico, critica y propuesta”*. Lima: Fondo editorial PUCP. 2001.
- **BOTERO BOTERO, LUIS FERNANDO.** *“Construcción sin pérdidas, análisis de procesos y filosofía lean construction”*. Segunda edición, Colombia: Editorial Legis. 2006.
- **BOTERO BOTERO, LUIS FERNANDO.** *“Construcción sin pérdidas, análisis de procesos y filosofía lean construction”*. Colombia: Editorial Legis. 2004.
- **ALARCON CARDENAS, LUIS FERNANDO.** *“Herramientas para identificar y reducir pérdidas en proyectos de construcción”*. Revista Ingeniería de construcción.
- **ORIHUELA, PABLO Y ESTEBES, DELFÍN.** *“Aplicación del método de la línea de balance a la planificación maestra”*. 5to encuentro latino americano de gestión y economía de la construcción (ELAGEC). Cancún, México. 2013.
- **ORIHUELA, PABLO y ULLOA, KAREM.** *“La planificación de las obras y el sistema last planner”*. Boletín N° 12, Corporación aceros Arequipa, julio. 2011.
- **ORIHUELA, PABLO.** *“Aplicación de la teoría de restricciones a un proceso constructivo”*. Boletín N° 1, Corporación Aceros Arequipa. 2008.
- **CASTILLO, INÉS.** *“Inventario de herramientas del sistema de entrega*



de proyectos Lean (LPDS)". [Tesis]. Pontificia universidad católica del Perú, Lima, Perú. 2014.

- **MORILLO, TANIA Y LOZANO, MIGUEL.** “Estudio de la productividad en una obra de edificación”. [Tesis]. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. 2007.
- **BRIOSO, XAVIER,** “Material de la Diplomatura de Gestión del Proyectos de Construcción”, Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014.
- **ALARCON CARDENAS, LUIS FERNANDO.** “Guía para la implementación del sistema del último planificador”. Santiago: GEPUC, Pontificia Universidad Católica de Chile.2008.
- **HNO, Taichi.** “*Toyota production system*”.Japon. 1988.
- **GOLDRATT, ELIYAHU y COX, JEFF.** “The goal”. Great Barrington, MA. North River Press. USA. 1984.
- **ALARCON, LUIS F. Y GONZALES, VICENTE.** “Buffers de programación: una estrategia complementaria para reducir la variabilidad en los procesos de construcción”. Revista ingeniería de construcción, Vol 18, N° 2. Pontificia universidad católica de Chile, Santiago de Chile. 2003.
- **BRADY, DENISE; TZORTOPOULOS, PATRICIA Y ROOKE, JOHN.** “An examination of the barriers to Last Planner implementation”. 19 conferencia anual del LCI. Lima. Perú. 2011.
- **ROJAS VERA, RAÚL:** “La construcción: Estudio e implementación de



una nueva filosofía de planificación de proyectos “Lean Construction”.

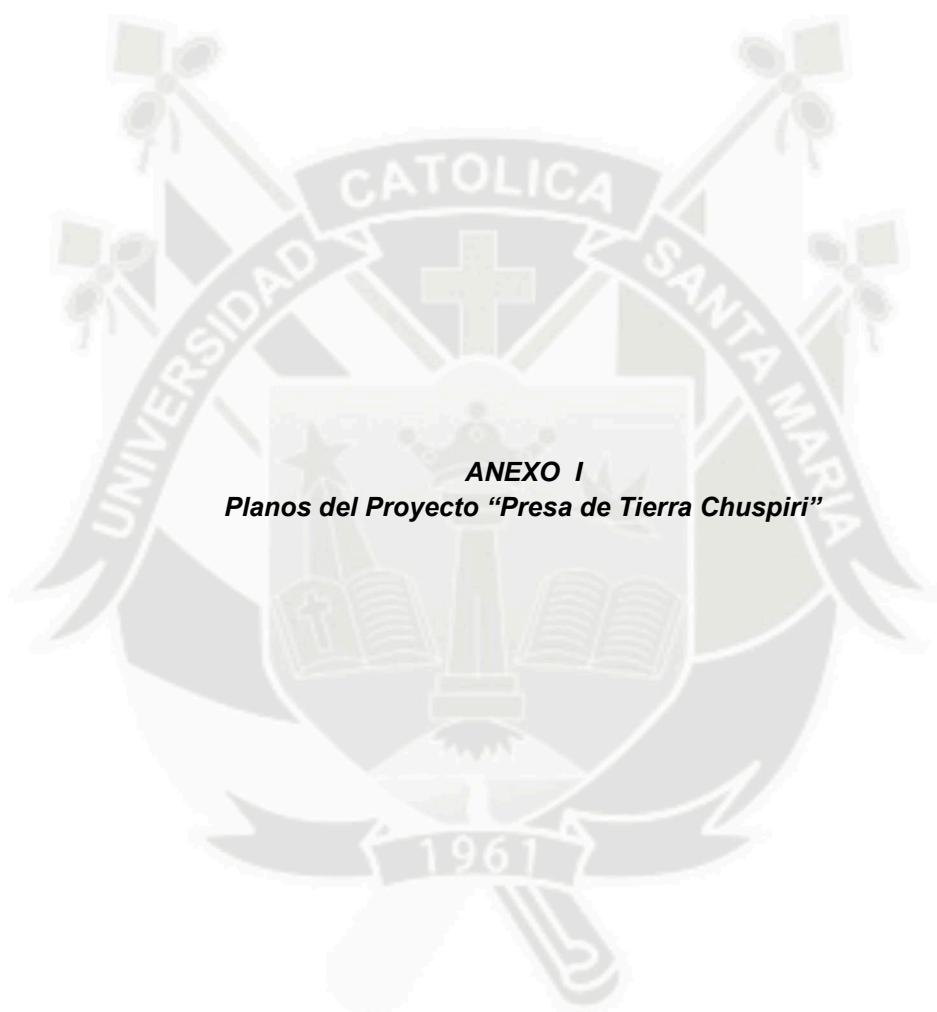
Chile. 2005.

- **WOMACK, JP; JONES, DANIEL:** "Lean Thinking".
- **BELOHLAVEK, PETER:** *OEE: Overall Equipment Effectiveness*.
- **BERNÁNDEZ, MARIANO L.:** *Desempeño humano*. Global Business Press.
- **KALPAKJIAN, SEROPE; STEVEN R. SCHMID; Y GABRIEL SÁNCHEZ-GARCÍA (TRAD.):** *Manufactura, ingeniería y tecnología*. Pearson Educación, 2002. 1152 págs.
- **MALDONADO VILLALVA, GUILLERMO:** *Herramientas y técnicas lean manufacturing en sistemas de producción y calidad*. México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Ingeniería Industrial.
- **PINEDA MANDUJANO, KARLA:** *Manufactura esbelta*. Gestiópolis.
- **STEPHENS, MATTHEW P.:** *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. Prentice Hill, tercera edición.
- **TORRES MONCAYO, JESÚS:** *Lean production: como llegar a ser lean sin mucho esfuerzo* (pág. 38-39). Toluca (México): ITESM, 2009.
- **PONS ACHELL, JUAN FELIPE:** *Introducción a Lean Construction*. 2014
- **PALACIO P., ALVARO:** *Herramientas de lean manufacturing. TPS (Toyota Production System)*, 2012



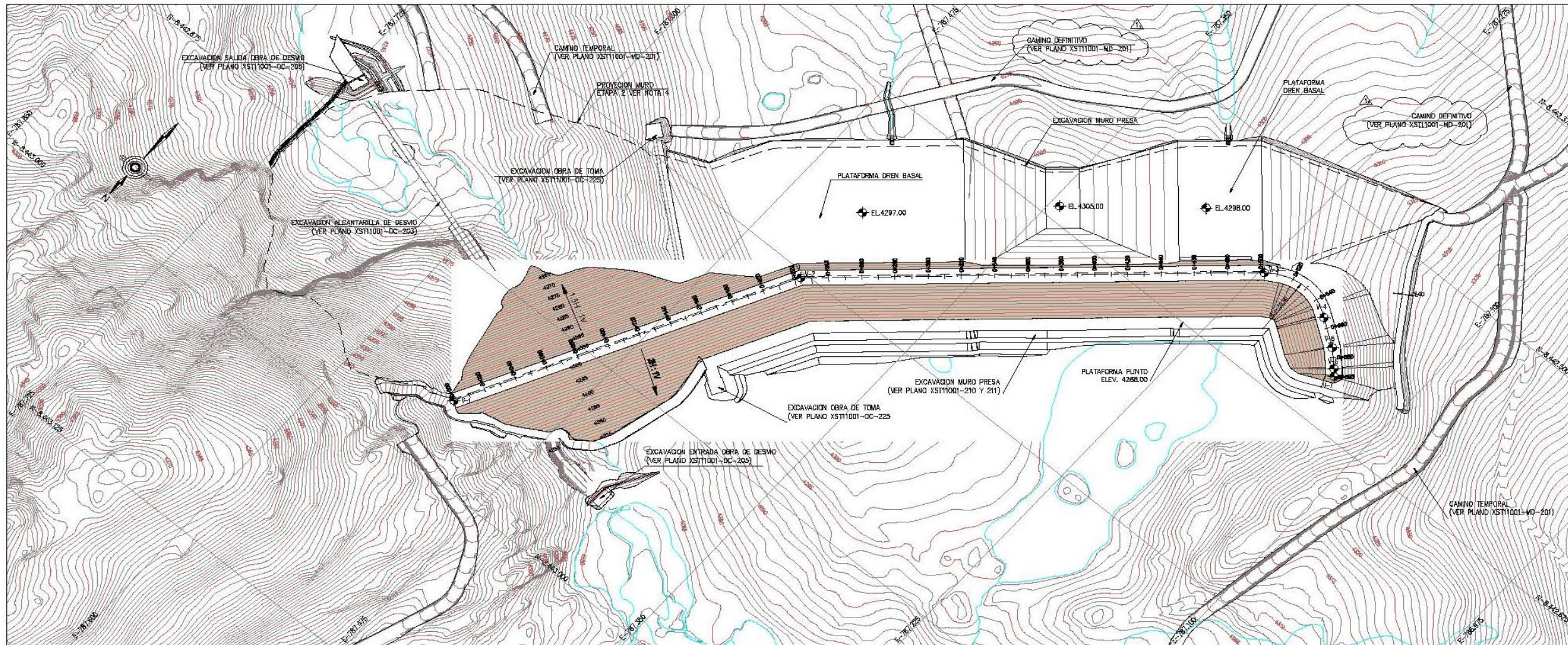
## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I Planos del Proyecto “Presa de Tierra Chuspiri” .....	147
ANEXO II Planos del Proyecto “Camino de Carga Pesada – Paquete 4” Tramo Truck Shop.....	153
ANEXO III Planos del Proyecto “Camino de Carga Pesada – Paquete 4” Tramo Nueva Fuerabamba .....	158

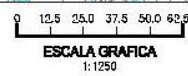


**ANEXO I**  
***Planos del Proyecto "Presa de Tierra Chuspiri"***





PLANTA GENERAL  
ESC. 1 : 1250



CUADRO DE VERTICES  
E.A. PRESA PRIMERA

N° PUNTOS	COORDENADAS	
	NORTE	ESTE
V1	8442952.69	787533.45
V2	8442753.82	787430.28
V3	8442587.83	787222.60
V4	8442588.92	787175.88
V5	8442578.67	787158.78
V6	8442588.52	787148.95
V7	8442592.61	787145.24

PLANOS DE REFERENCIA

NOTAS:

- 1.- TOPOGRAFIA SUMINISTRADA POR EL CUENTE XSTRATA
- 2.- SISTEMA COORDENADAS WGS 84
- 3.- DIMENSIONES Y ELEVACIONES EN METROS (m) S.I.C.
- 4.- EN EL ESTRIBO IZQUIERDO DE LA PRESA SOBRE EL CAUCE DE LA QUEBRADA CHUSPIRI SE REALIZARA EL ESCARPE PARA RETIRAR TODOS LOS MATERIALES ALUVIALES SUJITOS, BOFEDALES, SUELOS BLANDOS, ETC.

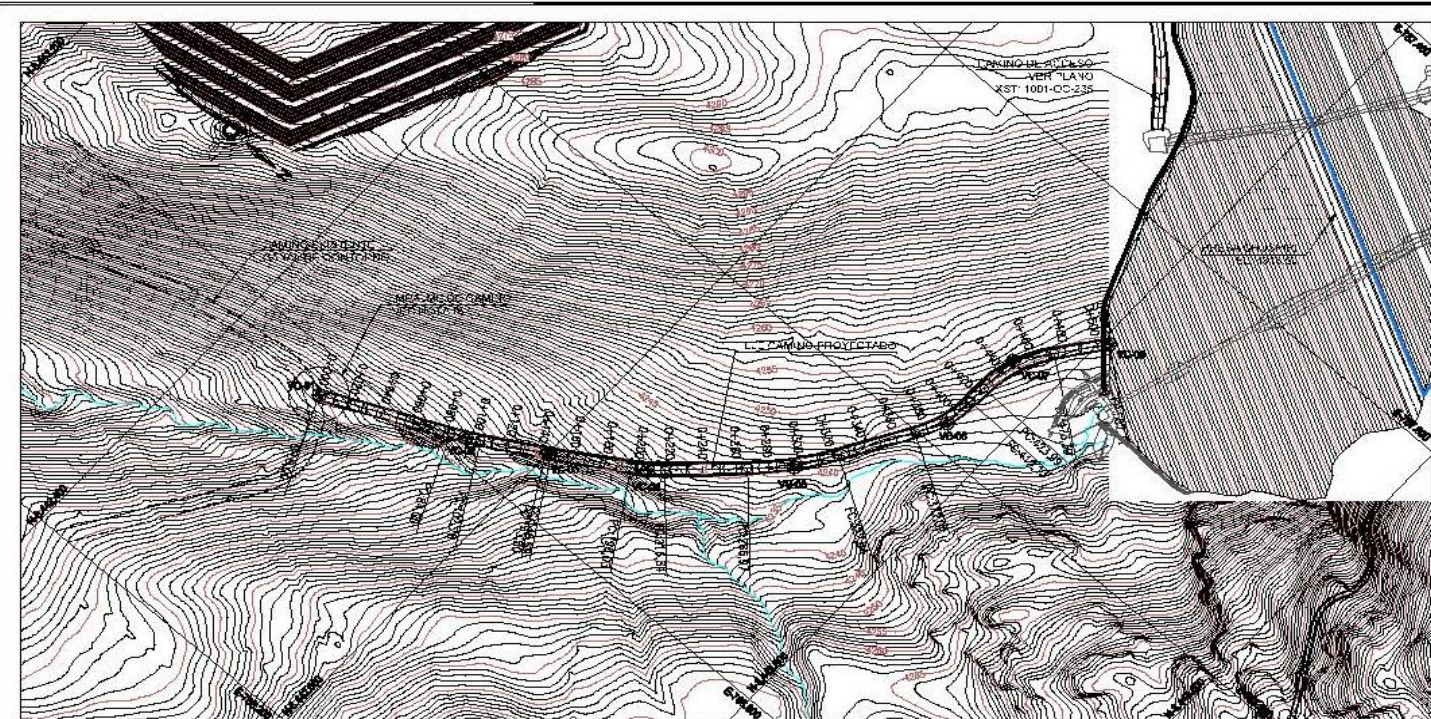
PRESAS DE AGUA CHUSPIRI - CHALHUAHUACHO  
INGENIERIA DE DETALLE PRESAS DE AGUA

LAMINA:  
AREA 2133 - PRESA CHUSPIRI  
PLANTA GENERAL PRESA  
PRIMERA ETAPA

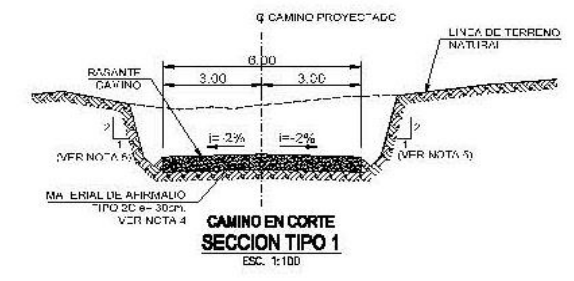
N° DE PLAN

LAMINA N°: 1 DE 1  
ESCALA: INDICADAS

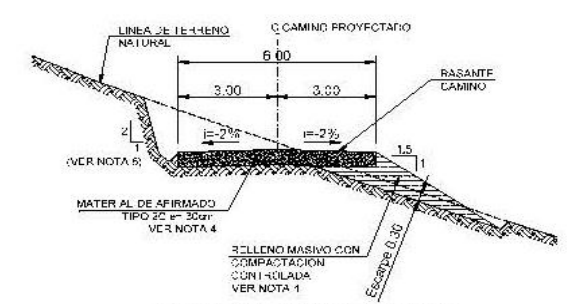




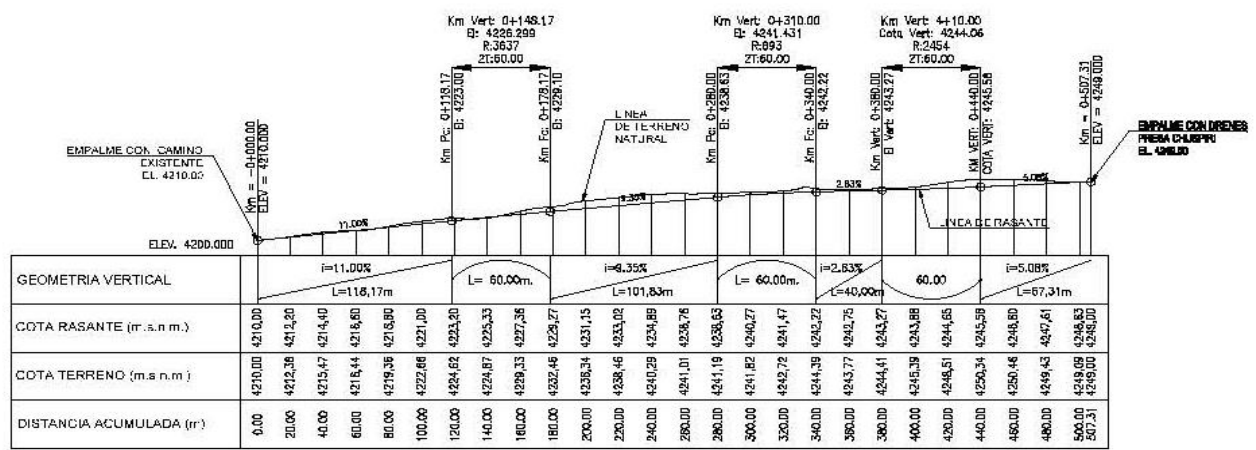
**PLANTA GENERAL CAMINO DE ACCESO A DRENES**  
ESC. 1: 2000  
ESCALA GRAFICA 1:2000



**CAMINO EN CORTE SECCION TIPO 1**  
ESC. 1:100



**CAMINO SECCION MIXTA (CORTE Y RELLENO) SECCION TIPO 2**  
ESC. 1:100



**PERFIL LONGITUDINAL CAMINO DE ACCESO A DRENES**  
ESC. 1: 2000

VERTICE	COORDENADAS NORTE	COORDENADAS ESTE	RADIO (m)	AZIMUT (g)	DISTANCIA (m)	ALFA (g)	DEFLEXION (g)	T (m)	D (m)	S (m)	PC (KM)	FC (KM)
VC-01	8442470.13	788025.51	0									0.00
VC-02	8442555.16	787986.88	200	372.86	93.40	194.02	5.98	9.40	18.79	0.22	84.00	102.78
VC-03	8442599.90	787961.25	100	366.88	51.56	197.91	2.09	1.64	3.28	0.01	143.30	146.58
VC-04	8442652.04	787929.06	100	364.79	61.28	187.07	12.93	10.19	20.30	0.52	196.03	216.34
VC-05	8442716.74	787868.04	200	351.86	88.94	182.21	17.78	28.12	55.87	1.97	266.97	322.84
VC-06	8442766.62	787783.93	80	334.08	97.78	168.08	31.92	20.48	40.11	2.58	372.02	412.13
VC-07	8442768.58	787726.11	80	302.16	57.86	239.31	39.31	25.52	49.40	3.97	423.99	473.39
VC-08	8442804.83	787678.84	0	341.47	59.44	258.53	58.53	0.00	0.00	0.00	507.31	507.31

**SIMBOLOGIA**

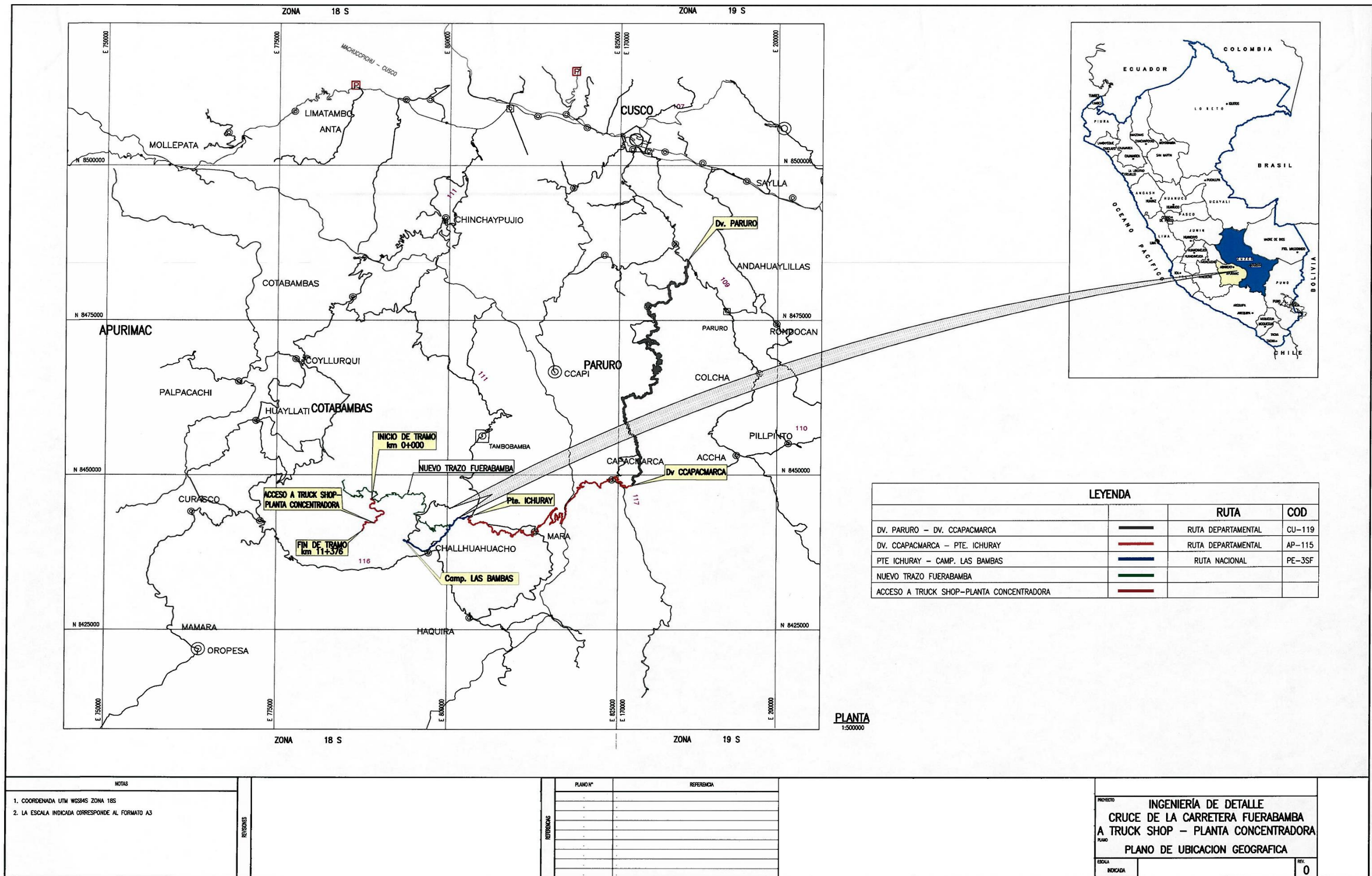
- VC-01 VERTICE CURVA HORIZONTAL
- P.C. PRINCIPIO CURVA HORIZONTAL
- F.C. FIN CURVA HORIZONTAL
- BORDE CAMINO EXISTENTE
- C.C. CAMINO PROYECTADO
- 3000 CURVA NIVEL (m.s.n.m.)
- 0+50 KILOMETRAJE CAMINO PROYECTADO
- ↑ NORTE

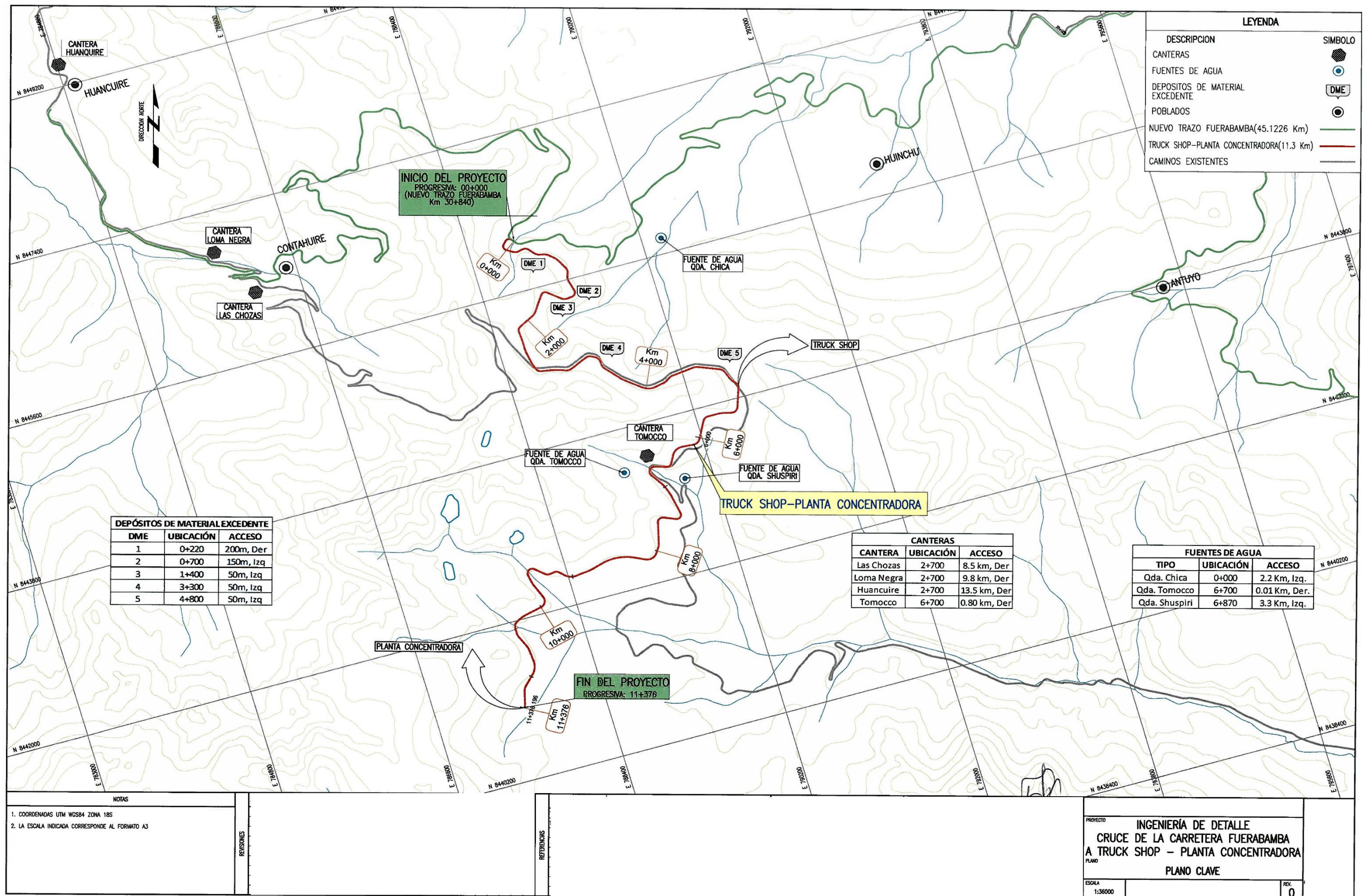
PLANOS DE REFERENCIA		NOTAS		INFORMACION GENERAL	
		1.- TOPOGRAFIA A ESCALA 1:1,000.		<b>PRESAS DE AGUA CHUSPURI - CHALLHUAHUACHO</b> <b>INGENIERIA DE DETALLE - PRESAS DE AGUA</b> AREA 2133 - PRESA CHUSPURI CAMINO DE ACCESO A DEFINITIVO DESCARGA SUBDRENAJES PLANTA, PERFIL LONGITUDINAL Y SECCIONES TIPO	
		2.- SISTEMA COORDENADAS DATUM WGS 84 LAT -18 SUR			
		3.- DIMENSIONES Y ELEVACIONES EN METROS (m) S.J.C.		ESCALA:	INDICADAS
		4.- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON LAS ESPECIFICACIONES			
		5.- PARA LA LUBRIFICACION DE TALUDES MENORES A 2m. LA INCLINACION DEL TALUD PODRA SER AJUSTADA A 1H:0.75V			
		6.- EL EMPALME CON EL CAMINO DEL CANAL DE CONFORMO DEBERA AJUSTARSE EN OBRA SIN AFECTAR LA CONDUCTIBILIDAD DEL CANAL.			





**ANEXO II**  
**Planos del Proyecto “Camino de Carga Pesada – Paquete 4” Tramo Truck Shop**





**LEYENDA**

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
CANTERAS	
FUENTES DE AGUA	
DEPOSITOS DE MATERIAL EXCEDENTE	
POBLADOS	
NUEVO TRAZO FUERABAMBA(45.1226 Km)	
TRUCK SHOP-PLANTA CONCENTRADORA(11.3 Km)	
CAMINOS EXISTENTES	

**DEPÓSITOS DE MATERIAL EXCEDENTE**

DME	UBICACIÓN	ACCESO
1	0+220	200m, Der
2	0+700	150m, Izq
3	1+400	50m, Izq
4	3+300	50m, Izq
5	4+800	50m, Izq

**CANTERAS**

CANTERA	UBICACIÓN	ACCESO
Las Chozas	2+700	8.5 km, Der
Loma Negra	2+700	9.8 km, Der
Huancuire	2+700	13.5 km, Der
Tomocco	6+700	0.80 km, Der

**FUENTES DE AGUA**

TIPO	UBICACIÓN	ACCESO
Qda. Chica	0+000	2.2 Km, Izq.
Qda. Tomocco	6+700	0.01 Km, Der.
Qda. Shuspíri	6+870	3.3 Km, Izq.

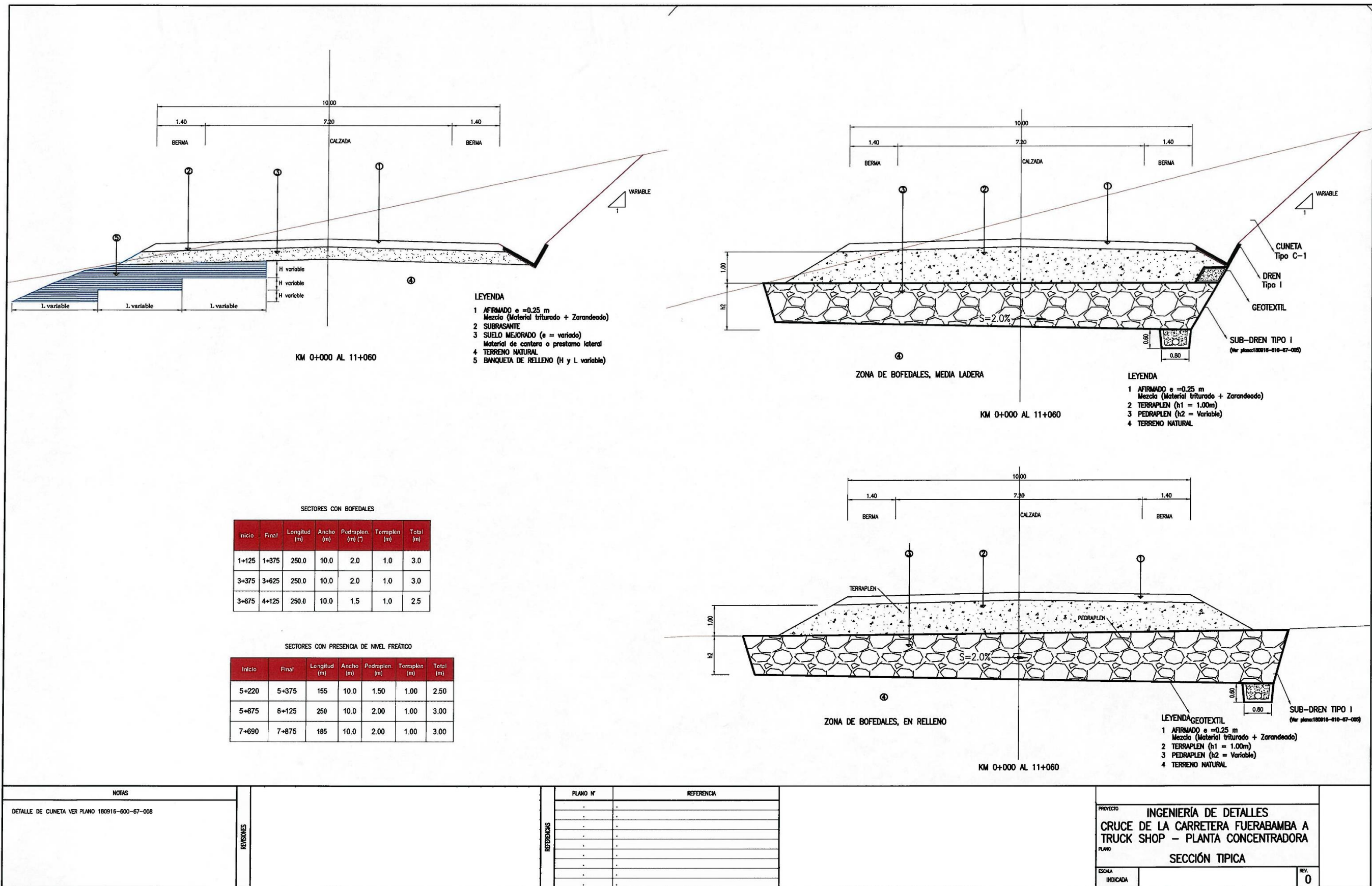
**NOTAS**

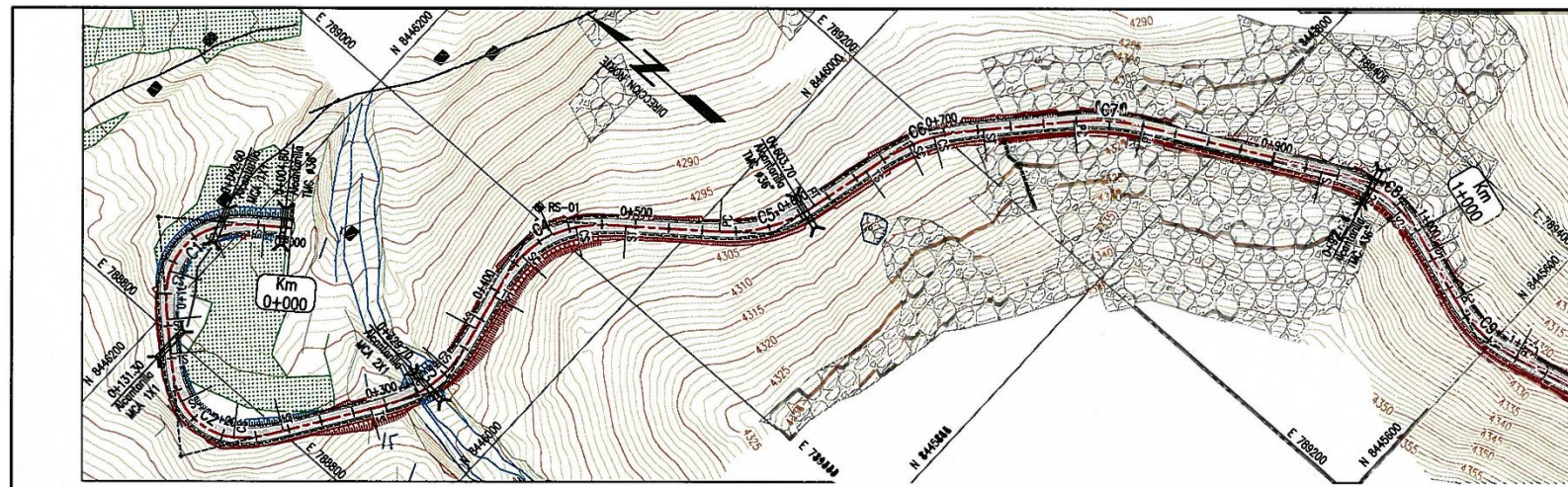
- COORDENADAS UTM WGS84 ZONA 18S
- LA ESCALA INDICADA CORRESPONDE AL FORMATO A3

**REFERENCIAS**

PROYECTO: **INGENIERÍA DE DETALLE**  
**CRUCE DE LA CARRETERA FUERABAMBA**  
**A TRUCK SHOP - PLANTA CONCENTRADORA**  
 PLANO: **PLANO CLAVE**

ESCALA: 1:30000      REV: 0

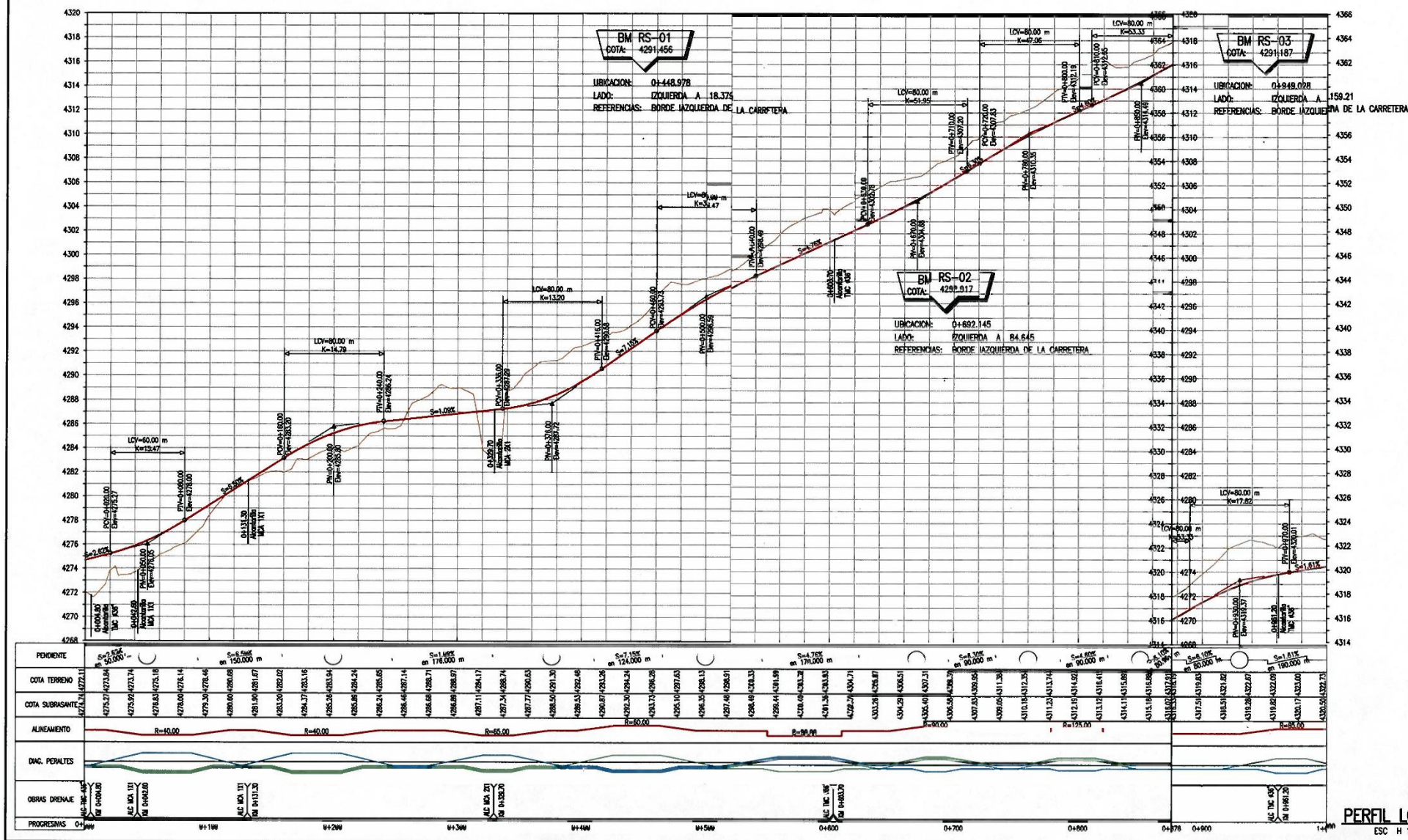




CONTINUA EN PLANO 180916-610-2-004-2

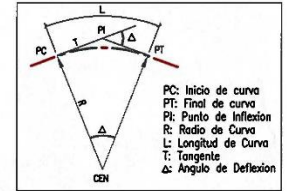
PLANTA  
ESC 1:4000

ALINEAMIENTO HORIZONTAL - PARAMETROS DE CURVA CIRCULAR Y ESPIRAL																		
ID	Δ	SEMI	Radio	Long	Ext.	TS/PC/CS	PI	SC/PI/ST	NORTE PI	ESTE PI	A	x	y	P	k	TC	PK	SA
C1	21°29'09"	DER	40.00	20.15	30.00	0+016.38	0+046.38	0+046.38	8446242.64	788848.82	34.64	28.58	3.71	0.83	14.83	10.14	-	-
a1	99°56'58"	DER	40.00	21.71	39.78	23.65	0+046.38	0+086.04	8446242.64	788848.82	34.64	28.58	3.71	0.83	14.83	10.14	-	-
a2	21°29'09"	DER	40.00	20.15	30.00	0+046.38	0+086.04	0+086.04	8446242.64	788848.82	34.64	28.58	3.71	0.83	14.83	10.14	-	-
a3	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a4	48°37'07"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a5	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a6	14°19'28"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a7	14°19'28"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a8	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a9	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a10	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a11	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a12	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a13	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a14	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a15	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a16	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a17	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a18	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a19	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a20	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a21	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a22	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a23	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a24	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a25	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a26	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a27	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a28	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a29	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a30	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a31	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a32	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a33	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a34	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a35	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a36	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a37	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a38	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a39	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a40	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a41	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a42	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a43	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a44	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a45	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a46	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a47	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a48	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a49	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-
a50	17°13'20"	DER	65.00	11.56	22.89	6.40	0+330.92	0+330.92	8446045.61	788883.13	44.16	29.84	2.30	0.58	14.97	10.05	-	-

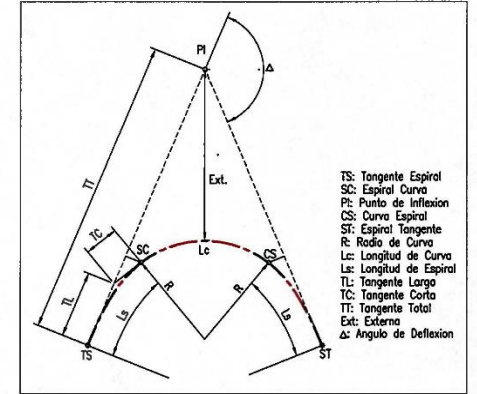


PERFIL LONGITUDINAL  
ESC H 1:4000, V 1:400

ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR



ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR CON ESPIRAL

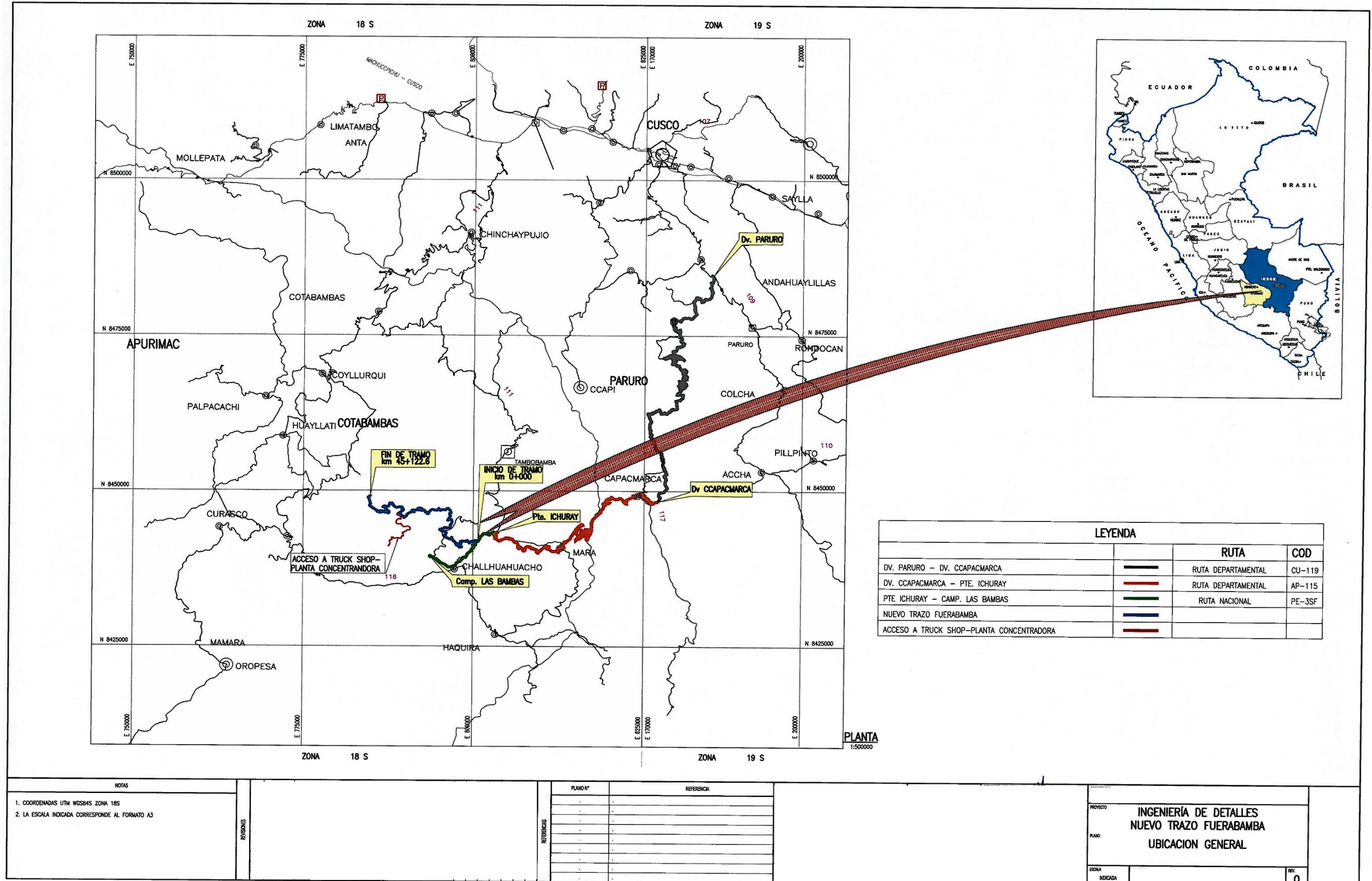


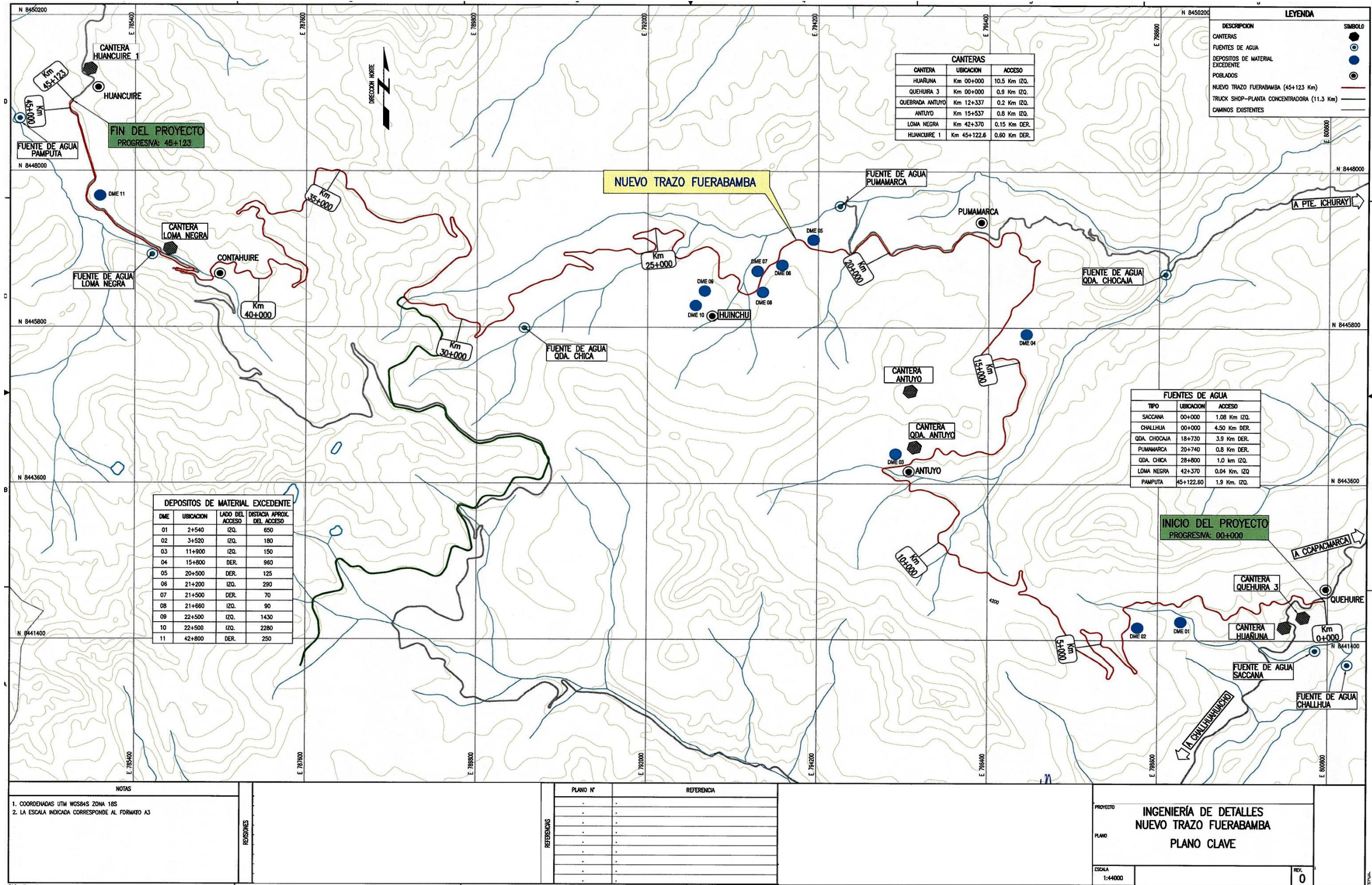
**LEYENDA**

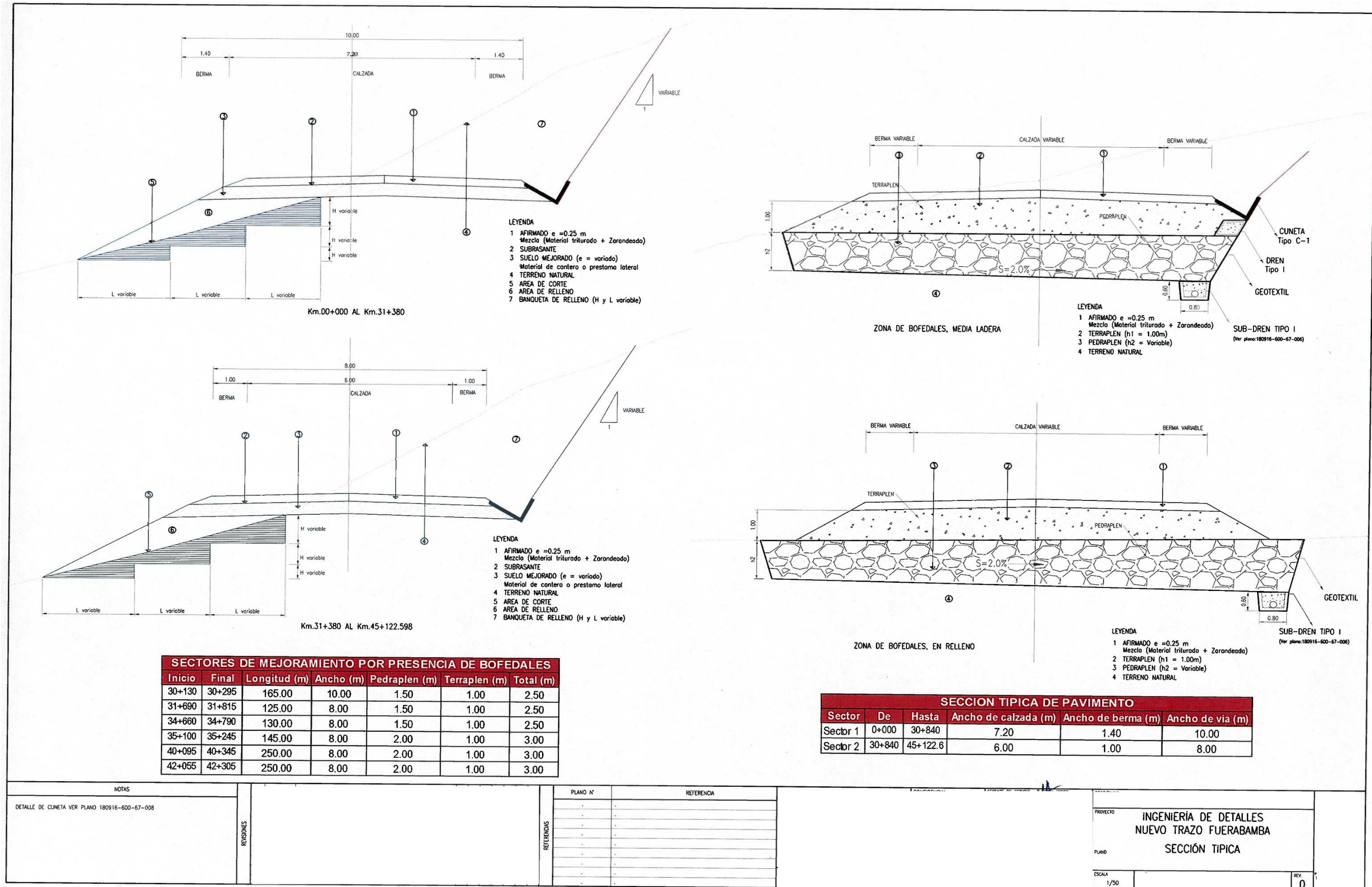
EJE PROYECTADO	CARRERA AFIRMADA	SENDEO
CURVA INDICE	4500	ACEQUIA
CURVA INTERMEDIA	Qda. Cruce	CERCO DE PIEDRA
QUEBRADA	Rio Alico	POSTE MEDIA TENSION
RIO		TERRENO CULTIVO
CANAL		PUENTE
DRENAJE		ALCANTARILLA
LAGUNA		BM DE LEVANTAMIENTO
BOFEDAL		HITO TOPOGRAFICO

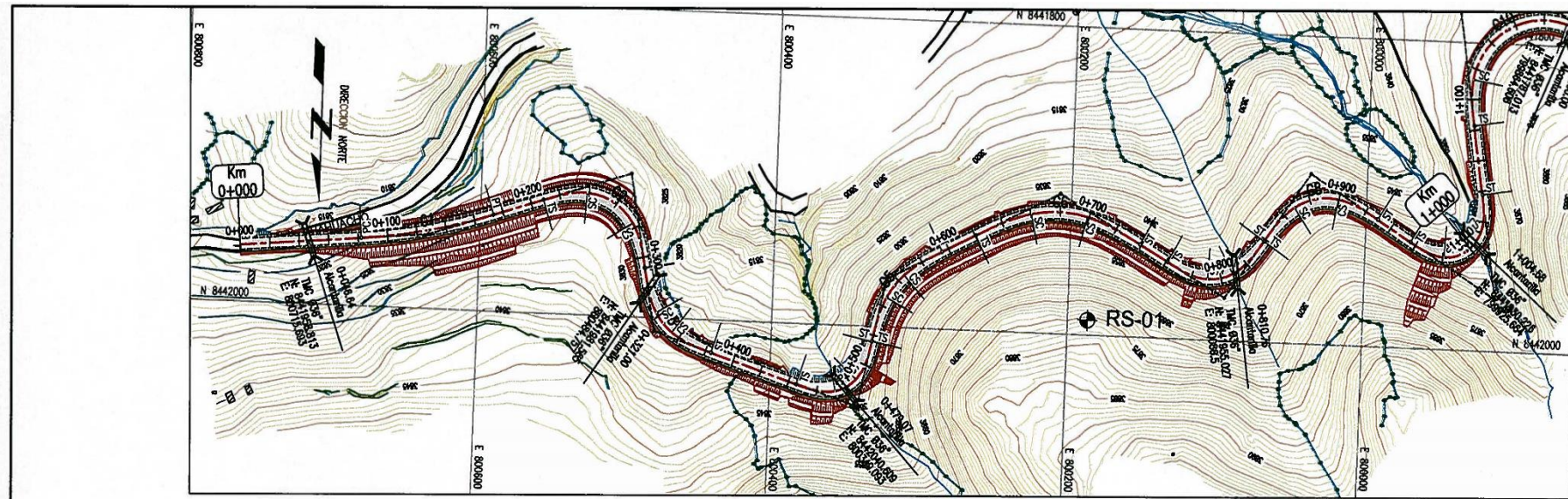


**ANEXO III**  
**Planos del Proyecto “Camino de Carga Pesada – Paquete 4” Tramo Nueva Fuerabamba**





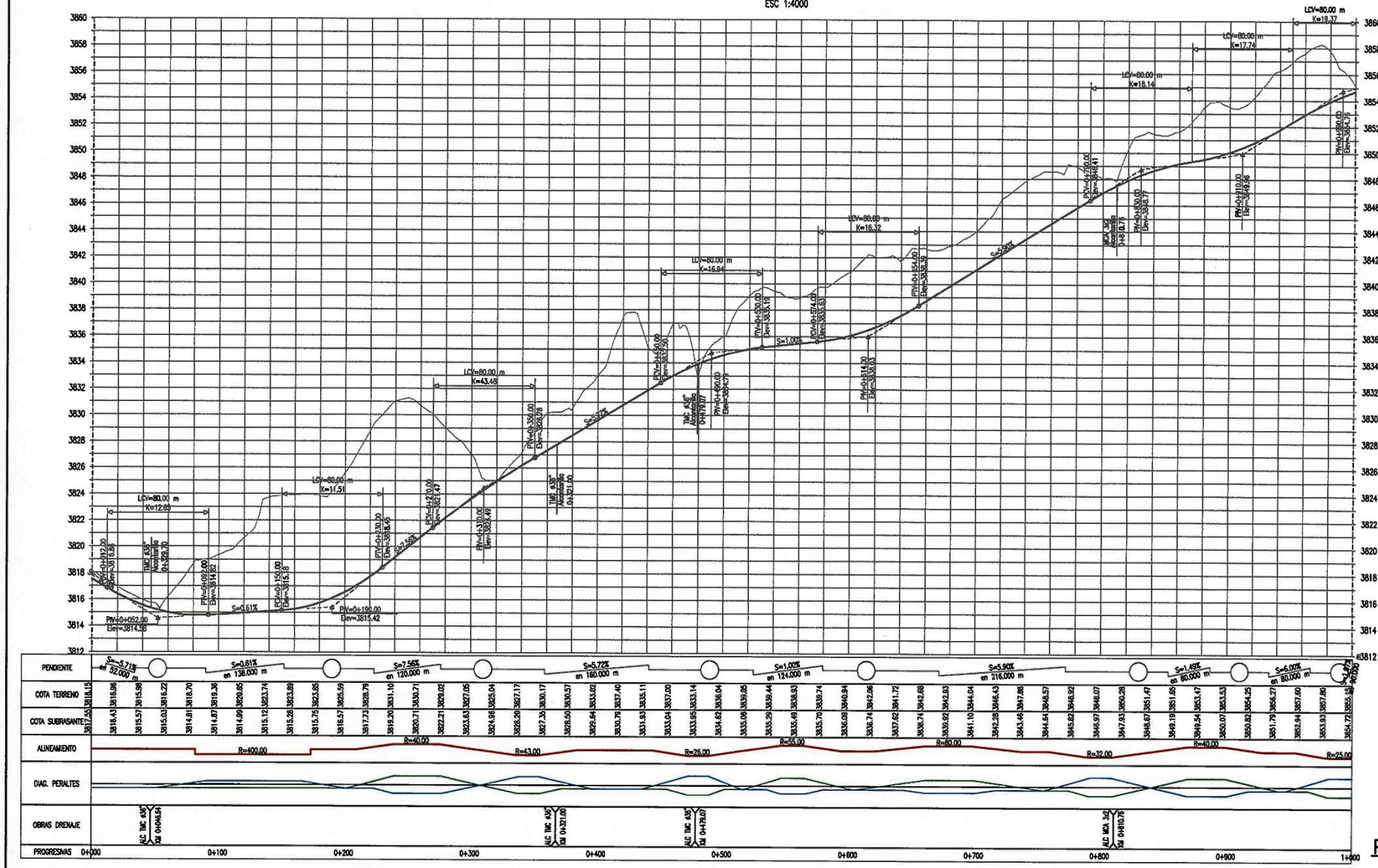




PLANTA  
ESC 1:4000

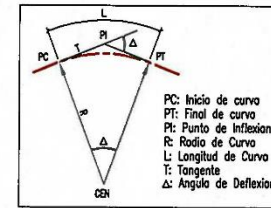
CONTINUA EN PLANO 180918-620-2-004-2

ALINEAMIENTO HORIZONTAL - PARAMETROS DE CURVA CIRCULAR Y ESPIRAL																	
ID	Δ	SENITUD	Radio	Long.	Ext.	TS/PC/CS	PI	SC/PT/ST	NORTE PI	ESTE PI	A	x	y	PK	SA		
C1	130°45'02"	IZQ	400.00	45.86	91.32	2.82	0+082.03	0+127.88	0+173.35	8441951.61	800634.77	-	-	-	3.0	0.0	
a2	21°29'09"	-	-	20.15	30.00	-	0+208.69	-	0+238.69	-	34.84	29.58	3.71	0.83	14.93	10.14	-
C2	97°35'12"	DER	40.00	20.65	38.13	22.13	0+238.69	0+270.37	0+276.82	8441907.06	800499.01	-	-	-	7.3	2.3	
a2	21°29'09"	-	-	20.15	30.00	-	0+238.69	-	0+306.82	-	34.84	29.58	3.71	0.83	14.93	10.14	-
a3	19°59'13"	-	-	20.13	30.00	-	0+307.28	-	0+337.28	-	35.92	29.64	3.48	0.87	14.94	10.12	-
C3	82°06'16"	IZQ	43.00	8.41	16.61	8.21	0+337.28	0+348.63	0+353.89	8442008.79	800480.01	-	-	-	7.1	2.2	
a3	19°59'13"	-	-	20.13	30.00	-	0+337.28	-	0+383.89	-	35.92	29.64	3.48	0.87	14.94	10.12	-
a4	29°44'39"	-	-	18.28	27.00	-	0+445.41	-	0+472.41	-	28.50	28.28	4.58	1.16	13.38	8.24	-
C4	95°40'02"	IZQ	26.00	8.49	16.41	14.46	0+472.41	0+488.78	0+488.83	8442052.32	800340.39	-	-	-	8.0	3.8	
a4	29°44'39"	-	-	18.28	27.00	-	0+472.41	-	0+515.83	-	28.50	28.28	4.58	1.16	13.38	8.24	-
a5	15°37'34"	-	-	20.08	30.00	-	0+516.19	-	0+546.19	-	40.82	28.78	2.71	0.68	14.98	10.07	-
C5	50°59'34"	DER	55.00	9.57	18.95	6.89	0+546.19	0+557.71	0+565.14	8441968.82	800323.18	-	-	-	8.5	1.6	
a5	15°37'34"	-	-	20.08	30.00	-	0+546.19	-	0+595.14	-	40.82	28.78	2.71	0.68	14.98	10.07	-
a6	14°19'26"	-	-	26.75	40.00	-	0+620.48	-	0+660.48	-	56.57	39.75	3.32	0.83	19.98	13.41	-
C6	58°13'36"	DER	80.00	18.63	38.51	11.64	0+660.48	0+683.63	0+698.89	8441909.08	800207.72	-	-	-	5.5	1.1	
a6	14°19'26"	-	-	26.75	40.00	-	0+660.48	-	0+738.89	-	56.57	39.75	3.32	0.83	19.98	13.41	-
a7	29°51'27"	-	-	20.24	30.00	-	0+790.87	-	0+790.87	-	30.98	29.25	4.81	1.16	14.89	10.21	-
C7	85°07'14"	IZQ	32.00	9.00	17.54	13.02	0+790.87	0+806.31	0+808.51	8441972.06	800083.47	-	-	-	7.8	3.0	
a7	29°51'27"	-	-	20.24	30.00	-	0+790.87	-	0+838.51	-	30.98	29.25	4.81	1.16	14.89	10.21	-
a8	21°29'09"	-	-	20.15	30.00	-	0+838.59	-	0+868.59	-	34.84	29.58	3.71	0.83	14.93	10.14	-
C8	87°10'55"	DER	40.00	18.25	30.86	16.52	0+868.59	0+892.49	0+899.45	8441889.48	800038.30	-	-	-	7.3	2.3	
a8	21°29'09"	-	-	20.15	30.00	-	0+868.59	-	0+929.45	-	34.84	29.58	3.71	0.83	14.93	10.14	-
a9	28°38'52"	-	-	16.89	25.00	-	0+955.92	-	0+980.92	-	25.00	24.38	4.09	1.03	12.40	8.54	-
C9	133°10'41"	IZQ	25.00	18.48	31.80	36.80	0+880.92	1+024.37	1+012.72	8441985.98	799910.85	-	-	-	8.0	4.0	
a9	28°38'52"	-	-	16.89	25.00	-	0+980.92	-	1+037.72	-	25.00	24.38	4.09	1.03	12.40	8.54	-

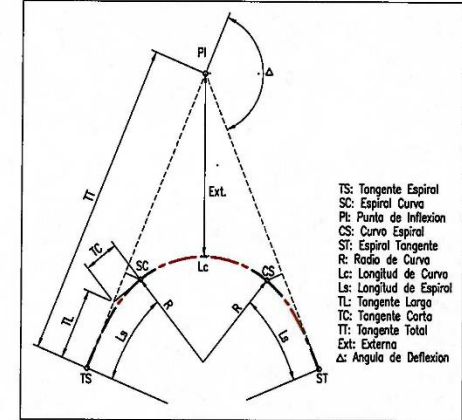


PERFIL LONGITUDINAL  
ESC H 1:4000, V 1:400

ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR



ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR CON ESPIRAL



LEYENDA

CURVA INDICE	4500	CARRETERA AFIRMADA	
CURVA INTERMEDIA		SENDERO	
QUEBRADA	Odo. Cruce	SURCOS FUNDACION	
	Río Alico	CERCO DE PIEDRA	
RIO		POSTE MEDIA TENSION	
CANAL		TERRENO CULTIVO	
ACEQUIA		DRENAJE	
LAGUNA		ALCANTARILLA	
BOFEDAL		BM DE LEVANTAMIENTO	
		HITO TOPOGRAFICO	
TANQUE RESERVIORIO		VIVIENDAS	
TOPONIMIA	X Cerro Colpa	ARBOL	