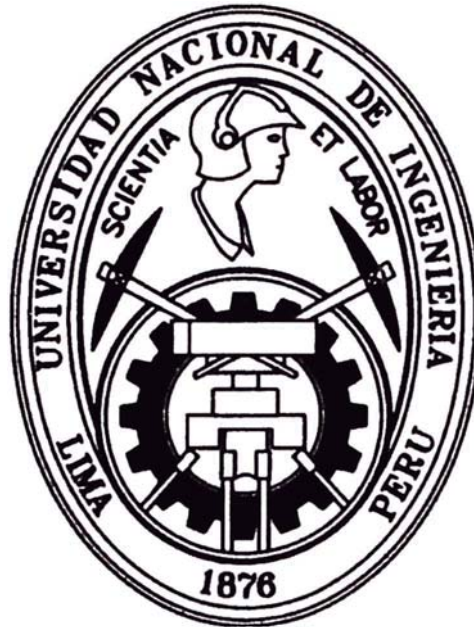


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO
DEL PUENTE CUCUA - APURÍMAC**

TESIS

**Para optar el Título Profesional de:
INGENIERO CIVIL**

MARCO ANTONIO NAVARRO NEYRA

LIMA – PERÚ

2009

Dedicatoria:

El presente es el resultado de la suma de muchos esfuerzos, por encima de todos el de mis padres a quienes dedico mis logros por su constante preocupación en dejarme la mejor herencia, la educación.

También está dedicada al apoyo constante de mi esposa quien me ha acompañado desde el inicio de mis proyectos y a mis hijos que me impulsan a continuar día a día en superar las dificultades.

ÍNDICE GENERAL

Índice general	3
Resumen	6
Lista de Tablas y Cuadros	8
Lista de Figuras y Láminas	9
Lista de Símbolos y Siglas	10
Introducción	12
Capítulo I. Evaluación de Procedimientos Empleados en Obra	16
Procedimientos Correctos	16
Procedimientos Incorrectos	42
Capítulo II. Problema y Solución en la Ejecución de Obras Civiles	53
Antecedentes	53
a) Movimiento de Tierras	54
a.1) Excavaciones en el margen derecho	54
a.2) Excavaciones en el margen izquierdo	56
a.3) Cambio de Configuración Geológica	59
b) Falso Puente	60
b.1) Sobre el diseño	60
b.2) Inconvenientes en el campo	61
b.3) Soluciones adoptadas	62
c) La intervención ecorómica del MTCVC-PERT	65
c.1) Antecedente a la intervención	65
c.2) Inconveniente administrativo	65
d) La rotura de un cable tendón postensor de viga	66
d.1) Antecedentes: Procedimiento de tensado de elementos	66
d.2) Observación: Rotura de tendón en viga	70
d.3) Inyección de ductos	70
Capítulo III. Cálculo de Presupuesto Ejecutado	76
Breve Comentario del Presupuesto de Ejecución	76
Presupuesto de Ejecución de Obra	78
Análisis de Costos Unitarios	81

Lista de Insumos	106
Cálculo de Precios de Insumos	110
Fórmula Polinómica	124
Metrados de Áreas de Construcción	125
Metrados de Volúmenes de Construcción	127
Metrados de Aceros	128
Capítulo IV. Cálculo de Presupuesto Propuesto de Modificación	133
Breve Comentario del Presupuesto de Modificación	133
<i>Diseño Propuesto de Falso Puente</i>	
Metrado de Cargas	142
Cálculo y Selección de la Sección Resistente	143
Determinación de Arriostre lateral y Conexión de partes	145
Datos de inicio para cálculo de Muro de Sostenimiento	147
Tabla de cálculo para análisis de Muro de Sostenimiento	148
Verificación de dimensiones de Muro de Sostenimiento	149
Presupuesto Propuesto de Modificación	151
Análisis de Costos	154
Lista de Insumos	179
Cálculo de Costos de Gastos Generales	183
Fórmula Polinómica	184
Metrado de Áreas de Construcción	185
Metrado de Volúmenes de Construcción	187
Metrado de Elementos de Falso Puente	188
Conclusiones	189
Recomendaciones	191
Bibliografía y Referencias	192
Anexos	194

ANEXOS

- Anexo A.** Memoria Descriptiva y Estudios Básicos de Ingeniería
- Anexo B.** Planos Definitivos de Construcción del Puente Cuicua
- Anexo C.** Especificaciones Técnicas y Calibración del Gato Hidráulico DSI-M8
- Anexo D.** Presupuesto Aprobado por Licitación Pública
- Anexo E.** Panel Fotográfico por etapas de Construcción
- Anexo F.** Corrosión en el Concreto y Ensayos de Mecánica de Suelos y Rotura de probetas de Concreto

EVALUACIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL PUENTE CUICUA RESUMEN

El puente Cuicua construido entre el tramo de la progresiva 434 + 600.00 y la 434 + 652.00 de carretera Nazca Puquio Chalhuanca Abancay, es una estructura de concreto armado postensado de 52 m de largo y 42 m de luz entre los apoyos. Se iniciaron las labores en Junio de 1998 y por motivos que se detallan en este trabajo se culminó en Marzo del 2001.

El puente Cuicua es uno de seis puentes construidos en el tramo desde Chalhuanca hasta Abancay. La secuencia en la ejecución de las obras civiles tuvo pausas obligadas que se establecieron; por falta de dinero, demora en aprobación de adicionales o por falta de una adecuada programación, es de este modo que se estableció hasta tres etapas: una primera etapa de Junio 1998 a Julio de 1999, la segunda etapa de Octubre de 1999 a Junio del 2000 y una tercera y última etapa de Setiembre del 2000 a Marzo del 2001 donde se culminó con el asfaltado de la carretera.

Se inicia el estudio evaluando las partidas ejecutadas; de tal forma y de acuerdo al método empleado dentro de un estándar de rendimiento aceptable se separan entre correctas e incorrectas. Correctas por la apropiada ejecución en las obras civiles; incorrectas por las deficiencias encontradas (**capítulo I**), se muestra en el final de cada comentario tres rendimientos para tomar en cuenta; el rendimiento de proyecto aprobado en la etapa de licitación, el rendimiento ejecutado real de campo tomado in situ y el rendimiento óptimo de la partida compatible con experiencias similares.

A continuación se realiza la evaluación en mayor detalle de las partidas catalogadas como incorrectas (**capítulo II**); analizando en ellas los errores u omisiones desde la etapa de diseño, los inconvenientes encontrados en el campo y se culmina redactando las soluciones que se adoptaron. El análisis de esta sección se basa en detalles técnicos y administrativos de los siguientes puntos: la partida de excavaciones en ambos márgenes, la partida del falso puente ejecutado, la intervención económica por parte del MTCVC-PERT ejercida desde Octubre de 1999 hasta la culminación de las obras en Marzo del 2001 y la rotura de un cable torón de $\varnothing 5/8$ " del tendón de viga en la superestructura en el momento de tensado.

Con los datos procesados en los primeros capítulos, se calcula el Presupuesto de Ejecución realizado por el Contratista (**capítulo III**) actualizado a Octubre del 2008. Cabe destacar, el cálculo de precios de los insumos usados:

- Análisis de las partidas evaluadas como lote o global, asignando valores de rendimientos obtenidos de campo.
- Análisis de costos de los agregados obtenidos de la cantera Pampatama ubicada aproximadamente a 40 minutos aguas abajo del puente.
- Cálculo de los precios de la mano de obra.
- Cálculo de los gastos generales.

Debido al inconveniente encontrado en el proceso de hincado de pilotes como soporte del falso puente, se realiza un nuevo diseño de esta estructura para modificar el anterior (**capítulo IV**), conservando el objetivo original planteado en el proyecto, que no se altere u obstruya el curso de agua del río. El factor riesgo y seguridad de la obra considerado el primordial en toda construcción, tuvo defectos con el diseño original del falso puente. Se revisan en forma resumida, los detalles de hincado aplicando la teoría de Mindlin y Boussinesq, demostrando que los pilotes soportan en menor grado las cargas de empuje horizontal y que es difícil su colocación en lechos con bolonería según se confirma en el rendimiento anotado. Se muestran los cálculos estructurales para sustentar los metrados que son evaluados en el Presupuesto Propuesto para Modificación. Se acompaña estos cálculos con una evaluación económica de Beneficios y Costos.

Los anexos que se agregan dan una mayor amplitud al tema; corresponden a los estudios de ingeniería, memoria descriptiva, especificaciones técnicas y presupuesto considerados en la licitación, además se muestran los planos definitivos del puente Cuicua. También se muestra un panel fotográfico de las diferentes etapas constructivas del puente.

De este modo; el objetivo que remarca el presente es el de evaluación general del proceso constructivo del puente, considerando mejoras que puedan implementarse en la tecnología de fabricación para mejorar la productividad.

LISTA DE TABLAS Y CUADROS

	Cap - Pág
Tabla Nº 1. Tensado de Columnas	II-71
Tabla Nº 2. Tensado de Vigas	II-73
Tabla Nº 3. Resumen de costos en Presupuesto de Ejecución	III-77
Tabla Nº 4. Resumen de costos en Presupuesto de Modificación	IV-135
Cuadro Comparativo Nº 1. Evaluación económica de Falso Puente	IV-140
Tabla A. Propiedades geométricas de sección de Falso Puente	IV-141
Anexo A.	
Tabla Nº 5. Elementos de curva del puente Cuicua	A-20
Anexo C.	
Tabla Nº 6. Distribución granulométrica de Enrocados	C-7
Tabla Nº 7. Cantidad de Cemento por m ³ de mezcla	C-11
Tabla Nº 8. Porcentajes mínimos de impurezas en Agregado Fino	C-12
Tabla Nº 9. Husos del Agregado Fino	C-12
Tabla Nº 10. Porcentajes mínimos de impurezas en Agregado Grueso	C-13
Tabla Nº 11. Husos del Agregado Grueso	C-13
Tabla Nº 12. Tamaño máximo del Agregado Grueso en pulgadas	C-14
Tabla Nº 13. Huso de agregados de concreto asfáltico	C-23
Anexo F.	
Tabla Nº 14. Valor crítico de Ión Cloruro en concretos reforzados	F-2
Tabla Nº 15. Protección de las armaduras de refuerzo	F-3

LISTA DE FIGURAS Y LÁMINAS

	Cap - Pág
Figura N° 1. Curva esfuerzo-deformación de acero	I-29
Figura N° 2. Sistema DSI y Elementos Postensados	I-32A
Figura N° 3. Excavación en el margen derecho	II-56
Lámina CUI-A-1. Caisson margen izquierdo y Suelo de Fundación	II-59A
Lámina CUI-A-2. Rellenos compactados y Muros de Protección	II-59B
Figura N° 4. Concreto en la cimentación del margen izquierdo	II-60
Figura N° 5. Nivel de aguas por encima de entablado de Falso Puente	II-63
Figura N° 6. Material de arrastre atrapado en el Falso Puente	II-64
Figura N° 7. Retiro de maleza atrapada en Falso Puente	II-64
Figura N° 8. Secuencia de trabajo en Elementos Postensados	II-70A
Figura N° 9. Efecto mecánico del Hincado de Pilotes	IV-138A
Figura N° 10. Detalles de Falso Puente Propuesto	IV-139A
Figura N° 11. Muros de Sostenimiento de Falso Puente	IV-139B

Anexo B.

Lámina CUI-1/7. Ubicación y Topografía General
Lámina CUI-2/7. Secciones de Corte y Vista General
Lámina CUI-3/7. Secciones Transversales de Corte
Lámina CUI-4/7. Detalles de Losas, Postensados y Falso Puente
Lámina CUI-5/7. Losas, Viga Cajón y Columna – Encofrado y Armadura
Lámina CUI-6/7. Cimentaciones, Articulaciones y Junta de Dilatación
Lámina CUI-7/7. Estribo, Losa de Aproximación, Veredas y Barandas

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

Notación	Descripción
a	: Ancho de influencia de la pantalla del muro de sostenimiento
A	: Área de la sección transversal metálica
A _{ew}	: Área efectiva de la sección a ser soldada
AASHTO	: American Association of State Highway and Transportation Officials ó Asociación Americana Estatal Oficial de Carreteras y Transportes
Anc	: Área neta de la plancha resistente al corte
ANSI	: Instituto Americano de Normas Nacionales
Ant	: Área neta de la plancha resistente a la tracción
ASTM	: American Society for Testing and Materials ó Sociedad Americana para Ensayos y Materiales
Az	: Área de la zapata o cimentación
B	: Ancho de análisis de la cimentación
b	: Ancho de la cara en compresión del elemento
B/C	: Relación Beneficio-Costo
d	: Distancia de la fibra más alejada en compresión al centroide del acero en tracción
Df	: Distancia vertical entre la superficie del terreno y el fondo de la cimentación
e	: Excentricidad calculada mediante las cargas actuantes
E a	: Módulo de elasticidad del acero 2100000 Kg/cm ²
E60XX	: Metal de electrodo de soldadura compatible con el acero tipo A-36
ex'	: Excentricidad geométrica de la sección que limita el núcleo central
F BM	: Resistencia nominal de material de base a ser soldada
f'c	: Resistencia de rotura a la compresión axial de concreto a los 28 días
f'ct	: Resistencia de rotura a la compresión de concreto mínima para postensados
fb	: Esfuerzo elástico calculado en un elemento rigidizado
fb p	: Esfuerzo elástico permisible según la norma peruana
fc	: Esfuerzo de compresión señalado en la norma peruana para cargas de servicio
Fpu	: Resistencia específica para tendones de postensado en KSI ó lb/pulg ²
ft	: Esfuerzo de tracción señalado en la norma peruana para cargas de servicio
Fu	: Resistencia mínima de tracción especificada para cada tipo de acero en uso
Fuc	: Resistencia de corte por aplastamiento de los pernos
Fut	: Resistencia a la tracción de los pernos
Fy	: Esfuerzo de fluencia del acero tipo A-36, 2350 Kg/cm ²
ha	: Altura considerada para la acción de empuje lateral del suelo
hw	: Altura considerada para la acción de empuje lateral del agua
Ip	: Coeficiente de curvas de iguales esfuerzos según la teoría de Mindlin
I _{xx} ó I _x	: Momento de inercia con respecto al eje x
I _{yy} ó I _y	: Momento de inercia con respecto al eje y
J	: Momento polar de inercial rotacional
k	: Distancia desde la cara exterior del ala a la base del filete del alma en mm.
K	: Factor de longitud efectiva para elementos en compresión
Ka	: Factor para empuje activo en suelos granulares
Lp	: Longitud límite lateralmente sin arriostrar desarrolla la capacidad plástica a la flexión
LRFD	: Load and Resistance Factor Design ó método de Diseño a Última Resistencia para estructuras metálicas
Lw	: Longitud efectiva de la plancha a ser soldada
M	: Momento que resiste la sección mediante las cargas de servicio
MD	: Momento flector de las aplicaciones muertas
ML	: Momento flector de las aplicaciones vivas
MU	: Momento flector factorizado, momento flector amplificado o momento flector último
∅	: Ángulo de fricción del suelo
P c	: Carga crítica de pandeo
P cr	: Carga crítica de pandeo en el sentido de aplicación de cargas sobre el falso puente
Pa	: Carga de empuje aplicado al muro de sostenimiento por el suelo
PD	: Carga puntual sobre el elemento, resultante de las aplicaciones muertas
PL	: Carga puntual sobre el elemento, resultante de las aplicaciones vivas
Pm	: Presión manométrica aplicada en el gato hidráulico en bares

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

Notación	Descripción
PU	: Carga axial factorizada, carga axial amplificada o carga axial última
Pw	: Carga de empuje aplicado al muro de sostenimiento por el agua
Q	: Carga neta aplicada en la superficie del pilote
r	: radio de acción para el cálculo de la fórmula de Boussinesq
Ruc	: Resistencia de rotura al corte por aplastamiento
Rut	: Resistencia de rotura a la tracción
Ruw	: Resistencia de diseño para la plancha propuesta
rx	: Radio de giro alrededor del eje x
S bot	: Módulo de sección de las fibras inferiores de la geometría diseñada
S top	: Módulo de sección de las fibras superiores de la geometría diseñada
t f	: Espesor del ala de la sección metálica
t w	: Espesor del alma de la sección metálica
V	: Cortante que resiste la sección mediante las cargas de servicio
vc	: Esfuerzo cortante señalado en la norma peruana para cargas de servicio
WD	: Carga por unidad de longitud resultante de las aplicaciones muertas en el elemento
WL	: Carga por unidad de longitud resultante de las aplicaciones vivas en el elemento
WU	: Carga factorizada, carga amplificada o carga última por unidad de longitud
z	: Altura variable para evaluación de la fórmula de Boussinesq
Δ	: Alargamiento parcial en mm. del cable postensado
Δq	: Incremento de presión ejercida por una carga superficial en un medio homogéneo
Δc	: Deflexión calculada en el centro de la luz
Δcy	: Contraflecha aplicada en el centro de la luz
Δm	: Deflexión máxima permitida por la sección en relación a la luz
κ	: Coeficiente de fricción longitudinal en elementos postensados
λp	: Parámetro de esbeltez límite para elementos compactos
λr	: Parámetro de esbeltez límite para elementos no compactos
μ	: Coeficiente de fricción angular en elementos postensados
μ	: Módulo de Poisson para el suelo en relación con el ángulo de fricción o del acero 0,25
pm	: Peso específico del material de fabricación en Kg/m ³
ps	: Peso específico promedio del suelo en Kg/m ³
pw	: Peso específico del agua estimado en 1000 Kg/m ³
σ	: Esfuerzo de flexión de la sección diseñada
σm	: Esfuerzo permisible de flexión de la madera
$\Sigma M S$: Resultante de los momentos actuantes en el punto S
$\Sigma M T$: Resultante de los momentos actuantes en el punto T
$\Sigma Mr A$: Sumatoria de momentos resistentes en el punto A
$\Sigma Mv A$: Sumatoria de momentos de volteo en el punto A
ΣPd	: Sumatoria de fuerzas que originan el desplazamiento
ΣPr	: Sumatoria de fuerzas resistentes al desplazamiento
σz	: Esfuerzo resistente en el suelo en Kg/cm ²
τ	: Esfuerzo cortante de la sección diseñada

EVALUACIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL PUENTE CUICUA

INTRODUCCIÓN

(Breve enfoque del diseño del Puente Cuicua)

El puente Cuicua construido en el **Km. 434 + 600.00** de la carretera **Nazca-Puquio-Chalhuanca-Abancay**, en la provincia de Aymaraes departamento de Apurímac es un nuevo tipo de diseño implementado recientemente en el país, motivo por la que se establece necesario estudiar los aspectos importantes de su tecnología no habiéndose desarrollado temas similares para elaboración de tesis o tratados de estudio.

El objetivo principal del presente trabajo es el de evaluación de las etapas constructivas del puente Cuicua, realizar un seguimiento al proceso de fabricación separando las partidas correctamente elaboradas de las partidas defectuosas. Luego; investigar las acciones por las cuales se hicieron defectuosas las partidas incorrectamente ejecutadas, es decir ver el aspecto del diseño, de los problemas que se presentan en campo y las soluciones tomadas en el momento de la construcción.

Otro objetivo es evaluar los análisis de costos unitarios realmente trabajados o tomados de campo; para que, mediante una comparación de acciones constructivas paralelas y eficientes se busque mejorar la productividad en la ejecución de las obras civiles. Esto se logra, después de haber procesado la información de rendimientos de las partidas trabajadas.

El puente Cuicua tiene las siguientes características: construido de concreto armado postensado de 52.00 m de largo tipo pórtico desviado 27° con respecto al eje perpendicular, cuya sección de columnas y vigas es de tipo cajón de inercia variable con cables postensados que recorren el interior de los elementos como se aprecia en los planos adjuntos de la sección de Anexos, con 46.00 m de luz entre ejes de apoyo, presenta un sistema de articulaciones compuesto por canastillas de acero corrugado en la conexión columna – cimentación, finalmente las cimentaciones se construyeron como macizos de concreto armado asentados en ambos márgenes del río (sobre el margen derecho compuesto por roca arenisca y cuarcita y sobre el margen izquierdo formado por un depósito aluvial y fluvial) para no alterar el curso del agua.

- Principia con una evaluación de los procedimientos de fabricación, mostrados en el **capítulo I**, divididos como procedimientos correctos e incorrectos. Al realizar el análisis de cada partida se desarrolla una descripción de las labores ejecutadas, al concluir cada una de ellas se muestra un resumen de rendimientos que se procesarán en el cálculo del presupuesto real. El primero es el rendimiento proyectado o de estudio que fue aprobado en el momento de aprobar la licitación; el segundo es el rendimiento real ejecutado tomado del campo que en resumen clasifica las partidas como laboradas correcta o incorrectamente; y el tercer rendimiento es un valor óptimo tomado de experiencias similares y adoptados para calcular un presupuesto propuesto para modificación.
- Una vez definidas las partidas eficientes y defectuosas en el proceso constructivo, el **capítulo II** desarrolla de manera más amplia los problemas en la ejecución de las obras civiles; básicamente se ha enfocado a las siguientes etapas: el problema en las excavaciones de ambos márgenes del río, el problema encontrado en la construcción del falso puente compuesto por pilotes y entramado de vigas metálicas, también se realiza una mención del problema de rotura del cable postensor en el elemento viga y se culmina mencionando el problema administrativo de intervención económica por parte del MTCVC-PERT por incumplimiento del Contratista en plazos y pagos. Luego de observar los inconvenientes encontrados, se expone las soluciones inmediatas en campo que se trabajaron para lograr la meta de construcción del puente.
- Con los datos obtenidos en los dos primeros capítulos; rendimientos, insumos y tomando en cuenta los inconvenientes presentados in situ se muestra el **capítulo III**, en el cual se observa el presupuesto real ejecutado por el Contratista. Los precios de los insumos mostrados están actualizados a Octubre del 2008, el análisis de costos calculado responde a la adición de las partidas contractuales y de las adicionales que se muestran en diferente color. También se ha realizado un análisis de precios de los agregados según los rendimientos de fabricación en la planta chancadora, un análisis de las partidas por lote y global y un análisis de los costos de la mano de obra y de los gastos generales.

- De acuerdo a los rendimientos óptimos que se muestran en el capítulo I se desarrolla el **capítulo IV**, modificando el presupuesto real ejecutado para proponer uno de ser tomado en cuenta. No solo se han variado los rendimientos sino también el diseño del falso puente que originó un riesgo innecesario en obra. Se propone además un método de evaluación de la relación Beneficio-Costo entre el falso puente ejecutado y el modificado. Finalmente y de acuerdo a la hipótesis planteada en cada uno de los capítulos se muestran las conclusiones y recomendaciones inherentes al trabajo desarrollado.

FICHA TÉCNICA – PUENTE CUICUA – APURÍMAC

Propietario	: Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción mediante contrato LPIO N° 250-98-MTC/15.02.PERT.01.
Supervisión	: Asociación Integral S.A. y S & Z Consultores Asociados S.A.
Contratista	: BRUCE S.A. Contratistas Generales y PROIME Contratistas Generales S.A.
Ingeniero Projectista	: Dr. en Ingeniería Víctor Sánchez Moya.
Ingeniero Supervisor	: Ing. Efrain Rondinel Cornejo e Ing. Nelson Gonzáles Osorio.
Ingeniero Residente	: Ing. Alberto Siles Basualdo e Ing. Víctor Cueva Bardales.
Técnico de Campo	: Bachiller en Ingeniería Marco A. Navarro Neyra.
Inicio y Fin de Obras	: 15 de Junio 1998 – 21 de Marzo del 2001.

EVALUACIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL PUENTE CUICUA – APURÍMAC

CAPÍTULO I

EVALUACIÓN DE PROCEDIMIENTOS EMPLEADOS EN OBRA

Se procesan los datos del campo y la metodología empleada para alcanzar las metas de la construcción. Se han clasificado como procedimientos correctos e incorrectos. También se registran tres rendimientos para tomar en cuenta: el rendimiento del proyecto, el rendimiento ejecutado en obra y el rendimiento propuesto.



CAP I. EVALUACIÓN DE PROCEDIMIENTOS EMPLEADOS EN OBRA

PROCEDIMIENTOS CORRECTOS EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE CUCUA

Antecedentes de Evaluación

En este segmento se describe de manera detallada las partidas de la fase constructiva que dentro de un rango aceptable tuvieron un rendimiento adecuado; estas partidas de cierto modo definieron el avance de obra.

El método de desarrollo adoptado es según se muestra a continuación:

- ✓ **Descripción de labores;** de los controles técnicos, supervisiones, labores topográficas, labores de excavaciones, encofrados o demás que determinan los pasos a seguir de cada partida.
- ✓ **Rendimiento proyectado;** este valor es tomado del presupuesto original el cual fue presentado en la licitación. Es un valor teórico con el cual se inició el proceso de evaluar el costo de construir el puente.
- ✓ **Rendimiento de ejecución;** este valor muestra la velocidad real de ejecución del trabajo, tomado del campo – in situ – en las formas y condiciones en las cuales se presentó la labor.
- ✓ **Rendimiento óptimo;** el valor mostrado en este ítem muestra el rendimiento en las condiciones óptimas de trabajo y que debieron tomarse en cuenta para elaborar un presupuesto de carácter técnico. Este rendimiento, es tomado de acuerdo a experiencias de trabajos similares en las formas y condiciones normales de elaboración.

Finalmente, al haber conseguido el valor del rendimiento más adecuado para cada partida y estableciendo las cuadrillas y materiales para realizar un análisis de costos; llevaremos nuestros resultados para evaluar el presupuesto de ejecución mostrado en el capítulo III.

Partidas Evaluadas

Se muestra a continuación las partidas evaluadas y procesadas como correctas, por tener rendimientos y empleo de recursos similares al proyectado.

1.00 OBRAS PRELIMINARES

1.01 MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO MECÁNICO

Descripción de labores

- a) Se verificó el equipo existente en campo versus el equipo ofertado por el Contratista en su propuesta económica, la cual no será mayor de 0.50 global para la desmovilización.
- b) Se realizó una verificación in situ de las características principales de los equipos de construcción e instalaciones del campamento cuidando que se encuentren siempre operativos.
- c) Se evaluó el rendimiento de los equipos más importantes. En caso de presentar deficiencias mecánicas se solicitaba el retiro del equipo, para que sea remplazado por otro en buenas condiciones.
- d) En lo posible no debe retirarse ningún equipo y/o instalación, sin previa autorización por escrito de la Supervisión.
- e) En el momento de la desmovilización, se controló en campo si era necesaria la presencia del equipo para su retiro físico del campo, la cual no será mayor de 0.50 global.
- f) El lote constó de 20 viajes desde Lima a Abancay, lo cual llevó a calcular el rendimiento mostrado en el cuadro resumen.

1.01 Movilización y desmovilización de equipo mecánico¹

Rendimiento proyectado : 0.00 Lote/día

Rendimiento de ejecución : 0.05 Lote/día

Rendimiento óptimo : 0.05 Lote/día

1.02 CAMPAMENTO

Descripción de labores

- a) Observar la distribución y ubicación de los campamentos e instalaciones dispuestas para la parte Contratista y para la Supervisión, teniéndose cuidado que no perjudiquen al medio ambiente.

¹ No se estimó un rendimiento en la etapa de estudio, se muestra como un total por lote.

- b) Realizar inspecciones y controles observando que; los campamentos, oficinas, talleres, laboratorios, depósitos, instalaciones, etc., reúnan las condiciones de salubridad, higiene y seguridad.
- c) El Contratista proveerá a la Supervisión de un campamento con un área no menor de 40.00 m² en el lugar que indique la Supervisión, la cual estará dotado de servicios higiénicos y energía eléctrica así mismo de guardianía.
- d) Las labores que implican el campamento demoraron 25 días, lo que se refleja en el rendimiento mostrado en el cuadro resumen.

1.02 Campamento²

Rendimiento proyectado : 0.00 Lote/día

Rendimiento de ejecución : 0.04 Lote/día

Rendimiento óptimo : 0.04 Lote/día

1.03 TRAZO DE NIVELES Y REPLANTEO

Descripción de labores

- a) Verificar los BM, PI, puntos de referencias y niveles que indican los planos del proyecto.
- b) Verificar el trazo de los ejes longitudinales y transversales correspondientes al puente de manera programada de acuerdo a las sucesivas etapas constructivas. Elaborar los planos de secciones transversales para el control de movimiento de tierras, eliminación de desmonte, rellenos y colocación de enrocado de protección.
- c) Verificar físicamente las canteras oficiales para la explotación de agregados para concretos y fuentes de aguas.
- d) Los puntos referenciales, BM, PI, entregados por la Supervisión son hechos mediante hitos de concreto a cuenta del Contratista.

1.03 Trazo de niveles y replanteo

Rendimiento proyectado : 350.00 m²/día

Rendimiento de ejecución : 180.00 m²/día

Rendimiento óptimo : 210.00 m²/día

² No se estimó un rendimiento en la etapa de estudio, se muestra como un total por lote.

1.04 CISTERNA DE 24 m³ Y CAPTACIÓN DE AGUA

Descripción de labores

- a) Se observó las fuentes de agua naturales que se encuentran cercanas a la zona de trabajo, mediante análisis de laboratorio se comprueba que son aptas para el consumo humano y para realizar las mezclas de concreto.
- b) En la captación se colocó un filtro para evitar el paso de vegetación, sólidos en suspensión; además, para purificar el agua y que el uso se presente en óptimas condiciones.
- c) El nivel inferior de la cisterna se colocó lo mejor posible por encima de los niveles de rasante del puente; de tal modo, que la dotación de agua sea provista por gravedad.
- d) La cisterna cuenta con los accesorios de interrupción y de control necesarios para dosificar de manera eficiente las demandas de la obra. Los acabados y forma de construcción correspondía a la parte contratante y contaba con la aprobación de la Supervisión. Las medidas en planta son de 4.30 x 6.30 m.
- e) Se tomo en cuenta la prueba ASTM C-109, la cual comenta que se prepara cubos de mortero usando el agua dudosa y compararlos con cubos similares elaborados con agua potable. Se prueba a los 7 y 28 días y si la diferencia en los resultados es menor que el 90% se aceptará el agua para uso del concreto.
- f) La cisterna se ejecutó mediante un sistema de albañilería confinada, enlucida interiormente con una proporción generosa en cemento para hacer impermeable la mezcla. El volumen total de la cisterna se dividió en dos porciones iguales, de tal forma se separe el agua de uso directo en obra con el agua de curado de probetas de concreto.

1.04 Cisterna de 24 m³ y captación de agua

Rendimiento proyectado : 0.35 Und/día

Rendimiento de ejecución : 0.25 Und/día

Rendimiento óptimo : 0.25 Und/día

2.00 MOVIMIENTO DE TIERRAS

2.06 RELLENO COMPACTADO DE EXCAVACIÓN REMANENTE

Descripción de labores

- a) Aprobar el tipo de material que se utilizará en los rellenos de las sobre excavaciones laterales contiguas a la estructura.
- b) Control de limpieza del fondo de la excavación, que esté libre de material orgánico, piedras o desechos del consumo de obra.
- c) Verificación del equipo apropiado a utilizar. Entiéndase, como equipo para colocación del material de relleno y compactación, considerando la altura de las columnas del pórtico de concreto.
- d) Control del material relleno aprobado tanto en cantera como en obra.
- e) Control de la ejecución del relleno por capas de 0.30 m como máximo hasta la superficie circundante.
- f) Control de la densidad de las compactaciones por el laboratorio de la Supervisión al menos una vez por capa.
- g) Determinar según los planos la altura a rellenar, entonces se aprobó como grados de compactación mínimos 95% y 98%, correspondientes a la mitad inferior y a la mitad superior respectivamente. El método de obtención del grado de compactación es del cono de arena, evaluado tanto por el Contratista como por el Supervisor. Cuando una capa no cumple con los requerimientos mínimos por contener demasiada humedad, se escarificaba la superficie para dejar secar el material, luego compactar y tomar una nueva prueba.
- h) El relleno detrás de los estribos y contiguo a los muros de contención laterales no se colocó antes de los 14 días del llenado de concretos, por motivo de esperar un adecuado desarrollo de la resistencia.
- i) El relleno en seco se considera por encima del nivel freático.
- j) El relleno bajo agua se considera por debajo del nivel freático.

2.06 Relleno compactado de excavación remanente

Rendimiento proyectado : 23.00 m³/día

Rendimiento de ejecución : 40.00 m³/día

Rendimiento óptimo : 40.00 m³/día

2.08 ENROCADO DE PROTECCIÓN

Descripción de labores

- a) Aprobar la cantera de rocas de buena calidad según el cuadro de distribución granulométrica descrita en la **Tabla N° 6** del anexo C; éstas se encontrarán sanas, compactas y resistentes para su explotación.
- b) La cantera aprobada se encontró a 250.00 m aguas arriba del puente, la composición de la roca se aprecia de óptima calidad sin presencia de óxido, de diversa granulometría, cuya colocación tiene un perímetro de 40.00 m de largo y un ancho de 11.00 m.
- c) Verificar el equipo apropiado para la explotación en cantera y la colocación del enrocado en obra.
- d) Control de la colocación del enrocado con el tamaño máximo indicado en los usos granulométricos aprobado para el puente. Se colocará de tal forma que los tamaños más pequeños rellenen los vacíos entre los bloques grandes para lograr una adecuada traba entre las unidades.
- e) La función del enrocado es la de proteger al puente de objetos que golpeen la estructura en épocas de avenida.
- f) Verificar que la superficie final exterior deba quedar lo más uniforme posible, de tal modo no se originen vórtices de socavación.

2.08 Enrocado de protección

Rendimiento proyectado : 43.00 m³/día

Rendimiento de ejecución : 50.00 m³/día

Rendimiento óptimo : 50.00 m³/día

2.09 ENCAUZAMIENTO DE RÍO (*partida nueva*)

Descripción de labores

- a) Obtener las secciones transversales aguas abajo y aguas arriba según lo indicado en los planos y/o indicaciones escritas por el jefe de la Supervisión, como punto de referencia de los controles.
- b) Control del equipo apropiado a utilizar sea retroexcavadora y/o tractor tipo bulldozer para efectuar trabajos de movimiento del material.

- c) Control de las secciones transversales modificadas del material removido y transportado hacia ambos márgenes del río de acuerdo a las referencias planteadas según el ítem a) y a los planos.
- d) Verificar que el fondo del cauce sea nivelado, es decir rebajando las zonas altas y acomodándolas en lo posible en las zonas bajas del cauce ó transfiriéndolo a las zonas laterales del cauce.

2.09 Encauzamiento de río³

Rendimiento proyectado 0.00 m³/día

Rendimiento de ejecución : 180.00 m³/día

Rendimiento óptimo : 180.00 m³/día

2.10 MUROS DE SOSTENIMIENTO Y PROTECCIÓN (partida nueva)

Descripción de labores

- a) Después de vaciadas las columnas del pórtico y de realizar la limpieza de ambos márgenes se ejecutó el levantamiento de muros enrocados para proteger lateralmente al puente de la erosión del río.
- b) El mortero recomendable para las condiciones de trabajo de este muro de protección es de 1:6, además de la colocación de acero de refuerzo de 5/8" @ 0.60 m de alto, penetrando en el terreno 0.20 m.
- c) Se controla el espesor de la junta de mortero entre las unidades que es como máximo de 1", en la unión entre el muro de roca y la estructura del puente se colocará tecnopor de 2" para la dilatación.
- d) El volumen contenido entre el muro de protección y el talud del terreno natural será rellenado con material seleccionado tipo A-1, según los detalles descritos en el ítem 2.06.

2.10 Muros de sostenimiento y protección⁴

Rendimiento proyectado : 0.00 m³/día

Rendimiento de ejecución : 12.00 m³/día

Rendimiento óptimo : 16.00 m³/día

³ Se adopta como partida nueva enfocada como medida de protección. Se realiza la limpieza del cauce para estabilizar el curso de agua.

⁴ Se adopta como partida nueva orientada como protección. El cruce del río a través del puente formaba vórtices erosionables en la parte lateral de ambos márgenes.

3.00 ENCOFRADOS

Descripción de labores

- a) Verificar que los encofrados tengan la forma que se indica en los planos tanto en las dimensiones como su ubicación en la estructura.
- b) Controlar que los encofrados construidos resistan totalmente el empuje del concreto al momento del relleno sin deformarse.
- c) Los encofrados de superficie no visibles pueden ser construidos con madera en bruto (se empleó en campo madera tornillo), pero sus juntas deberán ser convenientemente calafateadas (junta con espuma de polietileno y cinta "masking tape") para evitar fugas de la pasta.
- d) Los encofrados de superficie visibles son elaborados en madera laminada, planchas duras de fibras prensadas, madera machihembrada, aparejada y cepillada ó de metal. Las juntas de unión deberán ser calafateadas de modo que no permitirá la fuga de la pasta. Todas las aristas visibles deben ser fileteadas según se muestra en los detalles de planos.
- e) Antes del llenado de concreto, verificar que los encofrados estén humedecidos y las superficies interiores recubiertas con aceite, grasa o jabón, para evitar la adherencia del mortero.
- f) Controlar que los encofrados no sean retirados antes de los tiempos establecidos en las especificaciones técnicas.
- g) Para el llenado de concreto en el encofrado, el Contratista deberá pedir autorización por escrito a la Supervisión con anticipación de 48 horas para inspeccionar y comprobar las características de los encofrados.

3.02 Encofrado de cimentación bajo agua⁵

Rendimiento proyectado : 0.00 m²/día

Rendimiento de ejecución : 14.00 m²/día

Rendimiento óptimo : 14.00 m²/día

⁵ Al eliminarse todas las partidas referentes al caisson del margen izquierdo (cuya estructura fue reemplazada por un macizo de concreto), tuvo que modificarse el presupuesto original. El encofrado de la cimentación bajo agua es una partida nueva adoptada en la etapa de construcción.

3.03 Encofrado de caisson⁶

Rendimiento proyectado : 10.40 m²/día

Rendimiento de ejecución 0.00 m²/día

Rendimiento óptimo 0.00 m²/día

3.04 Encofrado de columnas y estribos en seco

Rendimiento proyectado : 10.00 m²/día

Rendimiento de ejecución : 8.00 m²/día

Rendimiento óptimo : 10.00 m²/día

3.05 Encofrado de columnas y estribos bajo agua⁷

Rendimiento proyectado 0.00 m²/día

Rendimiento de ejecución 8.00 m²/día

Rendimiento óptimo : 10.00 m²/día

3.06 Encofrado de vigas, estribo, losas y diafragmas

Rendimiento proyectado : 21.00 m²/día

Rendimiento de ejecución : 18.00 m²/día

Rendimiento óptimo : 18.00 m²/día

3.07 Encofrado de veredas⁸

Rendimiento proyectado : 36.00 ml/día

Rendimiento de ejecución : 24.00 m²/día

Rendimiento óptimo : 24.00 m²/día

5.00 CONCRETOS

Descripción de labores

- a) Revisión y aprobación del diseño de mezcla de los tipos de concreto que indican las especificaciones técnicas y los planos, que deberá presentar el Contratista al jefe de la Supervisión.
- b) Control de la explotación de canteras de agregados aprobados por el jefe de la Supervisión.

⁶ Es una partida correspondiente al caisson de la margen izquierda eliminada en la etapa de construcción.

No se consideró esta partida en el estudio original, debido a que inicialmente se suponía que al terminar las cimentaciones el agua de la napa freática se sellaba con el peso del concreto. Como no ocurrió del modo previsto tuvo que adoptarse como una partida nueva.

⁸ El cambio de las unidades de ml a m² se realiza porque según se aprecia en los planos correspondientes; los paneles que forman la vereda no tienen la misma área, por lo que es más complicado realizar un análisis de costos por ml.

- c) Se tiene en cuenta que la ubicación de la cantera se encontraba a 40 minutos del puente aguas abajo. El equipo provisto y adecuado es una chancadora modelo Parker de 20.00 HP con las zarandas necesarias para obtener la diversa granulometría usada en el puente.
- d) Antes de realizar el llenado de cualquier tipo de concreto, verificar en obra que el equipo necesario esté operativo, los agregados a usar en la mezcla deben de estar limpios, libre de impurezas, sales y sustancias orgánicas; el cemento debe de estar libre de grumos o aglutinaciones.
- e) El agua de mezcla debe ser limpia, libre de aceite, ácidos, álcalis o materia orgánica, los encofrados deben de estar limpios de todo material extraño.
- f) El Contratista deberá presentar a la Supervisión un certificado de la calidad del agua de las fuentes aprobadas ya que sin su verificación por los medios adecuados no se podrá autorizar su uso. Se hizo mención en el ítem 1.04 de la prueba ASTM C-109.
- g) Verificar en obra que el Contratista almacene el cemento correctamente bajo techo, si es posible que el piso del almacén sea forrado con plástico para evitar el paso de humedad.
- h) Verificar en obra que el agregado sea triturado y/o zarandeado según la granulometría indicada en las especificaciones técnicas.
- i) El Supervisor comprobará en cualquier momento durante el proceso de llenado de concreto, la buena calidad de la mezcla rechazando todo material defectuoso, entendiéndose por variación de cantidad de agregados, demasiada agua en la mezcla, contenido de impurezas.
- j) Verificar durante el llenado que el concreto sea transportado y colocado de modo de no permitir la segregación de sus componentes, además no se aceptará el llenado de concreto que tenga más de 30 minutos de preparado, por razones obvias de tiempo de fragua.
- k) En caso que la colocación de concreto sea interrumpida de la cimentación a la elevación de cualquier estribo o elemento superior se dejará llaves horizontales en la longitud de la estructura para el correcto desarrollo del esfuerzo cortante; y para ampliar la longitud de una estructura se dejará llaves verticales según indicación del Supervisor.
- l) La altura de llenado de concreto no deberá exceder de 3.00 m, para evitar el colapso del encofrado por empuje de la mezcla.

- m) Se tomará como mínimo 9 testigos por cada llenado, realizando el ensayo de rotura por compresión de la manera siguiente: 03 muestras a los 7 días, 03 muestras a los 14 días, 03 muestras a los 28 días. El Contratista proporcionará estos testigos al Supervisor. La resistencia promedio del grupo no podrá ser menor que la exigida en el proyecto.
- n) Realizar el control del curado tan pronto se haya iniciado el endurecimiento del concreto en la superficie.
- o) Las probetas serán conservadas húmedas durante 7 días como mínimo si se ha usado cemento Portland normal o tipo I, y durante 3 días si se ha usado cemento de alta resistencia inicial o algún aditivo del tipo acelerante de fragua.

5.01 Concreto ciclópeo $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ en seco⁹

Rendimiento proyectado : 22.00 m³/día

Rendimiento de ejecución : 0.00 m³/día

Rendimiento óptimo : 0.00 m³/día

5.01 Concreto $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ bajo agua¹⁰

Rendimiento proyectado : 0.00 m³/día

Rendimiento de ejecución : 10.00 m³/día

Rendimiento óptimo : 10.00 m³/día

5.02 Concreto ciclópeo $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ bajo agua¹¹

Rendimiento proyectado : 0.00 m³/día

Rendimiento de ejecución : 10.00 m³/día

Rendimiento óptimo : 10.00 m³/día

5.04 Concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en seco

Rendimiento proyectado : 18.00 m³/día

Rendimiento de ejecución : 10.00 m³/día

Rendimiento óptimo : 10.00 m³/día

⁹ Esta partida es eliminada en el proceso constructivo y está referida al caisson del margen izquierdo. Esencialmente corresponde al sello del caisson, que evita el paso del agua subterránea. Es necesario colocar un sello de concreto al paso del agua subterránea; ya que en la etapa de movimiento de tierras se produce una depresión del nivel de la napa freática, lo cual origina mayor velocidad en el flujo de movimiento que se incrementa conforme se profundiza en las excavaciones.

¹⁰ Adoptada como partida nueva. Referida a la falsa zapata del margen izquierdo, colocada como base de la estructura maciza de concreto que reemplaza al caisson.

¹¹ Adoptada como partida nueva. Reemplaza a la partida 5.01 original, ubicada en el margen izquierdo y cumpliendo la función de falsa zapata y sello al paso de agua subterránea.

5.05 Concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ bajo agua¹²

Rendimiento proyectado : 0.00 m³/día

Rendimiento de ejecución : 10.00 m³/día

Rendimiento óptimo : 10.00 m³/día

5.07 Concreto $f'c = 320 \text{ Kg/cm}^2$ en seco¹³

Rendimiento proyectado : 18.00 m³/día

Rendimiento de ejecución : 0.00 m³/día

Rendimiento óptimo : 10.00 m³/día

5.07 Concreto $f'c = 320 \text{ Kg/cm}^2$ en seco + Acelerante¹⁴

Rendimiento proyectado : 0.00 m³/día

Rendimiento de ejecución : 10.00 m³/día

Rendimiento óptimo : 0.00 m³/día

5.08 Concreto $f'c = 320 \text{ Kg/cm}^2$ bajo agua

Rendimiento proyectado : 15.00 m³/día

Rendimiento de ejecución : 10.00 m³/día

Rendimiento óptimo : 10.00 m³/día

6.00 ARMADURA DE REFUERZO

Descripción de labores

- a) Verificar que todas las barras antes de usarlas, deben estar completamente limpios de pintura, óxido, grasa, aceite, o cualquier otra sustancia que disminuya su adherencia al concreto.
- b) Verificar que las barras corrugadas sean dobladas en frío de acuerdo a la forma y dimensiones estipuladas en los planos, que contempla en el diseño la codificación respectiva de cada pieza: código 300 para aceros de $\varnothing 3/8"$, código 400 para aceros de $\varnothing 1/2"$, código 500 para aceros de $\varnothing 5/8"$ y código 600 para aceros de $\varnothing 3/4"$.
- c) Verificar en obra que la habilitación del acero en barra cumpla con el diámetro, cantidad y tamaño, conforme a los planos estructurales.

¹² Se adopta como partida nueva. Corresponde al concreto del macizo del margen izquierdo. Estructura que reemplaza al caisson del estudio original.

¹³ Esta partida es eliminada debido a la cercanía de la temporada de lluvias. Se coordinó que el concreto de la superestructura debía de fraguar en el menor tiempo posible.

¹⁴ Se adopta como partida nueva. Reemplaza a la partida 5.07 original y se refiere a la suma en la mezcla de aditivo acelerante de fragua, para ejecutar con celeridad los trabajos de postensados.

- d) Control de que la armadura sea colocada en su posición según las indicaciones de los planos, debidamente sujeta para el llenado y vibrado del concreto, con separadores de mortero para conservar los respectivos recubrimientos.
- e) Ejecución de plantillas sobre solados de concreto, que permitan desarrollar las medidas correctas de las barras en los diferentes volúmenes de la estructura.
- f) Verificar de que los empalmes a traslapar se realicen de acuerdo a las especificaciones técnicas mostradas.

6.01 Acero de refuerzo¹⁵

Rendimiento proyectado : 300.00 Kg/día

Rendimiento de ejecución : 260.00 Kg/día

Rendimiento óptimo : 280.00 Kg/día

7.00 UNIDADES POSTENSORAS

Descripción de labores

- a) Se presentó a la Supervisión para su aprobación, planos en detalle de colocación de las unidades postensoras, de acuerdo a la patente DIWIDAG SYSTEM INTERNATIONAL DSI para múltiples torones, incluyendo el refuerzo que pudiera ser necesario bajo los anclajes los cuales se muestran en los planos. Se presenta también los detalles del gato hidráulico a usarse con 508.90 cm² y 1.50% de pérdida por fricción, el estiramiento previsto de las unidades, la presión manométrica y las hojas de cálculo respectivas, que garanticen la obtención de las fuerzas postensoras indicadas en los planos.
- b) Se verifica en obra que el acero para postensado a usarse deberá cumplir con las especificaciones ASTM 416 en el caso de torones. Los torones que se empleen deberán ser liberados de esfuerzo y de baja relajación. Los torones son de Ø 0.6" ó 5/8" con un área de 1.40 cm², con un esfuerzo a la rotura de 270 KSI ó 18954 Kg/cm².

¹⁵ El rendimiento se muestra bajo, debido al desarrollo de volúmenes no constantes en la estructura. No se podía ejecutar un molde único de barras de acero, porque cada unidad presentaba diferente medida según la sección trabajada (ver planos anexo B).

- c) Se precisa indicar que en el diseño estructural se estima un esfuerzo promedio del 76% del esfuerzo a la rotura. Esta hipótesis nace de las discusiones de la curva esfuerzo deformación del acero postensor, en la **Figura N°1** se muestra este detalle.

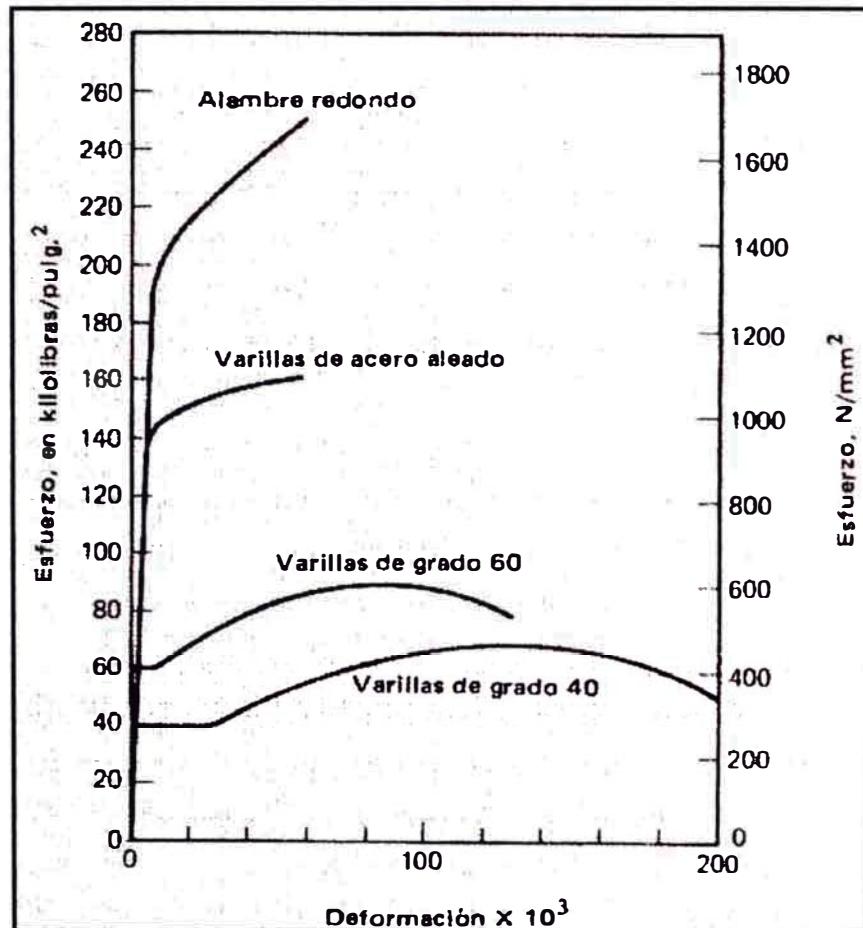


Figura N°1. Curvas de esfuerzo-deformación para acero de refuerzo típico y acero de tensado de baja relajación. Tomado del libro "Concreto Reforzado – Un Enfoque Básico" de Edgard G. Navy P. E., edición 1988.

- d) Se deberá tener a la vista el certificado de fábrica por cada lote de cables que se emplee con el fin de que garantice su carga última.
- e) Los ductos metálicos corrugados que alojan los tendones postensados serán de las siguientes medidas: \varnothing 7 cm. para las vigas y \varnothing 8 cm. para las columnas.
- f) Es conveniente disponer de los catálogos del fabricante para la revisión del tipo de material, dimensiones y colocación de los anclajes apoyándose en los encofrados en forma firme en la posición indicada según los planos, debiendo ser perpendiculares al eje del tendón.

- g) **Primera etapa;** controlar la colocación de los ductos dentro de los encofrados de las vigas, donde se podrá colocarlos vacíos para posteriormente lanzar los torones dentro de ellos. Debe tenerse en cuenta que los anclajes fijos deben quedar empotrados juntamente con el encofrado, totalmente trabados para evitar el movimiento de los mismos que implique el desplazamiento de los ejes de cada tendón.
- h) Cuando quede concluida la comprobación de la inalterabilidad de cada ducto, después de terminado el llenado de concreto de las vigas o columnas, se efectuará el sondeo de cada uno pasando un instrumento apropiado de un diámetro de 10 mm., menor que el diámetro interior del ducto, de un extremo al otro para comprobar que no existen materias extrañas en el interior. Al terminar satisfactoriamente la prueba, se taparán ambos extremos, para impedir el ingreso de materias extrañas, hasta la colocación del cable de continuidad.
- i) **Segunda etapa;** donde se realiza el tensado de los tendones tanto de las columnas como de las vigas, lo cual se podrá ejecutar cuando el concreto alcance una resistencia mínima de 255 Kg/cm². Se establece para esta etapa los parámetros de cálculo siguientes: coeficientes de fricción $\mu = 0.19$ 1/rad (angular) y $\kappa = 0.001$ 1/ml (lineal). También se presentan las fuerzas finales según el proyecto 1250 toneladas para las vigas y 600 toneladas para las columnas, cuyos alargamientos teóricos son de 353 mm. y 52 mm. \pm 10% para vigas y columnas respectivamente. Los cálculos de presión manométrica en el gato hidráulico y los estiramientos son evaluados en el capítulo II, donde se elabora con mayor minuciosidad para el interés de futuros trabajos de investigación.
- j) Verificar que el tensado de los cables se hará hasta lograr la fuerza indicada en los planos. La fuerza postensora se aplicará en etapas escalonadas¹⁶, leyéndose los alargamientos respectivos a partir del primer estiramiento. Finalmente cuando todos los tendones han alcanzado sus fuerzas de trabajo, se acuñan terminando con la operación de tensado. La longitud final de alargamiento se obtendrá de restar el embutido del cable, medido en campo debido al cese de la fuerza postensora y sumar el acuñamiento de 6 mm.

¹⁶ El procedimiento de postensado se muestra en detalle en el capítulo II.

- k) Verificar que al término de la operación se recortará los extremos sobrantes de los cables y se sellarán los anclajes para iniciar la inyección de mortero. El corte del acero sobrante se hará con disco giratorio y no deberá hacerse más cerca que 4 cm. de las cuñas de los anclajes.
- l) **Tercera etapa;** donde se inicia las labores de inyección de los ductos, método aplicable para proteger los cables de la corrosión y soportar el esfuerzo de embutimiento del cable colaborando con la cuña.
- m) Verificar en obra la elaboración del mortero de inyección el cual es una mezcla de agua, cemento Portland y adición de "Intraplast Z" como expansivo al 2% del peso de cemento que proporciona el llenado de todos los poros e intersecciones dentro de los ductos. El agua a usar debe ser aprobada por un certificado de calidad, el cemento debe estar libre de aglutinaciones, si en caso emplea arena debe ser aprobada su granulometría por la Supervisión.
- n) El proceso comienza con la colocación dentro de los tendones de Mecanol, un aceite soluble en agua cuya función es la de adherirse al torón y suavizar la fricción entre los cables debido a la fuerza postensora. El ingreso se realiza por los anclajes móviles y con la ayuda del equipo compresor se inyecta aire, de tal modo que se debe observar la salida del aceite por los ductos de inspección. Para concluir se ejecuta el lavado de los tendones para drenar el aceite sobrante, quedando listo para la inyección de mortero.
- o) La inyección de los tendones se realiza con la ayuda de una bomba manual controlando que la presión no sea mayor a 5 bares. La mezcla de mortero es de 5.50 galones de agua por una bolsa de cemento con adición de Intraplast al 2% del peso del cemento. La mezcla se colocará en un balde preparado con manivela giratoria que hará la función de evitar que el mortero se haga grumos, se debe apreciar la salida de la mezcla por los ductos de inspección, con la misma consistencia que la mezcla de ingreso, dando por terminada la operación. Finalmente se rellena la cajuela del anclaje móvil con concreto. Los detalles técnicos de lo expuesto en este ítem, podemos apreciarlo en la **Figura N° 2**.

- p) Se aprecia los detalles de control de campo de alargamiento de los tendones y el cálculo de compensación de tensión en el capítulo II.

7.01 Tendón postensor¹⁷

Rendimiento proyectado : 35 000.00 Ton-m/día

Rendimiento de ejecución : 0.00 Ton-m/día

Rendimiento óptimo : 0.00 Ton-m/día

7.02 Anclaje¹⁸

Rendimiento proyectado : 200.00 Kg/día

Rendimiento de ejecución : 0.00 Kg/día

Rendimiento óptimo : 0.00 Kg/día

7.03 Colocación y fijación de ductos¹⁹

Rendimiento proyectado : 0.00 ml/día

Rendimiento de ejecución : 200.00 ml/día

Rendimiento óptimo : 200.00 ml/día

7.04 Colocación de anclajes para postensados²⁰

Rendimiento proyectado : 0.00 Kg/día

Rendimiento de ejecución : 150.00 Kg/día

Rendimiento óptimo : 150.00 Kg/día

7.05 Tensado de columnas y vigas²¹

Rendimiento proyectado : 0.00 ml/día

Rendimiento de ejecución : 850.00 ml/día

Rendimiento óptimo : 850.00 ml/día

¹⁷ Partida que presenta el costo en forma global. Para evaluar los insumos utilizados en las labores de postensados es que se procedió a orientar el análisis por etapas de fabricación. Por tal razón, tal como se muestra a partir del ítem 7.03 encontramos la colocación de ductos y anclajes, luego la etapa de postensado de los elementos propiamente en el ítem 7.05 y finalmente el ítem 7.06 que considera la labor de inyección de mortero en ductos.

¹⁸ Al igual que en la partida 7.01, se presenta el costo en forma global y no considera los insumos utilizados. De este modo no se puede programar un control adecuado en la ejecución de labores, además no se realiza la diferencia entre los sistemas de anclajes de los elementos.

¹⁹ Partida comprendida en la primera etapa de ejecución; aquí se considera la funda corrugada que contiene los tendones de las columnas y vigas.

²⁰ Pertenece también en la primera etapa de ejecución, en la cual se considera el acero corrugado de refuerzo mostrados en la Figura N°2 y los sistemas de anclaje usado tanto el fijo como el móvil.

²¹ Partida que comprende el objetivo principal de la segunda etapa de fabricación; nótese la modificación de las unidades de análisis de Ton-m a ml por cada día. De este modo se facilita la evaluación de la longitud de tendones usado en campo, además de incluir el empleo del gato hidráulico como insumo.

7.06 Inyección de mortero en tendones²²

Rendimiento proyectado 0.00 ml/día

Rendimiento de ejecución : 350.00 ml/día

Rendimiento óptimo : 350.00 ml/día

8.00 PAVIMENTOS

Descripción de labores

- a) El Contratista presenta a la Supervisión el diseño de mezcla de la carpeta asfáltica en frío de 2" de espesor, donde se incluye los porcentajes de agregados gruesos, finos y el asfalto líquido tipo RC-250 de curado rápido. El asfalto líquido debe cumplir con las disposiciones de la norma AASHTO M20/M81 y la norma ASTM D946/D2028.
- b) Se debe verificar en obra que las canteras de los agregados deben de ser aprobados por el Supervisor mediante los ensayos de laboratorio que correspondan. Cualquier cambio de cantera de agregados que haga el Contratista deberá ser aprobada por el Supervisor, previa presentación del nuevo diseño de mezcla evaluada.
- c) Se considera como agregado grueso aquella porción retenido en la malla N° 10 compuesto de piedras o gravas trituradas, limpias, compacto y durable cuyo porcentaje de desgaste es no mayor de 40% a 500 revoluciones según el ensayo AASHTO T-96, y al ser sometido a cinco ensayos de resistencia mediante sulfato de sodio por el método AASHTO T-104 no podrá tener una pérdida de peso mayor de un 12%.
- d) Se realiza un control en la producción de agregados para la mezcla, no se aceptan partículas chatas o alargadas cuando se utilice grava triturada, no menos de un 50% en peso, retenida por el tamiz N° 4.
- e) Es imprescindible verificar que el material agregado carezca de terrones de arcilla o de partículas adheridas de arcilla u otras materias como sales que podrían impedir una impregnación total con el producto bituminoso; la Supervisión realiza este control de forma minuciosa, porque el desprendimiento y separación de los agregados de la masa asfáltica es común en diversas obras del país.

²² Partida correspondiente a la tercera etapa de ejecución, donde se analiza los siguientes insumos: el aditivo expansivo, el aceite reductor de fricción entre tendones, el cemento Portland con la adecuada mezcla de aditivo.

- f) De lo anterior mencionado; se realiza el ensayo de revestimiento y desprendimiento de mezclas de bitumen y agregados según la norma ASTM D1664-66T, la cual especifica que deben tener un porcentaje retenido mayor a 95%, caso contrario deberá usarse algún aditivo aprobado por la Supervisión.
- g) Se considera como agregado fino aquella porción que pasa la malla N° 10 compuesto de arena natural o tamizados de piedra o de una combinación de los mismos; limpios, compactos, de superficies rugosas y angulares carentes de terrones de arcilla u otras sustancias, la cual será aprobado por el ensayo AASHTO T-104 de durabilidad con sulfato de sodio, en este caso la pérdida deberá ser menor de 15%.
- h) Verificar que los tanques de almacenamiento y el asfalto para penetración RC-250 no contengan agua y que cumplan con las especificaciones de PETROPERU.
- i) Verificar que los agregados para producción de la mezcla de asfalto en frío no tengan más de 1.50% de contenido de humedad para permitir la adhesión de asfalto a su superficie.
- j) Realizar un control en la colocación de la mezcla asfáltica, realizando un seguimiento desde la planta al lugar de la obra. El transporte se realizará en camiones cerrados y limpios de toda sustancia extraña, la mezcla será distribuida con un equipo de pavimento autopropulsado; inmediatamente después que la mezcla haya sido repartida y emparejada la superficie será inspeccionada, nivelando todas las irregularidades comprobadas. La compactación inicial se hará con rodillo neumático autopropulsado. No se permite en la ejecución de este trabajo el uso de equipo no adecuado.
- k) Control en obra de la mezcla de imprimación, que estará en la proporción adecuada de asfalto tipo RC-250 según la norma AASTHO M-81 con kerosén industrial.
- l) Para ejecutar el imprimado en la calzada del puente, se debe contar con el equipo apropiado: una compresora con adecuada capacidad de flujo de aire (entre 125 y 175 PCM), una unidad calentadora para el material bituminoso y un distribuidor a presión. Es muy importante tener presente que la temperatura atmosférica sea superior de 15 °C y que la superficie esté seca y libre de impurezas.

- m) Control de la colocación de la imprimación sobre la calzada del puente; la cual será ejecutada por un camión distribuidor de asfalto cuyo tacómetro tenga una escala calibrada en revoluciones por minuto (RPM) que pueda determinar la velocidad del vehículo con una aproximación de 3.00 m/s. Las boquillas deben ser construidas para evitar la obstrucción durante las operaciones intermitentes y con un cierre inmediato que corte la distribución del asfalto líquido cuando éste cese evitando el goteo.
- n) Inmediatamente después de la aplicación de la capa de imprimación, ésta debe ser protegida del tránsito durante el período de curado, debe oreearse sin ser arenada por un lapso de 24 horas. Se debe conservar la superficie imprimada hasta que la carpeta asfáltica sea colocada.
- o) Se realiza un control en los empalmes transversales y longitudinales para colocar la mezcla, el borde será siempre vertical, además se aplicará una capa de asfalto para cubrir superficies de contacto antes de colocar mezcla adicional sobre un material previamente compactado. El espesor de la carpeta asfáltica después del proceso de compactación debe ser 2" o 5 cm.

8.01 Imprimación asfáltica²³

Rendimiento proyectado : 1200.00 m²/día

Rendimiento de ejecución : 900.00 m²/día

Rendimiento óptimo : 900.00 m²/día

8.02 Carpeta asfáltica en frío²⁴

Rendimiento proyectado : 1500.00 m²/día

Rendimiento de ejecución : 1000.00 m²/día

Rendimiento óptimo : 1000.00 m²/día

²³ El rendimiento de ejecución es menor al promedio ofrecido en carreteras, por tratarse de una estructura con superficie no muy porosa; por lo que la imprimación debe realizarse evitando que se acumule el líquido o forme estancamiento. De este modo, después del proceso ejecutado la superficie debe quedar nivelada con un espesor constante de líquido imprimante.

²⁴ Al igual que en la partida anterior, el rendimiento no es el mismo que para la ejecución de carreteras; porque la estructura requiere de un proceso moderado de colocación de la mezcla asfáltica con un control de la vibración del equipo evitando dañar los elementos que lo conforman, por la misma razón es conveniente el empleo de la mezcla en frío de curado rápido tipo RC.

9.00 VARIOS

9.01 ACABADO DE VEREDAS

Descripción de labores

- a) En esta partida se establece el acabado de la pintura vial que se aplicará en los bordes de las veredas del puente, de tal forma que la circulación en el puente ofrezca la seguridad del caso.
- b) Verificar que toda la superficie de concreto a pintar esté completamente limpia de polvo, aceite o eflorescencias, realizando este procedimiento mediante una compresora y escobillas metálicas; evitar que se utilice en la limpieza jabones u otros detergentes orgánicos.
- c) Control de que la superficie de concreto esté humedecida antes de aplicar la pintura evitando que el agua chorree en las paredes. Además de observar una correcta proporción entre la pintura en polvo con agua.
- d) Control en la aplicación de la pintura, recomendando trabajar a la sombra y nunca a una temperatura atmosférica inferior a 5 °C, se verificará la aplicación de dos manos de pintura teniendo cuidado que la segunda mano se aplicará no antes de 24 horas de secada la primera mano.

9.01 Acabado de veredas

Rendimiento proyectado : 14.00 ml/día

Rendimiento de ejecución : 22.00 ml/día

Rendimiento óptimo : 22.00 ml/día

9.02 TUBOS DE DRENAJE

Descripción de labores

- a) Verificar que el material de drenaje sea de PVC tipo pesado de Ø 3" y revisar el detalle de la tubería rompe agua mostrada en los planos donde se aprecia la bruña longitudinal de PVC-P de Ø 1".
- b) Control en la colocación de los tubos de drenaje en el tablero del puente, en el ángulo diedro formado por la cara del sardinel y la superficie de rodadura, según indicación de la lámina respectiva.

- c) El tubo de drenaje deberá estar debidamente sujetado a la armadura del sardinel con la distancia indicada en los planos.

9.02 Tubos de drenaje

Rendimiento proyectado : 10.00 Und/día

Rendimiento de ejecución : 30.00 Und/día

Rendimiento óptimo : 30.00 Und/día

9.04 BARANDA METÁLICA

Descripción de labores

- a) Verificar que los tubos y postes de acero tengan las dimensiones indicadas en los planos del proyecto. En la etapa de llenado de concreto de las veredas, se ha dejado una plantilla en el lugar donde se colocará los postes de sostenimiento de las barandas.
- b) Los postes metálicos se fabricarán del siguiente modo: un alma de plancha de acero de 6" de ancho y espesor de 3/8" y un recubrimiento de 5 1/2" de ancho y espesor de 3/8" colocados en la forma indicada en los planos del proyecto. Cada poste es acoplado a la vereda con pernos de anclaje tipo U de Ø 5/8" y ajustado mediante una plancha de 8" x 8" por un espesor de 1/2"; además, se dejará en el alma del poste dos agujeros de 2 1/2" para el paso del pasamanos con una separación de 1.00 cm. a manera de permitir las dilataciones por temperatura de la baranda y la deflexiones de la estructura sin que ocurran esfuerzos.
- c) Verificar que cada poste sea pintado en fábrica con dos manos de pintura anticorrosivo de acuerdo a lo indicado en la partida de pinturas, asimismo dos manos en la pintura de acabado según lo indicado en las especificaciones técnicas del proyecto.
- d) Verificar que el pasamano esté constituido por dos tubos galvanizados de Ø 2 1/2", con las respectivas juntas de dilatación de 2.00 cm.

9.04 A Postes de baranda

Rendimiento proyectado : 4.00 Und/día

Rendimiento de ejecución : 8.00 Und/día

Rendimiento óptimo : 8.00 Und/día

9.04 B Pasamanos

Rendimiento proyectado : 15.00 ml/día

Rendimiento de ejecución : 40.00 ml/día

Rendimiento óptimo : 40.00 ml/día

9.05 ALBAÑILERÍA HUECA EN VEREDAS

Descripción de labores

- a) Verificar la colocación de unidades de ladrillos huecos entre los sardineles de las veredas sobre el cual se colocará una losa de concreto armado de 100 mm. de espesor según indicaciones del plano correspondiente.
- b) Control de la mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en losa de vereda y sardineles, ubicada en el espacio dejado por el ladrillo hueco.
- c) El acabado de la vereda es semi pulido, considerando un remate con bombeo de drenaje de 2 % como se indica en los planos.
- d) La fabricación de cada unidad de albañilería se realizará con mortero de cemento y arena gruesa en la proporción 1:4. Las medidas de fabricación son 25 x 30 x 18 cm. y se colocarán en dos hileras para formar la sección tipo cajón, de este modo se reduce el peso de este elemento en la zona de voladizos.

9.05 Albañilería hueca en veredas

Rendimiento proyectado : 20.00 ml/día

Rendimiento de ejecución : 25.00 ml/día

Rendimiento óptimo : 25.00 ml/día

9.06 JUNTA METÁLICA DE DILATACIÓN – CONTRACCIÓN

Descripción de labores

- a) La junta metálica de dilatación –contracción está colocada en los extremos del puente entre la losa del tablero y el estribo del margen izquierdo en todo el ancho de la calzada.
- b) Se debe verificar que la junta sea fabricada y colocada de acuerdo a lo indicado en los planos respectivos del proyecto.

- c) Verificar que durante el encofrado del estribo y la losa del tablero del puente la junta metálica esté debidamente sujeta antes de colocar el concreto, de modo que quede empotrada en la estructura.
- d) El sello de jebe se colocará después de llenada y fraguada la losa del puente, adicionando puntos de soldadura en los pernos para evitar se suelten las conexiones con el constante uso del puente.

9.06 Junta metálica de dilatación – contracción

Rendimiento proyectado : 4.00 ml/día

Rendimiento real : 0.25 Und/día

Rendimiento óptimo : 0.25 Und/día

9.08 PINTURA DE POSTES DE BARANDA Y PASAMANOS

Descripción de labores

- a) La Supervisión revisa y aprueba las especificaciones técnicas de las pinturas que presente el Contratista para ser usadas en las barandas, tanto para el anticorrosivo mate como en el acabado esmalte mate color naranja.
- b) Verificar que los postes de baranda y pasamanos hayan sido arenados, obteniendo el color metal blanco comercial, para la aplicación de dos manos de pintura anticorrosivo epóxico Zinc Clad 7 de Sherwin Williams con pistola a presión de aire, el espesor de la capa debe ser de 0.4 mm., medido mediante aparatos de inducción magnética en condición seca.
- c) Verificar que la pintura de acabado en las barandas sea Kem Flex Epoxy de Sherwin Williams, con la aplicación de dos manos con pistola a presión de aire, el espesor de la capa debe ser de 0.3 mm., en condición seca. Los aparatos de inducción magnética podrán ser solicitados por la Supervisión para evaluar el acabado general de la estructura metálica.
- d) Una vez colocados los elementos son retocados con la pintura de acabado (con dos manos por haber sido fabricados en taller), de este modo lo protegemos de impurezas dejadas en la etapa de colocación.

9.08 Pintura de postes de baranda y pasamanos

Rendimiento proyectado : 30.00 ml/día

Rendimiento de ejecución : 40.00 ml/día

Rendimiento óptimo : 40.00 ml/día

9.10 ARTICULACIONES

Descripción de labores

- a) Control en los trabajos de mano de obra necesario para la fabricación de los apoyos articulados de concreto armado, ubicados al pie de los pórticos de concreto, que conectan las columnas con los cimientos.
- b) Control en la aplicación del mortero de concreto de $f'c=320$ kg/cm² en la zona de dilatación de la articulación. Según el detalle de la lámina CUI-5/7, se muestra dos partes del apoyo del pórtico: la parte central conformada por un mortero de cemento y arena gruesa en la proporción de 1:1.40, la arena gruesa resulta del material que pasa 40% la malla 3/8" y pasa 60% la malla N° 4, el slump recomendado es de 3"; del mismo modo, la parte extrema está conformada por un mortero de cemento y arena fina en la proporción de 1:1.30, la arena fina resulta del material que pasa 100% la malla N° 4.
- c) Se realiza el control de la resistencia del mortero, en la obtención mínima de seis testigos por llenado de cada articulación, para ensayo de compresión, dos a los 7 días, dos a los 14 días y dos a los 28 días.
- d) Finalmente se coloca los moldes de tecnopor, según muestran los planos, quedando la articulación del pórtico lista para la función de absorber los esfuerzos de contracción y dilatación de la estructura. Cabe la mención de tener el cuidado adecuado en esta zona; ya que la articulación es una rótula donde los momentos flectores teóricamente no existen o son nulos.

9.10 Articulaciones

Rendimiento proyectado : 0.55 Und/día

Rendimiento de ejecución : 0.60 Und/día

Rendimiento óptimo : 0.60 Und/día

10.01 MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Descripción de labores

- a) Se realizan trabajos que de manera preventiva y correctiva deben ser ejecutados con el fin de minimizar y/o compensar los impactos ambientales ocasionados por la construcción del puente.
- b) Evitar que el Contratista arroje material contaminante al río ya que aguas abajo existen viviendas y ganado.
- c) Evitar que el Contratista deje el material de corte y de excavaciones en sitios que no sean botaderos aprobados por el Supervisor.
- d) Control en el deterioro del paisaje natural evitando dejar depresiones originado por el movimiento de tierras en las excavaciones que permiten la formación de charcos de aguas estancadas proliferando la formación de mosquitos transmisores de distintas enfermedades.
- e) Mantener el régimen hidráulico de la corriente del río una vez concluida la construcción, esto puede hacerse mediante obras de encauzamiento. Resaltamos el hecho que el diseño del puente es de una luz que abarca el ancho del río, no existen pilares en la parte central que modifique el cauce natural y altere la función estructural del puente.

10.01 Medidas de Mitigación del Impacto Ambiental²⁵

Rendimiento proyectado : 0.00 Glb/día

Rendimiento de ejecución : 0.12 Glb/día

Rendimiento óptimo : 0.12 Glb/día

²⁵ No se estimó un rendimiento en la etapa de estudio, el costo global no considera adecuadamente el empleo de los insumos en esta partida. Para concretar el análisis de costos se evaluó los equipos y la mano de obra en el tiempo de ejecución del puente, de esta manera se ha obtenido el rendimiento que se muestra.

PROCEDIMIENTOS INCORRECTOS EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE CUICUA

Antecedentes de Evaluación

En este segundo segmento se describe en forma detallada las partidas de la fase constructiva que no tuvieron un rendimiento óptimo; estas partidas se analizan desde un punto de vista correctivo, explicando los inconvenientes encontrados y retrasos propios de la inexperiencia.

El método de desarrollo adoptado es según se muestra a continuación:

- ✓ **Descripción de labores;** de los controles técnicos, supervisiones, labores topográficas, labores de excavaciones, encofrados o demás que determinan los pasos a seguir de cada partida.
- ✓ **Descripción de acciones defectuosas;** evaluadas desde la etapa de diseño hasta la construcción; desarrollando el tema en las labores de: excavaciones y falso puente que determinaron los retrasos de obra.
- ✓ **Rendimiento proyectado;** este valor es tomado del presupuesto original el cual fue presentado en la licitación. Es un valor teórico con el cual se inició el proceso de evaluar el costo de construir el puente.
- ✓ **Rendimiento de ejecución;** este valor muestra la velocidad real de ejecución del trabajo, tomado del campo – in situ – en las formas y condiciones en las cuales se presentó la labor.
- ✓ **Rendimiento óptimo;** el valor mostrado en este ítem muestra el rendimiento en las condiciones óptimas de trabajo y que debieron tomarse en cuenta para elaborar un presupuesto de carácter técnico. Este rendimiento, es tomado de acuerdo a experiencias de trabajos similares en las formas y condiciones normales de elaboración.

Las soluciones adoptadas en obra explicadas en esta parte juntamente con los resultados del presupuesto de ejecución del capítulo III, establecen el presupuesto propuesto de modificación en el capítulo IV.

Partidas Evaluadas

Se muestra a continuación las partidas evaluadas y procesadas como incorrectas, por tener rendimientos y empleo de recursos no adecuados.

2.00 MOVIMIENTO DE TIERRAS

2.01 EXCAVACIÓN CONGLOMERADO BOLONERÍA EN SECO

2.04 EXCAVACIÓN DE ROCA FIJA EN SECO

Descripción de labores

- a) Se realizó un control topográfico del terreno obteniendo secciones transversales para el inicio de las excavaciones.
- b) Se define la cota de fundación y se verifica el tipo de material y su clasificación en dicha cota cotejando con los datos del plano.
- c) En caso que el material de la cota de fundación no sea conveniente para el sostén de la estructura, habrá que profundizar si es necesario por orden escrita del jefe de la Supervisión.
- d) Realizar un control del uso del material explosivo, número de disparos, factor de carga y prever la seguridad en la zona de trabajo con el tránsito de vehículos, personas y animales; así como proporcionar protección a las viviendas cercanas.
- e) Se tiene en cuenta que las sobre-excavaciones efectuadas por la parte Contratista deberá ser subsanada o rellenada con concreto del tipo ciclópeo de $f'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ a cuenta del Contratista.
- f) Determinar el nivel de la napa freática, encima de la cual se considera la excavación en seco y por debajo se considera la excavación bajo agua, para el margen derecho se obtuvo una cota de 2666.92 msnm y para el margen izquierdo 2666.44 msnm.
- g) Para el control de la estabilidad de las paredes verticales en excavaciones profundas se deberá cumplir con el talud recomendado 1:2 para el material conglomerado, en caso de mayores profundidades deberán construirse defensas como entibados, tablestacados, etc. Para la excavación en roca se debe cumplir con el talud recomendado 1:10.
- h) El material extraído que no se utilice en relleno deberá ser transportado al botadero aprobado por la Supervisión.
- i) En caso que el Contratista pudiera desviar el río para el inicio de las excavaciones, este trabajo deberá ser aprobado por la Supervisión.

Descripción de acciones defectuosas

- a) **En la etapa de diseño;** no estaba definido la excavación en roca del acceso al puente en el margen derecho; es decir, el metrado de excavación presentado en el presupuesto de licitación solo contemplaba lo suficiente para la construcción del mismo. Se tramitó un presupuesto adicional que indicaba la excavación en roca de este acceso. Este detalle se aprovechó para redefinir los metrados en seco y bajo agua según los niveles de napa obtenidos en ambos márgenes.
- b) **En la etapa de construcción;** el deterioro del equipo de excavación como cargador frontal y retroexcavadora ocasionaba retrasos significativos; ya que, los repuestos tenían que disponerse de Lima.
- c) **Inconvenientes presentados en campo;** la presencia de bolonería de hasta \varnothing 3.00 m depositadas por el río en el margen izquierdo, forzó la ejecución de voladura con material explosivo, si se repasa el estudio de suelos presentado en los Anexos se aprecia que el tipo de roca de la bolonería es andesítica.

2.01 Excavación conglomerado bolonería en seco

Rendimiento proyectado : 25.50 m³/día

Rendimiento de ejecución : 18.00 m³/día

Rendimiento óptimo : 25.00 m³/día

2.04 Excavación en roca fija en seco

Rendimiento proyectado : 28.50 m³/día

Rendimiento de ejecución : 16.00 m³/día

Rendimiento óptimo : 20.00 m³/día

2.02 EXCAVACIÓN CONGLOMERADO BOLONERÍA BAJO AGUA

2.05 EXCAVACIÓN EN ROCA FIJA BAJO AGUA

Descripción de labores

- a) Determinar el nivel de la napa freática, debajo de la cual se considera la excavación bajo agua. Cabe resaltar; en el margen derecho se obtuvo 2666.92 msnm y para el margen izquierdo 2666.44 msnm.
- b) Verificar que el equipo de apoyo para ejecutar esta labor (motobombas, electrobombas, retroexcavadora), se encuentren operativos.

- c) Efectuar el control topográfico de la cota de fundación; además de verificar el tipo de suelo en cada nivel excavado.
- d) Realizar un control del uso del material explosivo, número de disparos, factor de carga y prever la seguridad en la zona de trabajo con el tránsito de vehículos, personas y animales; así como proporcionar protección a las viviendas cercanas.
- e) En caso de que el material de la cota de fundación no sea la conveniente para el sostén de la estructura, habrá que profundizar la excavación si es necesario, por orden escrita del jefe de la Supervisión.
- f) Las sobre excavaciones efectuadas por el Contratista deberán ser subsanadas no con relleno sino con concreto tipo ciclópeo con adición de piedra grande al 30% de $f'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ a cuenta del Contratista.
- g) Para el control de la estabilidad de las paredes verticales durante el proceso de excavación, se respeta el talud descrito en los planos y en las especificaciones técnicas que corresponde; esto es, 1:2 en conglomerado y 1:10 en roca.
- h) Se recomienda en lo posible construirse defensas de los taludes con entibados, tablestacados, inyecciones de pernos, etc.
- i) El material extraído que no se utilice en relleno deberá ser transportado al botadero aprobado por la Supervisión.
- j) Encauzar el río para el inicio de las excavaciones bajo agua, este trabajo deberá ser aprobado por la Supervisión.

Descripción de acciones defectuosas

- a) ***En la etapa de diseño;*** no estaba definido la excavación bajo agua, porque no se tenía una medición del nivel de napa freática. En el presupuesto aprobado por licitación por tanto se muestran valores aproximados, que después se redefinieron en la etapa constructiva.
- b) ***En la etapa de construcción;*** para extraer el agua subterránea acumulada producto del movimiento de tierra en las cimentaciones por debajo del nivel de napa freática, inicialmente se trajo hasta tres (03) motobombas de hasta 10.0 HP con succión e impulsión de $\varnothing 4"$, las cuales no dieron los resultados esperados; finalmente se optó por instalar dos (02) electro bombas de 15.0 HP con succión e impulsión de $\varnothing 6"$, los que finalmente se adoptaron para todo el proceso.

- c) **Inconvenientes presentados en campo**; aproximadamente en el nivel 2665.20 msnm se notó un cambio en la configuración geológica del margen izquierdo – este tema lo trataremos en detalle en el capítulo II – lo que motivó la eliminación de todas las partidas que contemplaban la construcción del caisson.

2.02 Excavación conglomerado bolonería bajo agua

Rendimiento proyectado : 0.00 m³/día

Rendimiento de ejecución : 14.00 m³/día

Rendimiento óptimo : 25.00 m³/día

2.05 Excavación en roca fija bajo agua

Rendimiento proyectado : 42.50 m³/día

Rendimiento de ejecución : 14.00 m³/día

Rendimiento óptimo : 20.00 m³/día

2.03 EXCAVACIÓN EN CAISSON ABIERTO BAJO AGUA (*partida eliminada*)

Descripción de labores

- a) Esta partida fue eliminada del presupuesto real, porque no se efectuó la excavación para hincar el caisson, se ha explicado que a partir de la cota 2665.20 msnm cambió la configuración geológica en el margen izquierdo. De cualquier modo detallamos sobre el procedimiento constructivo convencional.
- b) Efectuar el control topográfico del terreno existente definiendo la cota de fundación. Además de realizar un constante control de nivelación y alineamiento de ejes. Con respecto al alineamiento horizontal no se permitirá un desfase de la medida del eje en más de 0.03 m, que corresponde a una desviación angular menor de 1°.
- c) Verificar el tipo de material y su clasificación en la cota de fundación.
- d) La excavación para hincar el caisson se iniciará a partir de la cota de la napa freática hacia abajo. Esto quiere decir el nivel de la napa freática será la fundación e inicio de la construcción del caisson. Teóricamente la excavación del caisson se desarrolla de la siguiente forma; una excavación de conglomerado bolonería bajo agua limitada por las paredes de concreto de la estructura.

- e) Una vez colocada la armadura, el encofrado y realizado el concretado del caisson, se procederá a efectuar el hincado, conservando la verticalidad y alineamiento de sus ejes a cada 20 cm., con un control minucioso no excediendo en la diferencia de niveles en más de 0.06 m; esto es, desviación angular menor de 1°.
- f) Una vez hincado hasta la cota de fundación proyectada se ejecutará el sellado del caisson según lo mostrado en los planos y en las especificaciones técnicas.

2.03 Excavación en caisson abierto bajo agua²⁶

Rendimiento proyectado : 14.20 m3/día

Rendimiento de ejecución : 0.00 m3/día

Rendimiento óptimo : 0.00 m3/día

4.00 FALSO PUENTE

Descripción de labores

- a) La Supervisión revisa y aprueba el diseño del falso puente presentado por el Contratista y los planos detallados de su construcción.
- b) Control en la construcción del falso puente verificando que los materiales (vigas de acero de alma llena, celosía, tubos y/o estructuras de madera) estén debidamente dimensionadas de acuerdo al diseño aprobado. Cuando se utilice madera en la construcción del falso puente esta podrá estar sin cepillar, de buena calidad sin nudos o fallas, evitando el uso de troncos.
- c) En una primera etapa se hincará pilotes con un martillo modelo DELMAG de 12 toneladas de capacidad; según lo indican los planos de replanteo la sección del pilote consta de un tubo de acero de Ø 10" y espesor de 3/8". Para dar por aprobado la colocación de un pilote se verificará el nivel de rechazo medido por el desnivel de 0.005 m en 10 golpes. Se dispone de 04 columnas por 13 filas de pilotes, las filas cercanas a las columnas del puente se llenarán con concreto ciclópeo formando una barricada de protección. Se corregirá el alineamiento de cada eje y la verticalidad de los elementos.

²⁶ Partida eliminada del estudio original, debido al cambio de la configuración geológica.

- d) La segunda etapa una vez culminado el hincado de los 52 pilotes, es de formar un tablero de soporte conformado por un entramado de vigas metálicas de alto contenido de carbono para soldar con acabado acerado tipo supercito, a un nivel determinado por encima del nivel de aguas máximas y mostrado en los planos; esto servirá de piso de asentado del encofrado de la losa inferior del puente. Sobre el entramado se colocará tablas a manera de entarimado de 1 ½" de espesor para repartición de la carga vertical. Estos puntales soportarán el peso de la viga y diafragma, así como también la losa inferior y superior del puente. Los paneles de la losa inferior serán soportados por vigas tipo ACROW según se muestra en la lámina CUI-4/7.
- e) Realizar un minucioso control en la soldadura usada iniciando con la junta de cellacord de revestimiento 5/32" y rematando con acabado acerado tipo supercito de revestimiento 5/16".
- f) Para el descimbrado o desmontaje del falso puente, el Contratista solicita autorización a la Supervisión y esta no podrá efectuarse antes de 21 días después del llenado de concreto y/o de acuerdo al resultado de la rotura de probetas de compresión que hayan sido muestreadas durante el llenado. Cabe resaltar que la mezcla usada en el concreto de las columnas, vigas y losas contenía aditivo plastificante y acelerante, debido a la crecida del nivel de aguas del río Chalhuanca por temporada de lluvias. La decisión de usar aditivos tiene por objeto fundamental tensar el puente en el menor tiempo posible evitando el colapso del falso puente que aún no desarrolla los esfuerzos con sus cargas de diseño.

Descripción de acciones defectuosas

- a) ***En la etapa de diseño;*** para las características del río Chalhuanca, cuyo suelo es formado por roca y por material conglomerado con bolonería de gran tamaño, era inconveniente el diseño de un falso puente con hincado de pilotes. El bajo rendimiento de esta partida al encontrarse en la parte crítica de la programación de obra, ocasionó el mayor retraso en la construcción del puente. El nivel de rechazo exigido similar al hincado en suelos arenosos no ayudaba en mejorar la ejecución de esta labor.

- b) Otra desventaja en el diseño del falso puente lo determinaba la colocación de arriostres longitudinales entre los pilotes, formados por ángulos de 4" x 4" de 5/16" de espesor los cuales se muestran en los planos. Este planteamiento de arriostrar la sub estructura ocasionó que el cauce del río se vea afectado, al incrementar el nivel de agua se atrapaba material de arrastre como: vegetación y maleza.
- c) **En la etapa de construcción;** lo crítico fue el hincado de pilotes, la sección circular de Ø 10" no se trabajó en forma de punta de lápiz para ayudar a cortar el terreno en el momento del golpe. Al presentar un terreno con material rocoso y de bolonería era muy difícil realizar el proceso de hincado, muchos pilotes se aplastaban o simplemente no quedaban en los ejes proyectados., otros no mantenían la verticalidad que se requiere para el trabajo de soporte.
- d) Otro detalle fue la carencia de material de soldadura y de oxicorte, esencial en el trabajo del entramado de vigas.
- e) En esta etapa, también se hizo notoria la falta de pago del personal que influía en el rendimiento deficiente del mismo.
- f) **Inconvenientes presentados en campo;** el nivel de aguas máximas según el estudio hidráulico señalaba 2668.45 msnm, en la etapa constructiva el nivel del río llegó a 2669.20 msnm llegando casi a tocar el nivel inferior de las vigas del puente.
- g) La configuración del terreno el cual no es adecuado para el hincado de los pilotes; como se ha explicado en el punto anterior, debió preverse un diseño más eficiente de falso puente. En conclusión, el retraso en la ejecución de esta partida devino en la llegada de la temporada de lluvias, lo que incrementó el nivel del río de forma extraordinaria y complicó las labores posteriores de concreto en la superestructura.

4.01 Falso puente $H = 6 m / A = 10 m^{27}$

Rendimiento proyectado : 0.04 Und/día

Rendimiento de ejecución : 0.00 Und/día

Rendimiento óptimo : 0.00 Und/día

²⁷ Esta partida presenta un costo en forma global. Desde este punto de apreciación, no se puede evaluar de manera adecuada los insumos empleados en su ejecución. Por esta razón a partir del ítem 4.02 en adelante se considera un análisis de costos por etapa de fabricación.

4.02 Hincado y alineamiento de pilotes Ø 10”²⁸

Rendimiento proyectado : 0.00 Und/día

Rendimiento de ejecución : 1.50 Und/día

Rendimiento óptimo : 0.00 Und/día

4.03 Nivelación y colocación de vigas metálicas de soporte²⁹

Rendimiento proyectado : 0.00 Kg/día

Rendimiento de ejecución : 360.00 Kg/día

Rendimiento óptimo : 0.00 Kg/día

4.04 Colocación de entablado e = 1 1/2”³⁰

Rendimiento proyectado : 0.00 m²/día

Rendimiento de ejecución : 80.00 m²/día

Rendimiento óptimo : 120.00 m²/día

4.05 Colocación de arriostres y cartelas³¹

Rendimiento proyectado : 0.00 Kg/día

Rendimiento de ejecución : 600.00 Kg/día

Rendimiento óptimo : 0.00 Kg/día

4.06 Desmontaje de falso puente³²

Rendimiento proyectado : 0.00 m²/día

Rendimiento de ejecución : 18.00 m²/día

Rendimiento óptimo : 30.00 m²/día

9.07 BORDE CORTANTE DEL CAISSON (partida eliminada)

Descripción de labores

- a) Similar a la partida 2.03 esta labor que corresponde al caisson del margen izquierdo se eliminó porque nunca se construyó e hincó el caisson por las razones que veremos en el capítulo II, sin embargo detallamos algunos alcances de su construcción.

²⁸ Adoptada como partida nueva. En esta se analiza el equipo de hincado y la tubería de acero usada como pilote.

²⁹ Adoptada como partida nueva. Aquí se analiza el perfil de acero usado en el entramado de las vigas y el equipo de soldadura y oxicorte.

³⁰ Adoptada como partida nueva. Donde se analiza la madera usada como entarimado de distribución de cargas de la superestructura.

³¹ Adoptada como partida nueva. En este punto se analiza las platinas y ángulos de refuerzo del falso puente cuyos detalles se encuentran mostrados en los planos y en las especificaciones técnicas.

³² Adoptada como partida nueva. Esta analiza el equipo y material de oxicorte usado en el desmontaje de la sub estructura.

- b) Verificar en obra que la plancha cortante y de protección del caisson este colocada en la parte inferior del mismo en todo el borde que entrará en contacto directo con el terreno y que tendrá la función de facilitar el hincado semejando una cuña, cortando el terreno sin que el borde pierda capacidad de punzonamiento, esto se refiere a la función de brindar protección a la estructura evitando que forme vértices redondeados que dificulten el proceso de hincado.
- c) Realizar la costura de los anclajes de 1/2" con soldadura tipo cellacord con electrodo de 1/8" de espesor hasta alcanzar el espesor de junta de 1/4" requerido en los planos que corresponden.
- d) Observar la forma del borde compuesto por el ángulo de 6" x 6" x 3/8", los que presentan anclajes de acero corrugado de 1/2" espaciados cada 30 cm., según se indica en los planos, el borde cortante será sujetado firmemente al encofrado antes de colocar el concreto.
- e) No debe permitirse la rebaba del material de soldadura en los elementos integrados, se amolará el material sobrante hasta dejar los vértices alisados que permitan la correcta alineación al colocarse en el encofrado.

9.07 Borde cortante del caisson³³

Rendimiento proyectado : 6.00 ml/día

Rendimiento de ejecución : 0.00 ml/día

Rendimiento óptimo : 0.00 ml/día

³³ Partida eliminada del estudio original. Debido a la no inclusión de la construcción del caisson del margen izquierdo.

EVALUACIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL PUENTE CUICUA – APURÍMAC

CAPÍTULO II

PROBLEMAS Y SOLUCIONES EN LA EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Se detalla sobre los problemas encontrados en la etapa constructiva, los más significativos que derivaron en retrasos y adicionales en partidas no previstas en el diseño original. Se realiza una identificación desde el punto de vista técnico y administrativo.



CAP II. PROBLEMAS Y SOLUCIONES EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Antecedentes

El tema por desarrollar redacta en forma más minuciosa los procedimientos incorrectos ejecutados en la construcción del puente Cuicua; este capítulo pretende ampliar la visión de los problemas ocurridos en campo y que devinieron en retrasos y aplicaciones de fabricación costosas y de riesgo para la obra. Se hace mención de los siguientes aspectos:

- a) **La partida de movimiento de tierras;** específicamente las relacionadas con las excavaciones para cimentaciones en ambos márgenes. Desarrollamos lo pertinente a inconvenientes en la etapa de diseño, problemas encontrados en campo y la solución adoptada.
- b) **La partida del falso puente;** tratado desde la etapa de diseño, del hincado de pilotes y el inconveniente del proceso aplicado sobre el lecho del río Chalhuanca, los problemas ocasionados por la distribución del entramado de vigas y arriostres, hasta mostrar las soluciones propuestas.
- c) **La intervención económica del MTCVC-PERT;** revisada como un proceso administrativo ocurrido desde Octubre de 1999 hasta la culminación de las obras civiles en Marzo del 2001.
- d) **La rotura de un cable tendón postensor de viga;** a pesar de que las partidas referentes a los elementos postensores tuvieron un rendimiento adecuado de ejecución, se evalúa la compensación de la rotura de uno de los cables de la viga y cómo influye en el resultado de la fuerza final comparándola con la mostrada en el proyecto.

Cabe mencionar que el puente Cuicua es uno de seis puentes que se construyeron en la carretera desde Chalhuanca hasta Abancay, razón por la cual los trabajos se ejecutaban desde dos frentes de modo secuencial y simultáneo.

a) Movimiento de tierras

a.1) Excavaciones en el margen derecho

a.1.1 Sobre el diseño

El margen derecho está conformado según el estudio de suelos por roca sedimentaria tipo arenisca cuarzosa y cuarcita; le corresponde entonces la excavación de roca en seco y bajo agua, siendo la medida del nivel de la napa freática 2666.92 msnm. Con los niveles separados entre la parte seca y la parte bajo agua se replantearon los metrados del presupuesto original.

Los metrados calculados y presentados en la licitación para este margen solo consideraban las secciones comprendidas entre las progresivas **434 + 600.00** y **434 + 605.84**, no consideraba el acceso al puente (puede apreciarse en la sección de Anexos). Si observamos la lámina CUI-1/7 y CUI-2/7, se aprecia que el desarrollo de la curva de ingreso al puente de radio 40.00 m originaba una sobre excavación, que dio origen a la elaboración de un **presupuesto adicional N° 1** de excavación en roca.

Finalmente los metrados reales ejecutados consideran excavaciones según muestra la lámina de cortes y secciones CUI-3/7, ver margen correspondiente entre las progresivas **434 + 560.00** y **434 + 605.84**.

Desde múltiples vistas mostradas en las fotografías de la sección de anexo adjunto, se aprecia la inaccesibilidad de ingreso al puente desde el margen derecho, apreciamos en detalle las fotos numeradas 06, 07, 21 y 22.

Las excavaciones pertenecientes al presupuesto adicional comprendidas entre las progresivas **434 + 560.00** y **434 + 600.00** se ejecutaron después de construido el puente, inmediatamente después del postensado de los elementos estructurales. El porqué de este proceso se debe al tiempo de demora en la aprobación por parte del Ministerio del expediente N° 1 con las partidas adicionales.

a.1.2 Inconvenientes en el campo

Los principales problemas encontrados en el campo que originaron retrasos de obra se describen a continuación:

- El empleo de maquinaria no adecuada, desde el punto de vista de operatividad y mantenimiento. El equipo presentado como apoyo en las excavaciones – una retroexcavadora y un cargador frontal – no disponía de un seguimiento logístico en la compra oportuna de los repuestos y de una programación de mantenimiento necesarios en campo, lo que devenía por consecuencia en un continuo deterioro del mismo. Los repuestos tenían que traerse desde Lima por disposición de gerencia del Contratista. Todos estos inconvenientes y detalles administrativos contribuyeron a bajar el rendimiento proyectado en la etapa de licitación.
- Para el caso de ejecutar las excavaciones bajo agua, inicialmente se emplearon dos motobombas de 10 y 12 HP de potencia para extraer agua con tuberías de succión e impulsión de hasta Ø 6" trabajando casi 6 horas por día; no se cumplió con el objetivo debido a la cantidad excesiva de ingreso de agua subterránea no compensada con la descarga de las motobombas. La napa freática incrementaba presión conforme se profundizaba en las excavaciones. Esto también ocasionó retraso en la ejecución de las obras civiles.
- Se realizaron sobre excavaciones no contempladas en los metrados correspondientes de relleno compactado, esto incrementó los costos de encofrados y fabricación adicional de muros de protección para seguridad contra la socavación producida por el río.

a.1.3 Soluciones adoptadas

- Con respecto al continuo deterioro del equipo, el Contratista planteaba el abastecimiento de los repuestos solicitados en las oficinas de Lima; al ver los retrasos que se originaban se optó por tener personal técnico de mantenimiento preventivo en campo; cuya función era de realizar los pedidos de manera anticipada evitando así que el equipo detenga sus labores, esto se realizaba de acuerdo a una programación semanal de mantenimiento de la maquinaria.

- Para la extracción del agua subterránea se usó una electro bomba de 15 HP de potencia cuyo proceso de cebado era automático, con tuberías de succión e impulsión de $\varnothing 6''$ con un tiempo de trabajo de 2 horas por día; incrementando significativamente el rendimiento de las excavaciones.

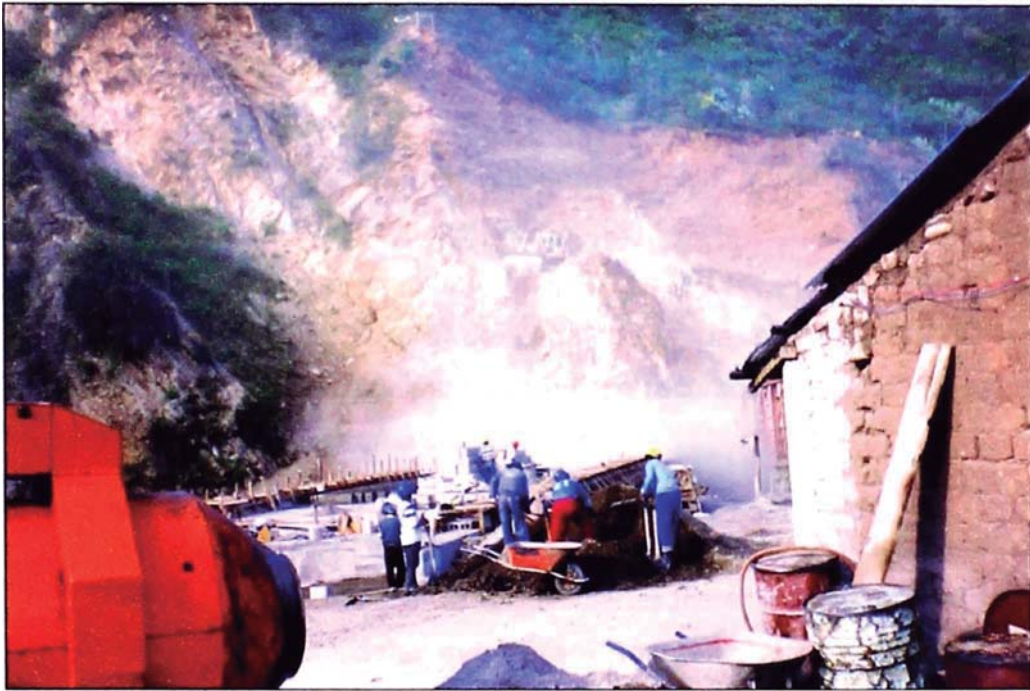


Figura Nº 3. Donde se muestra el detalle de la excavación en el margen derecho. Excavación en roca como parte del presupuesto adicional aprobado por el MTCVC-PERT; este adicional no superó el 15% del presupuesto licitado inicialmente por el Contratista.

a.2) Excavaciones en el margen izquierdo

a.2.1 Sobre el diseño

Según las conclusiones del estudio de suelos el margen izquierdo tiene como material de cimentación un suelo aluvial compacto o roca meteorizada. A este detalle se suma el diseño de un caisson que debía ejecutarse en terreno seco, para después hincarlo hasta su fundación en la cota **2663.29 msnm**. Cabe mencionar que el proceso de hincado del caisson se ejecuta excavando desde el interior del cajón el material existente, asentando la estructura por su propio peso.

Las partidas referidas al caisson se eliminaron porque al llegar a la cota **2665.20 msnm** cambió la configuración geológica de la zona, de conglomerado con bolonería a roca. Esto motivó el cambio de la cimentación, de caisson a macizo de concreto. Se puede apreciar gráficamente en la sección de anexo, las fotos numeradas 01 y 02 muestran el cambio geológico descrito.

a.2.2 Inconvenientes en el campo

El cambio geológico del margen izquierdo ocasionó retrasos en obra; se describe los siguientes motivos: la espera de la visita técnica del ingeniero Proyectista y los representantes del MTCVC-PERT, la espera de la elaboración del nuevo diseño de cimentación, la reanudación de las labores de excavación empleando mayores recursos. Algunos de estos inconvenientes se muestran a continuación:

- Al igual que en el margen derecho, la presencia de maquinaria no adecuada para realizar las excavaciones fue el defecto más notorio; además de considerar que para el margen izquierdo se necesitó con más urgencia la presencia de maquinaria óptima por la mayor profundización del nivel de fundación y sobre excavaciones de acuerdo al talud descrito en las especificaciones técnicas (las que se muestran en la sección de Anexos).
- Debido al cambio del diseño de la cimentación de caisson a macizo de concreto armado, se realizaron excavaciones hasta encontrar el material adecuado de fundación 2.50 m más profundo, llegando a la cota 2660.79 msnm.
- Del mismo modo que en el margen derecho, se ejecutaron sobre excavaciones no contempladas en los metrados de relleno compactado. Por la profundidad de diseño de la cimentación este problema se hizo más costoso para el Contratista, porque invirtió en madera adicional al presupuesto licitado para los encofrados y en muros de protección contra la socavación del río. En estas circunstancias se presentó un **presupuesto adicional N°2**, cuyo trámite de aprobación incrementó el retraso ocasionado en campo.

a.2.3 Soluciones adoptadas

En carta del 29 de Septiembre de 1998, el ingeniero Proyectista se dirige al jefe de la Supervisión, donde modifica el diseño de la cimentación del puente Cuicua según los detalles del tenor que muestro a continuación:

- Mayor profundización de la excavación, respecto a la cota de cimentación según el proyecto original (2663.29 msnm), 2.50 m en la zona de material blando y 1.50 m en la zona de roca descompuesta. Esta mayor excavación será reemplazada por concreto ciclópeo $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ con adición de 30% de P. G.
- Llenado de concreto de una falsa zapata de $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ de 0.50 m de altura y cubriendo toda el área excavada, según el detalle de secciones encontradas en campo.
- Reemplazo de la estructura tipo caisson por un macizo de concreto de resistencia $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, manteniendo las características del caisson como dimensiones exteriores en planta sin incluir la uña de protección.
- Para mejorar el rendimiento de la excavación bajo agua, al igual que en el margen derecho se uso el equipo de bombeo ya descrito; este aspecto técnico se adoptó como procedimiento factible y funcional en todos los puentes.

En ambos márgenes se adoptó la fabricación de muros de protección de roca (material extraído de las excavaciones); mediante este método se busca cubrir la zona posterior de la estructura evitando el proceso de socavación que ejerce el río. Para complementar esta información se presenta el plano del diseño original del caisson del margen izquierdo en la **lámina CUI-A-1** y los detalles de los rellenos compactados y de los muros protectores con sus respectivos metrados en la **lámina CUI-A-2**.

El **presupuesto adicional N° 2** contemplaba las partidas siguientes: 02.06 relleno compactado de excavación remanente, 02.09 Encauzamiento de río y 02.10 muro de sostenimiento y protección. Aquí también se estableció la partición de metrados en seco y bajo agua.

a.3) Cambio de configuración geológica

a.3.1 Cota 2665.20 msnm

Descripción según la **lámina CUI-A-1**; notamos hacia el lado superior izquierdo el material suelto y arcilloso ocupando un 20 % del área a cimentar, hacia el lado superior derecho la roca tipo arenisca cuarzosa con un 35 % y finalmente hacia el borde inferior ubicamos el conglomerado con bolonería ocupando el restante 45% del área de cimentación. Este nivel se encuentra por debajo de la cota de napa freática 2666.44 msnm.

a.3.2 Cota 2663.29 msnm

Descripción según la **lámina CUI-A-1**; donde observamos el cambio notorio del material de fundación; hacia el tercio superior e inferior encontramos la roca tipo arenisca cuarzosa aproximadamente en 50%, el tercio central restante está conformado por material rocoso descompuesto. Revisadas estas áreas se realizó un acuerdo entre el Contratista y el Supervisor para efectos de metrados; dividiendo el material descompuesto como: 35% de excavación en roca bajo agua y 65% de excavación en conglomerado bolonería bajo agua. En algún momento de esta contingencia se propuso inclusive una nueva ubicación del puente, lo que se desestimó por los altos costos que eso implicaba.

a.3.3 Cota 2661.79 msnm roca descompuesta

a.3.4 Cota 2660.79 msnm material blando

Al llegar a la profundidad de estos niveles – los que se muestran en la lámina CUI-6/7 – se programó una nueva visita técnica por parte del ingeniero Proyectista, cuya finalidad era de revisar en campo y aprobar el inicio de las labores de hormigonado de la cimentación de acuerdo a las especificaciones descritas anteriormente. Según este alcance de carácter administrativo se finalizaron las labores de excavación y se procedió a preparar el terreno para recibir el hormigón.



Figura Nº 4. Donde se muestra el llenado de concreto de la cimentación en el margen izquierdo, apreciamos el conglomerado con bolonería en la parte superior y el detalle del cambio geológico a roca maciza. Se puede complementar la información consultando la lámina CUI-A-1 adjunta y la lámina CUI-6/7 mostrada en la sección de Anexos.

b) Falso Puente

b.1) Sobre el diseño

El Contratista presenta al Supervisor la memoria descriptiva y de cálculo del falso puente basado en la siguiente estructuración: sistema consistente en pórticos de acero, en el cual las columnas son pilotes de tubo de acero de $\varnothing 10''$ x espesor de $3/8''$, hincados en el lecho del río, en hileras de 4 unidades cada 6.00 m debidamente arriostrados. Sobre estos pilotes se colocarán vigas metálicas de alma llena de dos tipos; una viga principal de 0.30×0.60 m y vigas secundarias de 0.20×0.40 m, según el cálculo. Por razones de prevención por la cercanía de la época de lluvias se procedió a sobre dimensionar los elementos usando una viga principal de 0.30×0.80 m y vigas secundarias de 0.20×0.50 m.

Adicionalmente el falso puente incluye viguetas metálicas de alma llena de 0.20 x 0.30 m, cuya función es de recibir el entablado de madera de 1 ½", para la distribución de esfuerzos de los puntales del encofrado del puente, además de servir para el tránsito del personal obrero.

Las condiciones de diseño del falso puente se basaron en las siguientes cargas, de acuerdo con las especificaciones técnicas (para referencia ver sección de Anexos):

- Sobrecarga de diseño de 250 Kg/m².
- Fuerza horizontal de 150 Kg/ml aplicado en el borde superior del falso puente que representa la interacción de impacto entre el río y la estructura metálica.
- Peso de concreto de 2400 Kg/m³.
- Peso de acero de 7800 Kg/m³.
- Peso de la madera de 2 Kg/p².

b.2) Inconvenientes en el campo

- Colocar un falso puente formado por pórticos de acero, arriostrados según se muestra en la lámina CUI-4/7 de la sección de Anexos, alteró el curso natural del río. Entre los pilotes y arriostres del mismo se atrapaba la vegetación y todo material que arrastraba la corriente, esto ayudó a incrementar el tirante de agua.
- Otro detalle de tenerse en cuenta, fue el nivel del tirante de agua que alcanzó 2669.20 msnm superando el nivel de aguas máximas 2668.45 msnm establecido en el estudio hidrológico e hidráulico. Esta acción juntamente con los arriostres mencionados incrementó el nivel de agua, ocasionando golpes excesivos de impacto en la estructura metálica.
- El proceso de hincado de pilotes en un lecho con bolonería no es un procedimiento adecuado, se demuestra con el bajo rendimiento obtenido de 1.50 unidades por día. En algunas ocasiones los pilotes se desviaban de la posición establecida en el diseño o simplemente no quedaban verticales, lo cual estructuralmente se presenta como deficiente. El retraso en estas circunstancias es evidente.

- En este tiempo comienza el problema con las valorizaciones de obra; el Contratista no valoriza conforme al cronograma de obra, lo que se ve reflejado en la falta de pago de planillas del personal obrero, el desabastecimiento de materiales empleados en la soldadura del entramado de vigas del falso puente, falta de combustible y mantenimiento de los equipos.
- El cálculo en detalle del nivel del fondo de la viga cajón, influyó también en el retraso de obra; es decir, lograr desarrollar la forma parabólica que muestra la lámina CUI-5/7 (ver la sección de Anexos). El proceso de encofrado tomo tiempo de ejecutar ya que; tras la colocación de cada panel se nivelaba hasta alcanzar la posición que estipulaba el plano. La lámina citada muestra las ecuaciones obtenidas mediante métodos numéricos; esto se realizó tomando como base los datos de los niveles originales y la finalidad era que el acabado en el fondo quede curvo sin quiebres, no solo por cuestión estética sino también por la función del desarrollo de esfuerzos que los tendones postensores ejercen en la estructura.

b.3) Soluciones adoptadas

- En el proceso de hincado se propuso la idea de tallar los pilotes, darle la forma de una punta de lápiz para que al momento del golpe corte con mayor facilidad el terreno; esto es, reducir de algún modo la fuerza de fricción que se produce entre el elemento y el terreno circundante, al no prosperar este razonamiento se continuó el martillado con la sección circular.
- Se construyó un caballete guía de acero para soporte del pilote, para evitar que el mismo se incline en el momento del hincado. Este sistema no garantizaba la verticalidad de los pilotes ya que esta característica no dependía de lo que superficialmente se le coloque, sino de lo que se presentaba en el suelo. En consecuencia, se plantea el resumen del proceso: en el trayecto de introducción del pilote en el suelo si encontraba matriz de arena la posición final del mismo era vertical, pero si encontraba un bolón o piedra de regular dimensión cambiaba de ubicación y la posición final no era vertical.

- La vegetación atrapada entre el entramado de acero se retiraba con la ayuda de una grúa modelo GROVE con una capacidad de 5.0 toneladas; de este modo se impedía la obstrucción del curso natural del río y se reducía el tirante de agua sobre el falso puente.
- De acuerdo al cuadro de elevación de la viga cajón se empleó métodos numéricos para llegar a formular la ecuación de la parte inferior de la misma. Las ecuaciones que se observan en la lámina CUI-5/7 de la sección de Anexos apoyaron en la parte técnica para el cálculo de los metrados y al proceso constructivo de una manera más eficiente. Se puede mencionar, que el vaciado de concreto en una forma lineal rectangular hubiera incrementado los rendimientos, tanto en la etapa de encofrados como en los metrados.
- Debido a estos inconvenientes presentados desde la etapa de diseño hasta la construcción, es que cuestionamos el procedimiento de hincar pilotes en un lecho de río con porcentaje elevado de bolonería, por lo que se presenta en el **capítulo IV** un análisis de costos propuesto para modificación del falso puente.



Figura N° 5. Observamos el nivel de aguas cruzando por encima del entablado del falso puente, para los llenados de concreto se empleó aditivo acelerante de fragua de la mezcla. El concreto para poder ser postensado tenía que alcanzar una resistencia mínima de 255 Kg/cm².



Figura N° 6. Donde se muestra el detalle de los materiales de arrastre atrapados por los arriostres del falso puente cuyo retraso de ejecución, devino en riesgo de afrontar los llenados de concreto en época de lluvias.

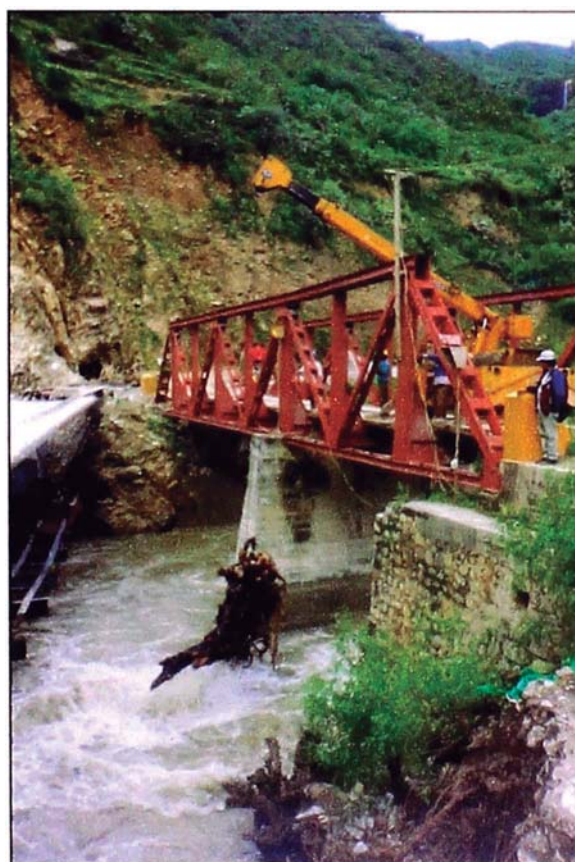


Figura N° 7. Equipo de apoyo (grúa GROVE) para remover y retirar los elementos atrapados en el falso puente, esta prevención era constante.

c) La intervención económica del MTCVC-PERT

c.1) Antecedente a la intervención

La aparente falta de liquidez del Contratista para afrontar los gastos del pago de planillas, compra de materiales, mantenimiento de equipos; originado por una deficiente logística de Lima y los bajos rendimientos en campo, fue motivo principal para la intervención económica por parte del MTCVC-PERT.

Durante el proceso constructivo el Contratista no podía sustentar adecuadamente montos por concepto de adelanto de materiales otorgados al inicio de obra, no pagaba planillas, no gastaba en mantenimiento de equipos, además del retraso general en ejecución de las obras civiles obligó al propietario MTCVC-PERT intervenir administrativamente por resolución ministerial **Nº 344-99-MTC/15.02.PRT-PERT**, en Octubre de 1999.

En este sentido, la Supervisión cumple la función de realizar los pagos de acuerdo a las valorizaciones presentadas por el Contratista. Hasta la culminación de las obras en Marzo del 2001.

c.2) Inconveniente administrativo

- Mejoró el proceso de ejecución de las obras civiles mediante la administración de la Supervisión. Se regularizó el pago de planillas, se gastaba por concepto de materiales de acuerdo al cronograma elaborado semanalmente. Según el acta de intervención el pago de la parte técnica y profesional dependía de la proporción mensual de los gastos generales, lo que ocasionó el malestar del personal aludido.
- Los conflictos entre la parte Contratista y la Supervisión generó una mala coordinación en el desenvolvimiento técnico y de dirección administrativa en la obra. Para la ejecución de una partida el Contratista debía solicitar un permiso de trabajo que el Supervisor evaluaba; por insuficiencia de documentos de sustento y falta de materiales en campo se retrasaba aprobación de tales solicitudes.

- Hubo constantes evaluaciones de la utilización de los materiales otorgados, revisión de guías y facturas presentadas por el Contratista, cambios continuos en la programación de obras civiles; es decir, la administración se intensificó hasta convertirse en un proceso fiscalizador. Esto generaba un retraso de “inercia burocrática” que se reflejaba en la parte productiva.

d) La rotura de un cable tendón postensor de viga

d.1) Antecedentes: Procedimiento de tensado de elementos

En Febrero de 1999 el personal encargado de las labores de postensados realizó el tensado de columnas y vigas, teniendo presente que el resultado de rotura de las probetas ensayadas a la compresión presentaron una resistencia a los 5 días de 94 % del $f'c$ de diseño, es decir aproximadamente 301 Kg/cm² (resistencia requerida $f'c > 255$ Kg/cm²).

Sistema de Tensado en elementos estructurales

DIWIDAG SYSTEM INTERNATIONAL DSI

Sistema de múltiple torón

Coeficiente de fricción	$\mu = 0.190$ 1/rad.
	$K = 0.001$ 1/ml.
Coeficiente de fricción del gato	1.50 %
Área efectiva del gato hidráulico	508.90 cm ²
Diámetro exterior del ducto	Vigas : Ø 7 cm.
	Columnas : Ø 8 cm.
Embutimiento de cuñas estimado	6 mm.

d.1.1 Tensado de Columnas

Según las especificaciones técnicas descritas en los planos estructurales proporcionados por el Contratista (ver lámina CUI-4/7 en la sección de Anexos), la fuerza final aplicada en el centro de la longitud por cada columna es de 600 toneladas.

Considerando las pérdidas por desviación angular (μ) y por longitud de tendón (κ) obtenemos una fuerza inicial de aplicación en el extremo del anclaje móvil de 242.40 toneladas por cada uno de los tendones.

Atravesando la sección más delgada de cada columna pasan cuatro tendones formados por doce torones de \varnothing 5/8". De acuerdo a la descripción expuesta se calcula la presión manométrica (P_m) ejercida por el gato hidráulico.

Fuerzo inicial en el tendón	: 242400 Kg. (76.0 % Fpu)
Área efectiva del gato hidráulico	: 508.90 cm ²
Coefficiente de fricción del gato	: 1.50 %

$$\Rightarrow P_m = 242400 / 508.90 \times 1.015 = 483 \text{ Kg/cm}^2 / 1.02 = 473 \text{ bar}$$

d.1.2 Procedimiento del tensado de columnas

d.1.2.1 Preparación de los tendones; se esmeriló la punta de los cables de los torones para facilitar la colocación de los anclajes y cuñas.

d.1.2.2 Colocación del gato hidráulico; se realizó con ayuda de la grúa modelo GROVE; al introducir los cables dentro del gato se presionó contra el concreto para ajustar los tendones.

d.1.2.3 Tensado; en el extremo de un cable se colocó una escuadra metálica con el fin de medir los alargamientos, tomando como base la parte posterior del gato. Se procedió a tomar 05 lecturas (a 100, 200, 300, 400 y 473 bares), revisadas en el reloj manómetro de la bomba hidráulica.

d.1.2.4 Medición; con ayuda de una cinta metálica se media los alargamientos al tope de cada 100 bares. La primera lectura de 0 a 100 bares sirve como referencia de partida pero no se agrega a la medición de control; ya que, los cables empiezan a acomodarse por el proceso de estiramiento.

La lectura siguiente de 100 a 200 bares es la primera anotación de medida para el control de campo – como estamos esforzando al tendón en el rango elástico y existe proporcionalidad entre la deformación y la carga aplicada, consideramos el valor parcial del alargamiento medido entre 100 a 200 bares igual al valor medido entre 0 a 100 bares – las normas AASHTO recomiendan no exceder del 80.0 % Fpu. La elongación final es el resultado de la acumulación de alargamientos parciales y el diseño estima en 52 mm. +/- 10 % para una carga de 76.0 % Fpu. El alargamiento no contempla el asentamiento de cuñas, por lo que al resultado se resta la diferencia entre el asentamiento asumido en los cálculos y el medido en campo. La **Tabla N° 1** resume los detalles del proceso descrito, la secuencia de elementos tensados podemos revisarla en la **Figura N° 8**.

d.1.3 Tensado de Vigas

Según las especificaciones técnicas descritas en los planos estructurales proporcionados por el Contratista (ver lámina CUI-4/7 en la sección de Anexos), la fuerza final aplicada en el centro de la longitud por cada viga es de 1250 toneladas.

Considerando las pérdidas por desviación angular (μ) y por longitud de tendón (κ) obtenemos una fuerza inicial de aplicación en el extremo del anclaje móvil de 206.00 toneladas por cada uno de los tendones.

Atravesando la sección parabólica de cada viga pasan cuatro tendones formados por diez torones de $\varnothing 5/8$ ". De acuerdo a la descripción expuesta se calcula la presión manométrica (Pm) ejercida por el gato hidráulico. Cabe mencionar que la capacidad máxima de trabajo del gato hidráulico modelo DSI-M8 es de 800 Kg/cm².

Fuerzo inicial en el tendón	: 206000 Kg. (77.8 % Fpu)
Área efectiva del gato hidráulico	: 508.90 cm ²
Coefficiente de fricción del gato	: 1.50 %

$$\Rightarrow P_m = 206000 / 508.90 \times 1.015 = 411 \text{ Kg/cm}^2 / 1.02 = 403 \text{ bar}$$

d.1.4 Procedimiento del tensado de vigas

d.1.4.1 Preparación de los tendones; se esmeriló la punta de los cables de los torones para facilitar la colocación de los anclajes y cuñas; idéntico proceso al ejecutado en las columnas.

d.1.4.2 Colocación del gato hidráulico; se realizó con ayuda de la grúa modelo GROVE, al introducir los cables dentro del gato se presionó contra el concreto para ajustar los tendones.

d.1.4.3 Tensado; en el extremo de un cable se colocó una escuadra metálica con el fin de medir los alargamientos, tomando como base la parte posterior del gato. Se procedió a tomar 04 lecturas (a 100, 200, 300 y 403 bares considerando 02 ciclos de medición de acuerdo a la carrera del pistón), revisadas en el reloj manómetro de la bomba hidráulica.

d.1.4.4 Medición; con ayuda de una cinta metálica se media los alargamientos al tope de cada 100 bares. La primera lectura de 0 a 100 bares sirve como referencia de partida pero no se agrega a la medición de control; ya que, los cables empiezan a acomodarse por el proceso de estiramiento.

La lectura siguiente de 100 a 200 bares es la primera anotación de medida para el control de campo – como estamos esforzando al tendón en el rango elástico y existe proporcionalidad entre la deformación y la carga aplicada, consideramos el valor parcial del alargamiento medido entre 100 a 200 bares igual al valor medido entre 0 a 100 bares – las normas AASHTO recomiendan no exceder del 80.0 % Fpu. La elongación final es el resultado de la acumulación de alargamientos parciales y el diseño estima en 353 mm. +/- 10 % para una carga de 77.8 % Fpu. El alargamiento no contempla el asentamiento de cuñas, por lo que al resultado se resta la diferencia entre el asentamiento asumido en los cálculos y el medido en campo. La **Tabla N° 2** resume los detalles del proceso descrito, la secuencia de elementos tensados podemos revisarla en la **Figura N° 8**.

d.2) Observación: Rotura de tendón en viga

En el tendón N° 5 del margen izquierdo (ver **Figura N° 8** de secuencia de tensado) durante la ejecución de tensado se presentó la contingencia de la rotura de un cable torón conservando los restantes nueve intactos.

Al presentarse este problema los demás tendones tuvieron que esforzarse al 75 % del total; esto es 300 bares, para agregar aceite reductor de fricción Mecanol. El aceite se introduce por los ductos de inyección y se esparce con la ayuda de una compresora dejando reposar durante 24 horas. Luego, se procede a realizar el lavado del mismo que es soluble en agua, para finalmente tensar hasta llegar a 403 bares establecido en el diseño.

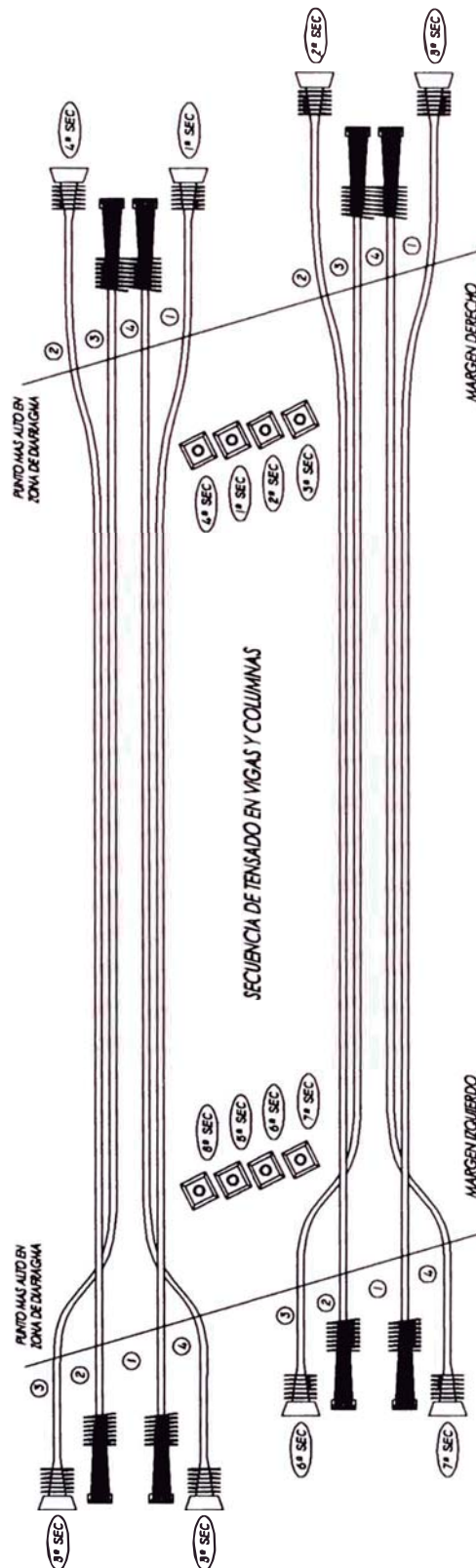
La corrección por rotura del torón se muestra en la **Tabla N° 2**, considerando el trabajo de soporte ejercido por los nueve cables intactos al 90 %, esto quiere decir que se ha corregido la variación del tendón en la décima parte.

d.3) Inyección de ductos

Mediante los tubos de registro salientes de los ductos postensores, se realiza la inyección de la pasta de protección de los tendones. Conformada por cemento y agua en la proporción de 5.50 galones de agua por cada bolsa de cemento, se hace uso del aditivo "Intraplast" al 3 % del peso del cemento. El aditivo cumple la función de expansión de la mezcla evitando la formación de poros originados por aire atrapado.

Esta mezcla con aditivo fue usada para inyectar los ductos de las vigas, para los ductos de las columnas solo se empleó cemento y agua.

Para el alcance de mayor información se puede hacer referencia de las especificaciones técnicas que se muestran en la sección de Anexos.



ESQUEMA DEL RECORRIDO DE TENDONES

Figura N° 8. Se muestra la secuencia de trabajo en los elementos postensados tanto en columnas como en vigas, complementa con la revisión de las tablas de cálculo N° 1 y N° 2 del control del alargamiento

TABLA Nº 1 . TENSADO DE COLUMNAS (VER SECUENCIA DE TENSADO EN FIGURA Nº 8)

El asentamiento o embutimiento teórico se ha considerado en 6 mm. debemos comprobar en el control de campo, resultados en mm.
La elongación final calculada según el diseño es : 52,00 mm. +/- 10,00 %

MARGEN	TENDÓN	LECTURAS (BAR)	MEDIDAS (mm.)	Δ (mm.)	PARCIAL	EMBUTIMIENTO TEÓRICO	EMBUTIMIENTO CAMPO	VARIACIÓN %
DERECHO	1	100	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		200	15,00	14,00	14,00	0,00	0,00	0,00
		300	28,00	13,00	27,00	0,00	0,00	0,00
		400	43,00	15,00	42,00	0,00	0,00	0,00
		473	54,00	11,00	53,00	6,00	7,00	0,00
			Δ final =	52,00				
DERECHO	2	100	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		200	24,00	24,00	24,00	0,00	0,00	0,00
		300	37,00	13,00	37,00	0,00	0,00	0,00
		400	49,00	12,00	49,00	0,00	0,00	0,00
		473	60,00	11,00	60,00	6,00	10,00	7,69
			Δ final =	56,00				
DERECHO	3	100	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		200	18,00	22,00	22,00	0,00	0,00	0,00
		300	31,00	13,00	35,00	0,00	0,00	0,00
		400	44,00	13,00	48,00	0,00	0,00	0,00
		473	55,00	11,00	59,00	6,00	10,00	5,77
			Δ final =	55,00				
DERECHO	4	100	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		200	24,00	24,00	24,00	0,00	0,00	0,00
		300	36,00	12,00	36,00	0,00	0,00	0,00
		400	48,00	12,00	48,00	0,00	0,00	0,00
		473	58,00	10,00	58,00	6,00	8,00	7,69
			Δ final =	56,00				

TABLA Nº 1 . TENSADO DE COLUMNAS (VER SECUENCIA DE TENSADO EN FIGURA Nº 8)

El asentamiento o embutimiento teórico se ha considerado en 6 mm. debemos comprobar en el control de campo, resultados en mm.
La elongación final calculada según el diseño es 52,00 mm. +/- 10,00 %

MARGEN	TENDÓN	LECTURAS (BAR)	MEDIDAS (mm.)	Δ (mm.)	PARCIAL	EMBUTIMIENTO TEÓRICO	EMBUTIMIENTO CAMPO	VARIACIÓN %
IZQUIERDO	5	100	11,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		200	22,00	22,00	22,00	0,00	0,00	
		300	35,00	13,00	35,00	0,00	0,00	7,69
		400	47,00	12,00	47,00	0,00	0,00	
		473	58,00	11,00	58,00	6,00	8,00	
			Δ final =	56,00				
IZQUIERDO	6	100	9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		200	20,00	22,00	22,00	0,00	0,00	
		300	32,00	12,00	34,00	0,00	0,00	7,69
		400	45,00	13,00	47,00	0,00	0,00	
		473	56,00	11,00	58,00	6,00	8,00	
			Δ final =	56,00				
IZQUIERDO	7	100	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		200	23,00	22,00	22,00	0,00	0,00	
		300	35,00	12,00	34,00	0,00	0,00	3,85
		400	48,00	13,00	47,00	0,00	0,00	
		473	57,00	9,00	56,00	6,00	8,00	
			Δ final =	54,00				
IZQUIERDO	8	100	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		200	21,00	22,00	22,00	0,00	0,00	
		300	32,00	11,00	33,00	0,00	0,00	0,00
		400	45,00	13,00	46,00	0,00	0,00	
		473	55,00	10,00	56,00	6,00	10,00	
			Δ final =	52,00				
% VARIACIÓN PROMEDIO ==>								5,05 %

TABLA Nº 2 . TENSADO DE VIGAS (VER SECUENCIA DE TENSADO EN FIGURA Nº 8)

El asentamiento o embutimiento teórico se ha considerado en 6 mm. debemos comprobar en el control de campo, resultados en mm.
La elongación final calculada según el diseño es : 353,00 mm. +/- 10,00 %

MARGEN	TENDÓN	LECTURAS (BAR)	MEDIDAS (mm.)	CARRERA PISTON	Δ (mm.)	PARCIAL	EMBUTIMIENTO TEÓRICO	EMBUTIMIENTO CAMPO	VARIACIÓN %
DERECHO	1	100	70,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		200	140,00	7,00	140,00	147,00	0,00	0,00	
		300	80,00	0,00	67,00	67,00	0,00	0,00	-7,08
		400	155,00	7,00	75,00	82,00	0,00	0,00	
		403	58,00	0,00	55,00	55,00	6,00	9,00	
				Σ = 337,00					
				Δ final = 328,00					
DERECHO	2	100	73,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		200	155,00	6,00	164,00	170,00	0,00	0,00	
		300	76,00	0,00	94,00	94,00	0,00	0,00	-0,57
		400	151,00	7,00	75,00	82,00	0,00	0,00	
		403	28,00	0,00	26,00	26,00	6,00	8,00	
				Σ = 359,00					
				Δ final = 351,00					
DERECHO	3	100	73,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		200	145,00	6,00	144,00	150,00	0,00	0,00	
		300	70,00	0,00	80,00	80,00	0,00	0,00	-2,27
		400	150,00	7,00	80,00	87,00	0,00	0,00	
		403	51,00	0,00	49,00	49,00	6,00	8,00	
				Σ = 353,00					
				Δ final = 345,00					
DERECHO	4	100	62,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		200	137,00	6,00	150,00	156,00	0,00	0,00	
		300	74,00	0,00	82,00	82,00	0,00	0,00	1,98
		400	151,00	6,00	77,00	83,00	0,00	0,00	
		403	65,00	0,00	61,00	61,00	6,00	10,00	
				Σ = 370,00					
				Δ final = 360,00					

TABLA Nº 2 . TENSADO DE VIGAS (VER SECUENCIA DE TENSADO EN FIGURA Nº 8)

El asentamiento o embutimiento teórico se ha considerado en 6 mm. debemos comprobar en el control de campo, resultados en mm.
La elongación final calculada según el diseño es :

353,00 mm. +/- 10,00 %

MARGEN	TENDÓN	LECTURAS (BAR)	MEDIDAS (mm.)	CARRERA PISTON	Δ (mm.)	PARCIAL	EMBUTIMIENTO TEÓRICO	EMBUTIMIENTO CAMPO	VARIACIÓN %
--------	--------	----------------	---------------	----------------	---------	---------	----------------------	--------------------	-------------

IZQUIERDO	5	100	62,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		200	137,00	6,00	150,00	156,00	0,00	0,00	
		300	70,00	0,00	86,00	86,00	0,00	0,00	-5,10
		400	145,00	6,00	75,00	81,00	0,00	0,00	
		403	36,00	0,00	33,00	33,00	6,00	9,00	
				Σ =	344,00				
				Δ final =	335,00				

En el proceso de tensado se rompió un torón, por tanto corregimos a 1/10 la variación calculada :

% CORRECCIÓN POR ROTURA ==>

-9,49

IZQUIERDO	6	100	62,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		200	143,00	6,00	162,00	168,00	0,00	0,00	
		300	80,00	0,00	88,00	88,00	0,00	0,00	0,28
		400	155,00	6,00	75,00	81,00	0,00	0,00	
		403	43,00	0,00	39,00	39,00	6,00	10,00	
				Σ =	364,00				
				Δ final =	354,00				

IZQUIERDO	7	100	65,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		200	136,00	6,00	142,00	148,00	0,00	0,00	
		300	76,00	0,00	72,00	72,00	0,00	0,00	1,98
		400	155,00	6,00	79,00	85,00	0,00	0,00	
		403	79,00	0,00	76,00	76,00	6,00	9,00	
				Σ =	369,00				
				Δ final =	360,00				

IZQUIERDO	8	100	64,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		200	135,00	6,00	142,00	148,00	0,00	0,00	
		300	75,00	0,00	73,00	73,00	0,00	0,00	-1,42
		400	155,00	6,00	80,00	86,00	0,00	0,00	
		403	63,00	0,00	61,00	61,00	6,00	8,00	
				Σ =	356,00				
				Δ final =	348,00				

% VARIACIÓN PROMEDIO ==>

-2,71 %

EVALUACIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL PUENTE CUICUA – APURÍMAC

CAPÍTULO III

CÁLCULO DE PRESUPUESTO EJECUTADO

Se trasladan los datos procesados de rendimientos, equipos, cuadrillas y equipos que fueron utilizados en el campo. El objetivo es realizar un presupuesto de ejecución actualizado a Octubre 2008.



EVALUACIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL PUENTE CUICUA

CAPÍTULO III

(Breve comentario del Presupuesto de Ejecución)

Después de haberse evaluado las partidas que conforman las obras civiles y revisado en forma amplia el proceso constructivo; considerando planeamientos, rendimientos e insumos, se muestra el presupuesto de ejecución del Contratista actualizado a Octubre del 2008 y en moneda nacional.

Dentro del mismo se observan algunas aplicaciones realizadas para definir los precios de algunos insumos y detalles técnicos como metrados generales, los mismos que se describen a continuación:

- Contiene un análisis de costos de las sub partidas valoradas con unidades de lote o global; al existir una planta chancadora ubicada en Pampatama 40 minutos aguas abajo del puente (revisar el capítulo I y la sección de Anexos) también se realizó un análisis de costos de la explotación de los agregados, finalmente se ha realizado un análisis detallado del costo de la mano de obra y de los gastos generales.
- En la parte final se aprecia los metrados del puente; referidos a áreas y volúmenes de construcción así como también se detalla el peso de acero utilizado en el falso puente, en los elementos postensados, en las barandas de protección y en las juntas de dilatación-contracción.
- El presupuesto presenta ítems resaltados en [color azul claro](#) que indican las partidas adicionales no especificadas en el presupuesto original de licitación; son adicionales sea por omisión de una programación adecuada de obra o por insuficiencia en el cálculo de los metrados.
- El costo directo se ve afectado por el IGV actual de 19.0 %, con lo que ocurre un incremento substancial del presupuesto original el cual fue afectado por un IGV a Junio 1998 de 18.0 %.
- El tiempo de ejecución total es de 411 días calendario, desde el 15 de Junio de 1998 hasta el 31 de Julio de 1999. Se utilizó personal, equipos y materiales extra de este plazo para ejecutar labores de remate y limpieza, hasta Marzo del 2001 tiempo de asfaltado de la carretera desde Chalhuanca hasta Abancay, cuya empresa encargada pasó a ser sub Contratista y cumplir con la etapa final.

En resumen, se puede agrupar los montos empleados en las obras civiles para comparar el porcentaje de incidencia de las partidas con respecto al total presupuestado, lo que se aprecia a continuación en la **Tabla N° 3:**

Tabla N° 3. RESUMEN DE COSTOS EN PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN

ITEM	Descripción de partida	Costo S/.	% Incidencia
01.00	Obras Preliminares	53694,76	3,0100%
02.00	Movimiento de Tierras	523262,41	29,3300%
03.00	Encofrados	316803,12	17,7600%
04.00	Falso Puente	292558,51	16,4000%
05.00	Concretos	211338,49	11,8500%
06.00	Armadura	125260,62	7,0200%
07.00	Unidades Postensoras	194359,70	10,8900%
08.00	Pavimentos	15840,96	0,8900%
09.00	Varios (veredas, barandas, juntas, articulaciones)	43614,65	2,4400%
10.00	Conservación del Medio Ambiente	7280,07	0,4100%
	Total Costo Directo	1784013,29	100,0000%
	Gastos Generales GG == >	261538,90	14,6600%
	Utilidades UU == >	214081,59	12,0000%
	Total de Presupuesto	2644502,59	126,6600%

Apreciamos los resultados y resalta inherentemente lo que se ha explicado en anteriores capítulos, los porcentajes de incidencia más notorios están en las partidas evaluadas como incorrectas en el proceso de fabricación; es decir la partida **02.00 Movimiento de Tierras** y la partida **04.00 Falso Puente**.

Cabe realizar un análisis crítico en la partida **03.00 Encofrados**; la cual es costosa debido al uso por largo tiempo de la madera colocada en la superestructura (columnas y vigas), se debe recordar que el material de soporte estuvo instalado desde la puesta en servicio del falso puente hasta su desmontaje. En este sentido, no se puede mejorar la productividad de la madera colocada; ya que es necesario que mantenga la forma hasta culminar con el procedimiento de postensado. Cuando la estructura comienza a trabajar por sí sola, es decir a auto soportarse se puede iniciar la partida de desmontaje del falso puente.

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Culcua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE OBRA

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo
Propietario : MTCVC - PERT
Lugar : Abancay - Apurímac

Fecha : 05-oct-08
Precio : Soles
1 US\$: 3,06 S/.

Item	Descripción de partida	Unidad	Metrado	P. U. S/.	Parcial	Sub - Total	Partida
01.00	Obras Preliminares						
* 01.01	Movilización y desmovilización de equipo	Lote	1,00	16694,77	16694,77		
* 01.02	Campamento	Lote	1,00	8751,05	8751,05		
01.03	Trazo de niveles y replanteo	m2	2400,00	2,13	5112,00		
01.04	Sistema de 24 m3 y captación de agua	Und	1,00	3610,82	3610,82	34168,64	
** 01.05	Generación de electricidad	Lote	1,00	18039,52	18039,52		
** 01.06	Cartel de anuncio de obra	Und	2,00	743,30	1486,60	19526,12	53694,76
02.00	Movimiento de Tierras						
02.01	Excavación conglomerado bolonería en seco	m3	658,36	52,72	34708,74		
02.02	Excavación conglomerado bolonería bajo agua	m3	173,83	76,79	13348,41		
* 02.04	Excavación en roca fija en seco	m3	4413,82	80,22	354076,64		
* 02.05	Excavación en roca fija bajo agua	m3	158,69	99,50	15789,66		
* 02.06	Relleno compactado de excavación remanente	m3	714,43	52,18	37278,96		
02.08	Enrocado de protección	m3	528,00	75,24	39726,72	494929,13	
** 02.09	Encauzamiento de río	m3	2100,00	5,76	12096,00		
** 02.10	Muros de sostenimiento y protección	m3	150,68	107,76	16237,28	28333,28	523262,41
03.00	Encofrados						
** 03.02	Encofrado de cimentación bajo agua	m2	139,10	44,67	6213,60		
03.04	Encofrado de columnas y estribos en seco	m2	294,27	186,85	54984,35		
** 03.05	Encofrado de columnas y estribos bajo agua	m2	9,60	192,85	1851,36	63049,31	
03.06	Encofrado de vigas, estribo, losas y diafragmas	m2	1158,46	216,85	251212,05		
03.07	Encofrado de veredas	m2	95,09	26,73	2541,76	253753,81	316803,12
04.00	Falso Puente						
** 04.01 A	Transporte de elementos metálicos	Ton	62,65	97,34	6098,35		
** 04.01 B	Limpieza y eliminación de maleza	Kg	3200,00	4,61	14752,00	20850,35	
04.02	Hincado y alineamiento de pilotes Ø 10"	Und	52,00	2486,20	129282,40		
04.03	Nivelación y colocación de vigas metálicas de soporte	Kg	40690,57	2,38	96843,56		
04.04	Colocación de entablado e = 1 1/2"	m2	205,80	13,22	2720,68		

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Culcua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE OBRA

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo
Propietario : MTCVC - PERT
Lugar : Abancay - Apurímac

Fecha : 05-oct-08
Precio : Soles
1 US\$: 3,06 S/.

Item	Descripción de partida	Unidad	Metrado	P.U. S/.	Parcial	Sub - Total	Partida
04.05	Colocación de arriostres y cartelas	Kg	3359,80	1,99	6686,00		
04.06	Desmontaje de falso puente	m2	411,60	87,89	36175,52	271708,16	292558,51
05.00	Concretos						
05.01	Concreto f'c = 140 Kg/cm2 bajo agua	m3	24,18	263,66	6375,30		
**05.02	Concreto ciclópeo f'c = 140 Kg/cm2 bajo agua	m3	52,73	233,16	12294,53		
05.04	Concreto f'c = 210 Kg/cm2 en seco	m3	58,75	298,39	17530,41		
**05.05	Concreto f'c = 210 Kg/cm2 bajo agua	m3	60,80	303,19	18433,95		
05.07	Concreto f'c = 320 Kg/cm2 en seco + Acelerante	m3	399,90	329,11	131611,09		
05.08	Concreto f'c = 320 Kg/cm2 bajo agua	m3	76,74	326,99	25093,21	211338,49	211338,49
06.00	Armadura						
06.01	Acero de refuerzo fy = 4200 Kg/cm2 / G - 60	Kg	28085,34	4,46	125260,62	125260,62	125260,62
07.00	Unidades Postensoras						
07.03	Colocación y fijación de ductos	ml	483,04	3,78	1825,89		
07.04	Colocación de anclajes para postensados	Kg	416,00	24,39	10146,24	11972,13	
07.05	Tensado de columnas y vigas	ml	5370,24	33,70	180977,09		
07.06	Inyección de mortero en tendones	ml	483,04	2,92	1410,48	182387,57	194359,70
08.00	Pavimentos						
* 08 01	Imprimación asfáltica	m2	464,00	3,11	1443,04		
* 08 02	Carpeta asfáltica en frío	m2	464,00	31,03	14397,92	15840,96	15840,96
09.00	Varios						
09.01	Acabado de veredas	ml	104,00	7,49	778,96		
09.02	Tubos de drenaje	Und	18,00	45,87	825,66	1604,62	
09.04	Baranda Metálica						
* 09 04 A	Postes de baranda	Und	72,00	359,60	25891,20		
09.04 B	Pasamanos	ml	104,00	38,80	4035,20		
09.05	Albañilería hueca en veredas	ml	104,00	25,71	2673,84		

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Culcua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE OBRA

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo
Propietario : MTCVC - PERT
Lugar : Abancay - Apurímac

Fecha : 05-oct-08
Precio : Soles
1 US\$: 3,06 S/.

Item	Descripción de partida	Unidad	Metrado	P.U. S/.	Parcial	Sub - Total	Partida
09.06	Junta metálica de dilatación - contracción	Und	1,00	4030,87	4030,87		
09.08	Pintura de postes de baranda y pasamanos	ml	104,00	15,56	1618,24		
09.10	Articulaciones	Und	4,00	940,17	3760,68	42010,03	43614,65
10.00	Conservación del Medio Ambiente						
* 10 01	Medidas de mitigación del impacto ambiental	Glb	1,00	7280,07	7280,07	7280,07	7280,07
	COSTO DIRECTO						1784013,29
	GG (%)				14,66		261538,90
	UU (%)				12,00		214081,59
	SUB TOTAL						2259633,78
	I.G.V. (%)				19,00		429330,42
	TOTAL						2688964,20

SON : DOS MILLONES SEISCIENTOS OCHENTA Y OCHO MIL NOVECIENTOS SESENTA Y CUATRO CON 20/100 NUEVOS SOLES.

* Partida considerada adicional por Insuficiencia en el cálculo de los metrados

** Partida considerada adicional por omisión en la programación de obras o por inconvenientes presentados en el campo

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Culcua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 05-oct-08

Observación: Colocados en ingreso y salida del puente 2.40 x 7.20 m

Código	Descripción	Und	Cuadrilla	Und/día	Precio	Parcial	Sub - Total
	<i>Mano de Obra</i>	Unidad		Cantidad			
425013	Capataz	HH	0,100	1,600	15,52	24,83	
425023	Operario	HH	1,000	16,000	14,11	225,74	
425024	Peón	HH	0,500	8,000	11,53	92,27	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	342,84	17,14	359,98
	<i>Equipo y Materiales</i>						
025290	Pintura esmalte sintético standard	Gln		0,350	42,90	15,02	
020250	Clavo con cabeza tipo BWG	Kg		0,500	3,80	1,90	
487022	Madera tornillo para construcción	p2		96,000	3,00	288,00	
487044	Plancha de triplay lupuna 4' x 8' x 3 mm.	Pza		4,000	19,60	78,40	383,32

02.01 Excavación conglomerado bolonería en seco
Observación: Margen izquierdo - 40% Bolonería Ø 1.00 - 2.20 m

Código	Descripción	m3	Rendimiento:	m3/día	Precio	Parcial	Sub - Total
	<i>Mano de Obra</i>	Unidad	Cuadrilla	Cantidad			
425013	Capataz	HH	0,200	0,089	15,52	1,38	
425022	Oficial	HH	2,000	0,889	12,75	11,33	
425024	Peón	HH	3,000	1,333	11,53	15,37	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	28,08	1,40	29,48
	<i>Equipos</i>						
352320	Compresora neumática 125 - 175 PCM	HM	0,250	0,111	36,00	4,00	
352330	Martillo neumático 25 - 29 Kg.	HM	0,500	0,222	7,10	1,58	
352315	Cargador frontal s/lanta / 125 - 155 HP 3.0 yd3	HM	0,250	0,111	90,00	9,99	15,57
	<i>Materiales</i>						
020237	Barreno integral de 7/8" x 5'	Pza		0,008	265,00	2,12	
424501	Anfo Solanfo (Bolsa de 25 Kg.)	Bis		0,032	45,60	1,46	
424505	Dinamita unidad de 30 cm. (60 %)	Und		0,480	7,30	3,50	
424507	Fulminante N° 6 / N° 8	Pza		0,120	0,80	0,10	

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Punte Culcua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 05-oct-08

Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Rendimiento:	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
424508	Guía para explosivos	ml			0,300	0,80	0,24	
425025	Petróleo D-2	Gln			0,024	10,50	0,25	7,67
02.02	Excavación conglomerado bolonería bajo agua	m3			14,00			76,79
Observación:	Margen izquierdo - 40% Bolonería Ø 1.00 - 2.20 m	Unidad	Cuadrilla	Rendimiento:	m3/día	Precio	Parcial	Sub - Total
425013	Capataz	HH	0,200		0,114	15,52	1,77	
425022	Oficial	HH	2,000		1,143	12,75	14,57	
425024	Peón	HH	3,000		1,714	11,53	19,77	
425015	Herramientas manuales	%MO			0,050	36,11	1,81	37,92
	Equipos							
352322	Electrobomba 15 HP / Ø 6"	HM	0,500		0,286	24,00	6,86	
352320	Compresora neumática 125 - 175 PCM	HM	0,250		0,143	36,00	5,15	
352330	Martillo neumático 25 - 29 Kg.	HM	0,500		0,286	7,10	2,03	
352343	Retroexcavadora s/oruga 195 HP	HM	0,250		0,143	120,00	17,16	31,20
	Materiales							
020237	Barreno integral de 7/8" x 5'	Pza			0,008	265,00	2,12	
424501	Anfo Solanfo (Bolsa de 25 Kg.)	Bls			0,032	45,60	1,46	
424505	Dinamita unidad de 30 cm. (60 %)	Und			0,480	7,30	3,50	
424507	Fulminante N° 6 / N° 8	Pza			0,120	0,80	0,10	
424508	Guía para explosivos	ml			0,300	0,80	0,24	
425025	Petróleo D-2	Gln			0,024	10,50	0,25	7,67
* 02.04	Excavación en roca fija en seco	m3			16,00			80,22
Observación:	Margen derecho - Roca tipo cuarcita fracturada	Unidad	Cuadrilla	Rendimiento:	m3/día	Precio	Parcial	Sub - Total
425013	Capataz	HH	0,200		0,100	15,52	1,55	
425022	Oficial	HH	2,000		1,000	12,75	12,75	

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 05-oct-08

425024	Peón	HH	4,000	2,000	11,53	23,07	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	37,37	1,87	39,24
352320	Compresora neumática 125 - 175 PCM	HM	0,250	0,125	36,00	4,50	
352330	Martillo neumático 25 - 29 Kg.	HM	0,500	0,250	7,10	1,78	
352315	Cargador frontal s/lanta / 125 - 155 HP 3.0 yd3	HM	0,250	0,125	90,00	11,25	17,53
	<i>Materiales</i>						
020237	Barreno integral de 7/8" x 5'	Pza		0,020	265,00	5,30	
424501	Anfo Solanfo (Bolsa de 25 Kg.)	Bls		0,100	45,60	4,56	
424505	Dinamita unidad de 30 cm. (60 %)	Und		1,600	7,30	11,68	
424507	Fulminante N° 6 / N° 8	Pza		0,400	0,80	0,32	
424508	Gula para explosivos	ml		1,000	0,80	0,80	
425025	Petróleo D-2	Gln		0,075	10,50	0,79	23,45

*** 02.05** Excavación en roca fija bajo agua

Observación: Margen derecho - Roca tipo cuarcita fracturada

Código	Descripción	m3	Unidad	Rendimiento:	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
				Cuadrilla	m3/día			
	<i>Mano de Obra</i>							
425013	Capataz	HH	0,200	0,114	15,52	1,77		
425022	Oficial	HH	2,000	1,143	12,75	14,57		
425024	Peón	HH	4,000	2,286	11,53	26,37		
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	42,71	2,14	44,85	
	<i>Equipos</i>							
352322	Electrobomba 15 HP / Ø 6"	HM	0,500	0,286	24,00	6,86		
352320	Compresora neumática 125 - 175 PCM	HM	0,250	0,143	36,00	5,15		
352330	Martillo neumático 25 - 29 Kg.	HM	0,500	0,286	7,10	2,03		
352343	Retroexcavadora s/oruga 195 HP	HM	0,250	0,143	120,00	17,16	31,20	
	<i>Materiales</i>							
020237	Barreno integral de 7/8" x 5'	Pza		0,020	265,00	5,30		
424501	Anfo Solanfo (Bolsa de 25 Kg.)	Bls		0,100	45,60	4,56		

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Culcua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 05-oct-08

424505	Dinamita unidad de 30 cm. (60 %)	Und	1,600	7,30	11,68	
424507	Fulminante N° 6 / N° 8	Pza	0,400	0,80	0,32	
424508	Gula para explosivos	ml	1,000	0,80	0,80	
425025	Petróleo D-2	Gln	0,075	10,50	0,79	23,45
* 02.06	Relleno compactado de excavación remanente		40,00			
Observación:	Relleno aplicado en zona posterior de ambos márgenes	m3	m3/día	Precio	Parcial	Sub - Total
Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Rendimiento:	Total	52,18
	Mano de Obra					
425013	Capataz	HH	0,200	15,52	0,62	
425022	Oficial	HH	2,000	12,75	5,10	
425024	Peón	HH	4,000	11,53	9,23	
425015	Herramientas manuales	%MO	0,050	14,95	0,75	15,70
352326	Grúa hidráulica autop. s/lantas 80 HP / 10 Ton	HM	0,050	90,00	4,50	
352341	Plancha compactadora vibratoria 4 HP	HM	0,050	10,50	0,53	5,03
	Equipos					
021305	Hormigón / Material de relleno	m3	1,300	24,09	31,32	
425011	Agua para obra	m3	0,025	5,00	0,13	31,45
02.08	Enrocado de protección		50,00			
Observación:	Sobre el margen izquierdo de h = 1.20 m	m3	m3/día	Precio	Parcial	Sub - Total
Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Rendimiento:	Total	75,24
	Mano de Obra					
425013	Capataz	HH	0,100	15,52	0,25	
425022	Oficial	HH	1,000	12,75	2,04	
425024	Peón	HH	2,000	11,53	3,69	
425015	Herramientas manuales	%MO	0,050	5,98	0,30	6,28
352314	Camión volquete 6x4 / 330 HP 10 m3	HM	0,500	72,00	5,76	
	Equipos					

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 05-oct-08

352315 Cargador frontal s/lanta / 125 - 155 HP 3.0 yd3
Materiales
021311 Roca seleccionada de cantera

HM 0,500 0,080 90,00 7,20 12,96
m3 1,400 40,00 56,00 56,00

**** 02.09 Encauzamiento de río**
Observación: Limpieza de zona de cauce del río Chalhuanca
Código Descripción
Mano de Obra

Total	5,76
--------------	-------------

Unidad	Rendimiento: Cuadrilla	Cantidad m3/día	Precio	Parcial	Sub - Total
HH	0,100	0,004	15,52	0,06	
HH	1,000	0,044	14,11	0,62	
HH	2,000	0,089	11,53	1,03	
%MO		0,050	1,71	0,09	1,80
HM	1,000	0,044	90,00	3,96	3,96

**** 02.10 Muros de sostenimiento y protección**
Observación: Para evitar la socavación de rellenos / m = 1:6 / j = 2.5 cm.
Código Descripción
Mano de Obra

Total	107,76
--------------	---------------

Unidad	Rendimiento: Cuadrilla	Cantidad m3/día	Precio	Parcial	Sub - Total
HH	0,200	0,133	15,52	2,06	
HH	2,000	1,333	14,11	18,81	
HH	2,000	1,333	11,53	15,37	
%MO		0,050	36,24	1,81	38,05
m3		0,015	5,00	0,08	
m3		0,350	48,95	17,13	
m3		0,400	35,00	14,00	
Bis		2,200	17,50	38,50	69,71

**** 03.02 Encofrado de cimentación bajo agua**

Total	44,67
--------------	--------------

Rendimiento: 14,00

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 05-oct-08

	Unidad	Cuadrilla	Rendimiento:	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
020213	Kg			0,070	4,20	0,29	
020250	Kg			0,150	3,80	0,57	
487023	Kg			0,280	2,50	0,70	
381442	Jgo			0,070	89,80	6,29	
425029	MD			0,450	22,50	10,13	168,41
03.07	m2	Cuadrilla	Rendimiento:	24,00		Total	26,73
Observación:	<i>Encima de losa del puente. Desperdicio 5 % y 8 usos</i>						
Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	m2/día	Precio	Parcial	Sub - Total
	Mano de Obra						
425013	Capataz	HH	0,200	0,067	15,52	1,04	
425023	Operario	HH	2,000	0,667	14,11	9,41	
425022	Oficial	HH	1,000	0,333	12,75	4,25	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	14,70	0,74	15,44
	<i>Materiales</i>						
487043	Plancha de triplay lupuna 4' x 8' x 19 mm.	Pza		0,046	95,70	4,40	
487022	Madera tornillo para construcción	p2		2,150	3,00	6,45	
020213	Alambre negro N° 8 BWG	Kg		0,035	4,20	0,15	
020250	Clavo con cabeza tipo BWG	Kg		0,075	3,80	0,29	11,29
** 04.01 A	Transporte de elementos metálicos	Ton	Cuadrilla	Rendimiento:	Cantidad	Total	97,34
Observación:	<i>Análisis de flete desde Lima a Abanacay. Para 5 usos</i>						
Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Ton/día	Precio	Parcial	Sub - Total
	Mano de Obra						
425013	Capataz	HH	0,020	0,004	15,52	0,06	
425023	Operario	HH	0,200	0,044	14,11	0,62	
425022	Oficial	HH	0,200	0,044	12,75	0,56	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	1,24	0,06	1,30
752101	Flete terrestre de Lima a Abanacay	Ton	1,020	0,204	460,00	93,84	

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 05-oct-08

Código	Descripción	Unidad	Rendimiento:	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
		Kg	Cuadrilla	200,00		Total	4,61
		Kg					
352327	Grúa hidráulica autop. s/oruga 155 HP / 35 Ton	HM	0,050	0,011	200,00	2,20	96,04
** 04.01 B	Limpeza y eliminación de maleza			200,00			
<i>Observación: Acumulada entre los armostres del falso puente</i>							
	Descripción						
	Mano de Obra						
425013	Capataz	HH	0,100	0,004	15,52	0,06	
425023	Operario	HH	1,000	0,040	14,11	0,56	
425024	Peón	HH	4,000	0,160	11,53	1,85	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	2,47	0,12	2,59
	Materiales						
352325	Esmeril de mano	HM	0,250	0,010	2,00	0,02	
352327	Grúa hidráulica autop. s/oruga 155 HP / 35 Ton	HM	0,250	0,010	200,00	2,00	2,02
04.02	Hincado y alineamiento de pilotes Ø 10"			1,50			
<i>Observación: Pilotes de acero Ø 10" x e = 3/8". Considerar 6 usos</i>							
	Descripción						
	Mano de Obra						
425013	Capataz	HH	0,200	1,067	15,52	16,56	
425023	Operario	HH	2,000	10,667	14,11	150,50	
425022	Oficial	HH	2,000	10,667	12,75	136,00	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	303,06	15,15	318,21
	Equipos						
352329	Martillo hınca pilote DELMAG 12 Ton	HM	0,500	2,667	102,00	272,03	
352327	Grúa hidráulica autop. s/oruga 155 HP / 35 Ton	HM	0,500	2,667	200,00	533,40	805,43
	Materiales						
020450	Tubería acero negro Schedule 40 - 10"	ml	6,300	1,050	530,60	557,13	1362,56
04.03	Nivelación y colocación de vigas metálicas de soporte			360,00			
<i>Observación: Colocación perfiles entramado de vigas. Considerar 6 usos</i>							
		Kg				Total	2,38

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 05-oct-08

Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
	<i>Mano de Obra</i>						
425013	Capataz	HH	0,200	0,004	15,52	0,06	
425023	Operario	HH	2,000	0,044	14,11	0,62	
425022	Oficial	HH	1,000	0,022	12,75	0,28	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	0,96	0,05	1,01
	<i>Equipos</i>						
352324	Equipo de oxicorte	HM	0,500	0,011	6,00	0,07	
352328	Máquina de soldar 250 A Hobert	HM	0,500	0,011	11,20	0,12	0,19
	<i>Materiales</i>						
020305	Perfil acero A-36 estructural / soporte	Kg	1,050	0,175	5,40	0,95	
715411	Acetileno	Kg		0,002	42,00	0,08	
715412	Oxigeno	m3		0,004	15,00	0,06	
715413	Soldadura cellacord 1/8" E - 6011 (5 Kg)	Und		0,001	41,10	0,04	
715418	Soldadura supercito 1/8" E - 7018 (5 Kg)	Und		0,001	46,20	0,05	1,18
04.04	Colocación de entablado e = 1 1/2"			80,00		Total	13,22
<i>Observación: Entarimado para encofrar vigas y losas. Considerar 6 usos</i>							
Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
	<i>Mano de Obra</i>						
425013	Capataz	HH	0,200	0,020	15,52	0,31	
425023	Operario	HH	2,000	0,200	14,11	2,82	
425022	Oficial	HH	1,000	0,100	12,75	1,28	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	4,41	0,22	4,63
	<i>Materiales</i>						
487022	Madera tornillo para construcción	p2		2,750	3,00	8,25	
020213	Alambre negro N° 8 BWG	Kg		0,080	4,20	0,34	8,59
04.05	Colocación de arriostres y cartelas			600,00		Total	1,99
<i>Observación: Refuerzo y corrección de falso puente. Considerar 6 usos</i>							

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 05-oct-08

Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
	<i>Mano de Obra</i>						
425013	Capataz	HH	0,200	0,003	15,52	0,05	
425023	Operario	HH	2,000	0,027	14,11	0,38	
425022	Oficial	HH	1,000	0,013	12,75	0,17	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	0,60	0,03	0,63
	<i>Equipos</i>						
352324	Equipo de oxicorte	HM	0,500	0,007	6,00	0,04	
352328	Máquina de soldar 250 A Hobert	HM	0,500	0,007	11,20	0,08	0,12
	<i>Materiales</i>						
020235	Angulo FN ASTM A-36	Kg	0,795	0,133	5,80	0,77	
020417	Platina FN ASTM A-36	Kg	0,255	0,043	5,60	0,24	
715411	Acetileno	Kg		0,002	42,00	0,08	
715412	Oxigeno	m3		0,004	15,00	0,06	
715413	Soldadura cellacord 1/8" E - 6011 (5 Kg)	Und		0,001	41,10	0,04	
715418	Soldadura supercito 1/8" E - 7018 (5 Kg)	Und		0,001	46,20	0,05	1,24
04.06	Desmontaje de falso puente	m2	Rendimiento:	18,00		Total	87,89
Observación:	Retiro total de la estructura metálica	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
	<i>Mano de Obra</i>						
425013	Capataz	HH	0,200	0,089	15,52	1,38	
425023	Operario	HH	2,000	0,889	14,11	12,54	
425022	Oficial	HH	1,000	0,444	12,75	5,66	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	19,58	0,98	20,56
	<i>Equipos</i>						
352327	Grúa hidráulica autop. s/oruga 155 HP / 35 Ton	HM	0,500	0,222	200,00	44,40	
352324	Equipo de oxicorte	HM	0,500	0,222	6,00	1,33	45,73
	<i>Materiales</i>						
715411	Acetileno	Kg		0,300	42,00	12,60	

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 05-oct-08

Código	Descripción	Unidad	Rendimiento: En volumen : 1.00 : 3.00 : 5.00 Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
715412	Oxigeno	m3		0,600	15,00	9,00	21,60
05.01	Concreto f'c = 140 Kg/cm2 bajo agua	m3		10,00			263,66
Observación:	Mezcladora de concreto tipo tambor 11 - 12 p3 / 35 HP Vibrador de concreto de 4.0 HP (aguja de 1.00")						
	<i>Mano de Obra</i>						
425013	Capataz	HH	0,200	0,160	15,52	2,48	
425023	Operario	HH	2,000	1,600	14,11	22,57	
425022	Oficial	HH	2,000	1,600	12,75	20,40	
425024	Peón	HH	4,000	3,200	11,53	36,91	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	82,36	4,12	86,48
	<i>Equipos</i>						
352322	Electrobomba 15 HP / Φ 6"	HM	0,250	0,200	24,00	4,80	
352332	Mezcladora de concreto tambor 35 HP / 11 - 12 p3	HM	1,000	0,800	17,50	14,00	
352354	Vibrador mecánico de concreto 4.0 HP	HM	0,500	0,400	10,50	4,20	23,00
	<i>Materiales</i>						
021303	Arena gruesa	m3		0,430	48,95	21,05	
021306	Piedra chancada de 1"	m3		0,710	60,40	42,88	
425011	Agua para obra	m3		0,200	5,00	1,00	
381408	Cemento Portland Tipo I (42.5 Kg.)	Bis		5,100	17,50	89,25	154,18
** 05.02	Concreto ciclópeo f'c = 140 Kg/cm2 bajo agua	m3		10,00			233,16
Observación:	Mezcladora de concreto tipo tambor 11 - 12 p3 / 35 HP Vibrador de concreto de 4.0 HP (aguja de 1.00")						
	<i>Mano de Obra</i>						
425013	Capataz	HH	0,200	0,160	15,52	2,48	
425023	Operario	HH	2,000	1,600	14,11	22,57	
425022	Oficial	HH	2,000	1,600	12,75	20,40	

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 05-oct-08

Código	Descripción	Unidad	Rendimiento:	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
425024	Peón	HH	4,000	3,200	11,53	36,91	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	82,36	4,12	86,48
<i>Equipos</i>							
352322	Electrobomba 15 HP / Φ 6"	HM	0,250	0,200	24,00	4,80	
352332	Mezcladora de concreto tambor 35 HP / 11 - 12 p3	HM	1,000	0,800	17,50	14,00	
352354	Vibrador mecánico de concreto 4.0 HP	HM	0,500	0,400	10,50	4,20	23,00
<i>Materiales</i>							
021309	Piedra grande de cantera	m3		0,450	35,00	15,75	
021303	Arena gruesa	m3	0,430	0,301	48,95	14,73	
021306	Piedra chancada de 1"	m3	0,710	0,497	60,40	30,02	
425011	Agua para obra	m3	0,200	0,140	5,00	0,70	
381408	Cemento Portland Tipo I (42.5 Kg.)	Bls	5,100	3,570	17,50	62,48	123,68

Total **298,39**

05.04 **Concreto f c = 210 Kg/cm2 en seco**
Observación: Mezcladora de concreto tipo tambor 11 - 12 p3 / 35 HP
Vibrador de concreto de 4.0 HP (aguja de 1.00")

Rendimiento: 10,00 **m3/día**

En volumen : 1.00 : 2.00 : 3.00

Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
<i>Mano de Obra</i>							
425013	Capataz	HH	0,200	0,160	15,52	2,48	
425023	Operario	HH	2,000	1,600	14,11	22,57	
425022	Oficial	HH	2,000	1,600	12,75	20,40	
425024	Peón	HH	4,000	3,200	11,53	36,91	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	82,36	4,12	86,48
<i>Equipos</i>							
352332	Mezcladora de concreto tambor 35 HP / 11 - 12 p3	HM	1,000	0,800	17,50	14,00	
352354	Vibrador mecánico de concreto 4.0 HP	HM	0,500	0,400	10,50	4,20	18,20
<i>Materiales</i>							
021303	Arena gruesa	m3		0,430	48,95	21,05	
021306	Piedra chancada de 1"	m3		0,640	60,40	38,66	
425011	Agua para obra	m3		0,200	5,00	1,00	

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 05-oct-08

Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Rendimiento:	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
381408	Cemento Pórtland Tipo I (42.5 Kg.)	Bls			7,600	17,50	133,00	193,71
** 05.05	Concreto f'c = 210 Kg/cm2 bajo agua	m3			10,00		Total	303,19
Observación:	Mezcladora de concreto tipo tambor 11 - 12 p3 / 35 HP Vibrador de concreto de 4.0 HP (aguja de 1.00")			En volumen : 1.00 : 2.00 : 3.00				
	Mano de Obra							
425013	Capataz	HH	0,200		0,160	15,52	2,48	
425023	Operario	HH	2,000		1,600	14,11	22,57	
425022	Oficial	HH	2,000		1,600	12,75	20,40	
425024	Peón	HH	4,000		3,200	11,53	36,91	
425015	Herramientas manuales	%MO			0,050	82,36	4,12	86,48
	Equipos							
352322	Electrobomba 15 HP / Ø 6"	HIM	0,250		0,200	24,00	4,80	
352332	Mezcladora de concreto tambor 35 HP / 11 - 12 p3	HIM	1,000		0,800	17,50	14,00	
352354	Vibrador mecánico de concreto 4.0 HP	HIM	0,500		0,400	10,50	4,20	23,00
	Materiales							
021303	Arena gruesa	m3			0,430	48,95	21,05	
021306	Piedra chancada de 1"	m3			0,640	60,40	38,66	
425011	Agua para obra	m3			0,200	5,00	1,00	
381408	Cemento Pórtland Tipo I (42.5 Kg.)	Bls			7,600	17,50	133,00	193,71
05.07	Concreto f'c = 320 Kg/cm2 en seco + Acelerante	m3			10,00		Total	329,11
Observación:	Mezcladora de concreto tipo tambor 11 - 12 p3 / 35 HP Vibrador de concreto de 4.0 HP (aguja de 1.00") Acelerante Sika 3 d = 1.26 Kg / litro (0.3 - 0.7% cemento)			En volumen : 1.00 : 1.50 : 2.50				
	Mano de Obra							
425013	Capataz	HH	0,200		0,160	15,52	2,48	
425023	Operario	HH	2,000		1,600	14,11	22,57	

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Sígnio : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 05-oct-08

425022	Oficial	HH	2,000	1,600	12,75	20,40
425024	Peón	HH	4,000	3,200	11,53	36,91
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	82,36	86,48
	<i>Equipos</i>					
352332	Mezcladora de concreto tambor 35 HP / 11 - 12 p3	HM	1,000	0,800	17,50	14,00
352354	Vibrador mecánico de concreto 4.0 HP	HM	0,500	0,400	10,50	4,20
	<i>Materiales</i>					
381402	Aditivo acelerante Sika 3 (25 Kg.)	Und		0,046	150,40	6,92
021303	Arena gruesa	m3		0,380	48,95	18,60
021306	Piedra chancada de 1"	m3		0,640	60,40	38,66
425011	Agua para obra	m3		0,200	5,00	1,00
381408	Cemento Portland Tipo I (42.5 Kg.)	Bls		9,100	17,50	159,25
						224,43

Total 326,99

05.08 Concreto f'c = 320 Kg/cm2 bajo agua
Observación: Mezcladora de concreto tipo tambor 11 - 12 p3 / 35 HP
Vibrador de concreto de 4.0 HP (aguja de 1.00")

Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
	<i>Mano de Obra</i>						
425013	Capataz	HH	0,200	0,160	15,52	2,48	
425023	Operario	HH	2,000	1,600	14,11	22,57	
425022	Oficial	HH	2,000	1,600	12,75	20,40	
425024	Peón	HH	4,000	3,200	11,53	36,91	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	82,36	4,12	86,48
	<i>Equipos</i>						
352322	Electrobomba 15 HP / Φ 6"	HM	0,250	0,200	24,00	4,80	
352332	Mezcladora de concreto tambor 35 HP / 11 - 12 p3	HM	1,000	0,800	17,50	14,00	
352354	Vibrador mecánico de concreto 4.0 HP	HM	0,500	0,400	10,50	4,20	23,00
	<i>Materiales</i>						
021303	Arena gruesa	m3		0,380	48,95	18,60	
021306	Piedra chancada de 1"	m3		0,640	60,40	38,66	

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Culcua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo
Fecha : 05-oct-08

425011	Agua para obra	m3				5,00	1,00		
381408	Cemento Portland Tipo I (42.5 Kg.)	Bis				17,50	159,25		217,51

06.01 Acero de refuerzo fy = 4200 Kg/cm2 / G - 60

Observación: Considerado la habilitación y colocación - hasta 1"

Código	Descripción	Unidad	Rendimiento:	Precio	Parcial	Sub - Total
		Kg	Cuadrilla	Kg/día		
		Unidad	Cantidad			
	Mano de Obra					
425013	Capataz	HH	0,100	15,52	0,05	
425023	Operario	HH	2,000	14,11	0,87	
425022	Oficial	HH	1,000	12,75	0,40	
425015	Herramientas manuales	%MO	0,050	1,32	0,07	1,39
Materiales						
020211	Acero corrugado fy = 4200 Kg/cm2 (G-60)	Kg	1,050	2,90	3,05	
020212	Alambre negro N° 16 BWG	Kg	0,004	3,80	0,02	3,07
Total						4,46

07.03 Colocación y fijación de ductos

Observación: Colocación de fundas en columnas y vigas

Código	Descripción	Unidad	Rendimiento:	Precio	Parcial	Sub - Total
		ml	Cuadrilla	ml/día		
		Unidad	Cantidad			
	Mano de Obra					
425013	Capataz	HH	0,200	15,52	0,12	
425022	Oficial	HH	2,000	12,75	1,02	
425015	Herramientas manuales	%MO	0,050	1,14	0,06	1,20
Materiales						
020434	Tensados - Ducto funda corrugada de Ø 6.6 cm.	ml	0,900	2,40	2,16	
020435	Tensados - Ducto funda corrugada de Ø 7.6 cm.	ml	0,150	2,80	0,42	2,58
Total						3,78

07.04 Colocación de anclajes para postensados

Observación: Considerado los anclajes fijo - móvil y refuerzo

Código	Descripción	Unidad	Rendimiento:	Precio	Parcial	Sub - Total
		Kg	Cuadrilla	Kg/día		
		Unidad	Cantidad			
	Mano de Obra					
Total						24,39

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Culcua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fecha : 05-oct-08
Fórmula : Todo

Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Rendimiento:	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
425013	Capataz	HH	0,200		0,011	15,52	0,17	
425022	Oficial	HH	2,000		0,107	12,75	1,36	
425024	Peón	HH	1,000		0,053	11,53	0,61	
425015	Herramientas manuales	%MO			0,050	2,14	0,11	2,25
<i>Materiales</i>								
020211	Acero corrugado fy = 4200 Kg/cm2 (G-60)	Kg			1,500	2,90	4,35	
020212	Alambre negro N° 16 BWG	Kg			0,006	3,80	0,02	
020432	Tensados - Anclaje multiplano tipo Dividag DSI - fijo	Kg			0,200	10,20	2,04	
020433	Tensados - Anclaje multiplano tipo Dividag DSI - móvil	Kg			0,850	18,50	15,73	22,14
07.05	Tensado de columnas y vigas	ml		Rendimiento:	850,00		Total	33,70
<i>Observación: Incluye empleo de gato hidráulico y cuñas embutimiento</i>								
<i>Mano de Obra</i>								
425013	Capataz	HH	0,200		0,002	15,52	0,03	
425023	Operario	HH	2,000		0,019	14,11	0,27	
425024	Peón	HH	2,000		0,019	11,53	0,22	
425015	Herramientas manuales	%MO			0,050	0,52	0,03	0,55
352350	Tensados - Gato Hidráulico M8 - 508.90 cm2 - 800 Kg/cm2	HIM	1,000		0,009	160,00	1,44	1,44
<i>Materiales</i>								
020437	Tensados - Tendón postensor tensado ϕ 5/8"	ml			1,050	30,20	31,71	31,71
07.06	Inyección de mortero en tendones	ml		Rendimiento:	350,00		Total	2,92
<i>Observación: Incluye bomba manual, balde con manivela. V = 1.032 m3</i>								
<i>Mano de Obra</i>								
425013	Capataz	HH	0,100		0,002	15,52	0,03	
425023	Operario	HH	1,000		0,023	14,11	0,32	
425024	Peón	HH	1,000		0,023	11,53	0,27	

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Culcua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 05-oct-08

425015	Herramientas manuales	%MO	0,050	0,62	0,03	0,65
352349	Tensados - Bomba manual 5.10 Kg/cm2 con manivela	HM	0,023	25,00	0,58	0,58
	<i>Equipos</i>					
	<i>Materiales</i>					
425039	Viscosidad - Lubricante soluble mecanol SAE-40	Gln	0,010	28,00	0,28	
381436	Intraplast Z expansor (30 Kg.)	Bls	0,002	87,00	0,17	
425011	Agua para obra	m3	0,002	5,00	0,01	
381408	Cemento Pórtland Tipo I (42.5 Kg.)	Bls	0,070	17,50	1,23	1,69

*** 08.01 Imprimación asfáltica**

Observación: Como adherente sobre losa de puente

Código	Descripción	Unidad	Rendimiento:	Precio	Parcial	Sub - Total
			Cuadrilla			
			Cantidad			
	<i>Mano de Obra</i>					
425013	Capataz	HH	0,100	15,52	0,02	
425023	Operario	HH	1,000	14,11	0,13	
425022	Oficial	HH	1,000	12,75	0,11	
425024	Peón	HH	4,000	11,53	0,42	
425015	Herramientas manuales	%MO	0,050	0,68	0,03	0,71
	<i>Equipos</i>					
352320	Compresora neumática 125 - 175 PCM	HM	0,250	36,00	0,07	
352313	Camión imprimador 6x2 / 178 - 210 HP 1800 Gln	HM	0,750	110,00	0,77	0,84
	<i>Materiales</i>					
425016	Kerosene Industrial D-3	Gln	0,050	8,50	0,43	
425018	Líquido de pavimentación RC 250	Gln	0,250	4,50	1,13	1,56

*** 08.02 Carpeta asfáltica en frío**

Observación: Espesor de carpeta e = 2"

Código	Descripción	Unidad	Rendimiento:	Precio	Parcial	Sub - Total
			Cuadrilla			
			Cantidad			
	<i>Mano de Obra</i>					
425013	Capataz	HH	0,100	15,52	0,02	

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
 Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
 Fórmula : Todo

Fecha : 05-oct-08

Código	Descripción	Unidad	Rendimiento: Cuadrilla	Cantidad m/día	Precio	Parcial	Sub - Total
425023	Operario	HH	1,000	0,008	14,11	0,11	
425022	Oficial	HH	1,000	0,008	12,75	0,10	
425024	Peón	HH	4,000	0,032	11,53	0,37	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	0,60	0,03	0,63
Equipos							
352311	Amasadora de asfalto 23.5 HP - 5.4 m3	HM	0,500	0,004	95,00	0,38	
352340	Pavimentadora s/oruga 69 HP - 10'	HM	0,500	0,004	94,00	0,38	
352320	Compresora neumática 125 - 175 PCM	HM	0,250	0,002	36,00	0,07	
352344	Rodillo neumático 81 - 100 HP / 5.5 - 20 Ton	HM	0,250	0,002	68,00	0,14	0,97
Materiales							
425016	Kerosene Industrial D-3	Gln		1,600	8,50	13,60	
425018	Líquido de pavimentación RC 250	Gln		2,000	4,50	9,00	
021303	Arena gruesa	m3		0,060	48,95	2,94	
021307	Piedra chancada de 1/2" - 3/4"	m3		0,060	64,76	3,89	29,43
						Total	7,49

09.01 Acabado de veredas

Observación: Considerado los anclajes fijo - móvil y refuerzo

Código Descripción
 Mano de Obra

Código	Descripción	Unidad	Rendimiento: Cuadrilla	Cantidad m/día	Precio	Parcial	Sub - Total
425013	Capataz	HH	0,100	0,036	15,52	0,56	
425022	Oficial	HH	1,000	0,364	12,75	4,64	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	5,20	0,26	5,46
Materiales							
025284	Pintura - Thinner standard	Gln	0,100	0,004	17,50	0,07	
025287	Pintura de tráfico amarilla	Gln	0,900	0,034	57,50	1,96	2,03
						Total	45,87

09.02 Tubos de drenaje

Observación: Tubería PVC-P Ø 3" x 16"

Código Descripción
 Mano de Obra

Código	Descripción	Und	Rendimiento: Cuadrilla	Cantidad Und/día	Precio	Parcial	Sub - Total
						Total	45,87

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra Fórmula		: Rehabilitación y Construcción de Puentes : Todo		Fecha : 05-oct-08	
425013	Capataz	HH	0,100	0,027	15,52
425022	Oficial	HH	1,000	0,267	12,75
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	3,82
<i>Materiales</i>					
020212	Alambre negro N° 16 BWG	Kg		0,020	3,80
624326	Tubo PVC P Clase 10 agua fría roscado 1" x 5 m	Pza		1,200	31,80
624321	Tubo desagüe PVC P 3" x 3 m	Pza		0,150	24,10
* 09.04 A	Postes de baranda	Und	Rendimiento:	8,00	Total
Observación:	Empotrados en la vereda	Unidad	Cuadrilla	Und/día	Sub - Total
Código	Descripción				
	<i>Mano de Obra</i>				
425013	Capataz	HH	0,100	0,100	15,52
425023	Operario	HH	1,000	1,000	14,11
425022	Oficial	HH	1,000	1,000	12,75
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	1,42
352328	Máquina de soldar 250 A Hobert	HM	0,250	0,250	11,20
<i>Materiales</i>					
020363	Plancha LAC NG 12.5 x 1220 x 2400 mm. (1/2")	Pza		0,015	461,10
020417	Platina FN ASTM A-36	Kg		28,980	5,60
020343	Perno anclaje Φ 5/8" x 0.45 m - G8 rosca	Und		4,000	39,10
715413	Soldadura cellacord 1/8" E - 6011 (5 Kg)	Und		0,033	41,10
09.04 B	Pasamanos	ml	Rendimiento:	40,00	Total
Observación:	Protección vial y peatonal	Unidad	Cuadrilla	ml/día	Sub - Total
Código	Descripción				
	<i>Mano de Obra</i>				
425013	Capataz	HH	0,100	0,020	15,52
425023	Operario	HH	1,000	0,200	14,11

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 05-oct-08

425022	Oficial	HH	1,000	0,200	12,75	2,55
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	5,68	0,28
352328	Máquina de soldar 250 A Hobert	HM	1,000	0,200	11,20	2,24
	<i>Equipos</i>					
	<i>Materiales</i>					
020292	Perfil A-36 tubo 2 1/2" x 76 mm. e = 2.0 mm. x 6 ml	Pza		0,350	86,70	30,35
715413	Soldadura cellacord 1/8" E - 6011 (5 Kg)	Und		0,006	41,10	0,25

Total	25,71
--------------	--------------

Código	Descripción	Unidad	Rendimiento:	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
09.05	Albañilería hueca en veredas	mi	Cuadrilla	25,00			
Observación:	Colocación de ladrillo de cemento vibrado			<i>mi/día</i>			
	<i>Mano de Obra</i>						
425013	Capataz	HH	0,200	0,064	15,52	0,99	
425022	Oficial	HH	2,000	0,640	12,75	8,16	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	9,15	0,46	9,61
	<i>Materiales</i>						
025236	Ladrillo hueco c/cemento vibrado 25 x 30 x 18 cm.	Und		7,000	2,30	16,10	16,10

Total	4030,87
--------------	----------------

Código	Descripción	Unidad	Rendimiento:	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
09.06	Junta metálica de dilatación - contracción	Und	Cuadrilla	0,25			
Observación:	Entre tablero de puente y estribo del margen izquierdo			<i>Und/día</i>			
	<i>Mano de Obra</i>						
425013	Capataz	HH	0,100	3,200	15,52	49,66	
425023	Operario	HH	1,000	32,000	14,11	451,48	
425022	Oficial	HH	1,000	32,000	12,75	408,00	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	909,14	45,46	954,60
	<i>Equipos</i>						
352328	Máquina de soldar 250 A Hobert	HM	0,250	8,000	11,20	89,60	89,60
	<i>Materiales</i>						
537806	Neopreno natural	cm3		292,500	3,20	936,00	936,00

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 05-oct-08

020235	Angulo FN ASTM A-36	Kg	33,120	5,80	192,10
020417	Platina FN ASTM A-36	Kg	298,060	5,60	1669,14
020354	Perno hexagonal Φ 5/8" x 2 1/2"	Cto	0,650	90,50	58,83
020211	Acero corrugado fy = 4200 Kg/cm ² (G-60)	Kg	36,530	2,90	105,94
715413	Soldadura cellacord 1/8" E - 6011 (5 Kg)	Und	0,600	41,10	24,66
					2986,67

Total	15,56
--------------	--------------

Rendimiento:

Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
09.08	Pintura de postes de baranda y pasamanos	mi		40,00			
	<i>Observación: Empleo de pintura anticorrosiva sobre acero arenado</i>						
	<i>Mano de Obra</i>						
425013	Capataz	HH	0,100	0,020	15,52	0,31	
425023	Operario	HH	1,000	0,200	14,11	2,82	
425022	Oficial	HH	1,000	0,200	12,75	2,55	
425024	Peón	HH	2,000	0,400	11,53	4,61	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	10,29	0,51	10,80
	<i>Equipos</i>						
352320	Compresora neumática 125 - 175 PCM	HM	0,250	0,050	36,00	1,80	
352323	Equipo de arenado	HM	0,250	0,050	9,00	0,45	2,25
	<i>Materiales</i>						
021303	Arena gruesa	m3		0,020	48,95	0,98	
025284	Pintura - Thinner standard	Gln	0,100	0,004	17,50	0,07	
025286	Pintura anticorrosiva standard	Gln	0,900	0,034	42,90	1,46	2,51

Total	940,17
--------------	---------------

Rendimiento:

Código	Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
09.10	Articulaciones	Und		0,60			
	<i>Observación: Canastillas en conexión columna - cimentación</i>						
	<i>Mano de Obra</i>						
425013	Capataz	HH	0,100	1,333	15,52	20,69	
425023	Operario	HH	1,000	13,333	14,11	188,11	
425024	Peón	HH	1,000	13,333	11,53	153,78	

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Culcua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 05-oct-08

Obra Fórmula	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Sub - Total
425015	Herramientas manuales	%MO	0,050	362,58	18,13
381464	Tecnopor 1 1/2" x 2.40 x 1.20 m / D = 14 - 16 Kg/m3	m2	45,750	9,50	434,63
021302	Arena fina	m3	0,140	25,00	3,50
021303	Arena gruesa	m3	0,110	48,95	5,38
425011	Agua para obra	m3	0,090	5,00	0,45
381408	Cemento Portland Tipo I (42.5 Kg.)	Bis	6,600	17,50	115,50
					559,46

Total	7280,07
--------------	----------------

Rendimiento:
Glb/día
Cantidad

Glb
Unidad

Cuadrilla

0,12

1,000

0,000

7280,07

7280,07

7280,07

*** 10.01** Medidas de mitigación del impacto ambiental
Observación: Condiciones del impacto ambiental

Código

425020

Mitigación de impacto ambiental

Glb

0,000

7280,07

7280,07

7280,07

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

LISTA DE INSUMOS

Obra : **Rehabilitación y Construcción de Puentes**
Fórmula : **Todo**

Fecha : **05-oct-08**
Considerar **Total**

Código	Ins	Ensamble	Insumos	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Precio US\$	Totales
020211	AC	A0001	Acero corrugado fy = 4200 Kg/cm2 (G-60)	Kg	30335,300	2,90	0,95	87972,40
020212	AC	A0002	Alambre negro N° 16 BWG	Kg	119,300	3,80	1,25	453,40
020213	AC	A0003	Alambre negro N° 8 BWG	Kg	127,200	4,20	1,38	534,30
020235	AC	A0025	Angulo FN ASTM A-36	Kg	480,100	5,80	1,90	2784,60
020237	AC	A0027	Barreno integral de 7/8" x 5'	Pza	98,200	265,00	86,89	26023,00
020250	AC	A0040	Clavo con cabeza tipo BWG	Kg	238,200	3,80	1,25	905,20
020292	AC	A0082	Perfil A-36 tubo 2 1/2" x 76 mm. e = 2.0 mm. x 6 ml	Pza	36,400	86,70	28,43	3155,90
020305	AC	A0095	Perfil acero A-36 estructural / soporte	Kg	7120,900	5,40	1,77	38452,90
020343	AC	A0133	Perno anclaje Φ 5/8" x 0.45 m - G8 rosca	Und	288,000	39,10	12,82	11260,80
020354	AC	A0144	Perno hexagonal Φ 5/8" x 2 1/2"	Cto	0,700	90,50	29,67	63,40
020363	AC	A0153	Plancha LAC NG 12.5 x 1220 x 2400 mm. (1/2")	Pza	1,100	461,10	151,18	507,30
020417	AC	A0207	Platina FN ASTM A-36	Kg	2529,200	5,60	1,84	14163,60
020432	AC	A0222	Tensados - Anclaje multipiano tipo Diwidag DSI - fijo	Kg	83,200	10,20	3,34	848,70
020433	AC	A0223	Tensados - Anclaje multipiano tipo Diwidag DSI - móvil	Kg	353,600	18,50	6,07	6541,60
020434	AC	A0224	Tensados - Ducto funda corrugada de Φ 6.6 cm.	ml	434,800	2,40	0,79	1043,60
020435	AC	A0225	Tensados - Ducto funda corrugada de Φ 7.6 cm.	ml	72,500	2,80	0,92	203,00
020437	AC	A0227	Tensados - Tendón postensor tensado Φ 5/8"	ml	5638,800	30,20	9,90	170291,80
020450	AC	A0240	Tuberla acero negro Schedule 40 - 10"	ml	54,600	530,60	173,97	28970,80
021302	AG	A0265	Arena fina	m3	2,100	25,00	8,20	52,50
021303	AG	A0266	Arena gruesa	m3	343,800	48,95	16,05	16829,10
021305	AG	A0268	Hormigón / Material de relleno	m3	928,800	24,09	7,90	22374,80
021306	AG	A0269	Piedra chancada de 1"	m3	425,600	60,40	19,80	25706,30
021307	AG	A0270	Piedra chancada de 1/2" - 3/4"	m3	27,900	64,76	21,23	1806,90
021309	AG	A0272	Piedra grande de cantera	m3	84,100	35,00	11,48	2943,50
021311	AG	A0274	Roca seleccionada de cantera	m3	739,200	40,00	13,11	29568,00
021313	AG	A0276	Tiza / Delineadores de medidas	Kg	120,000	0,80	0,26	96,00
025234	AR	A0411	Ladrillo arcilla KK 18H tipo IV 9 x 12 x 24 cm.	Und	998,000	0,75	0,25	748,50
025236	AR	A0413	Ladrillo hueco c/cemento vibrado 25 x 30 x 18 cm.	Und	728,000	2,30	0,75	1674,40

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

LISTA DE INSUMOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 05-oct-08
Considerar : Total

Código	Ins	Ensamble	Insumos	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Precio US\$	Totales
025284	AR	A0461	Pintura - Thinner standard	Gln	1,000	17,50	5,74	17,50
025286	AR	A0463	Pintura anticorrosiva standard	Gln	3,600	42,90	14,07	154,50
025287	AR	A0464	Pintura de tráfico amarilla	Gln	3,600	57,50	18,85	207,00
025290	AR	A0467	Pintura esmalte sintético standard	Gln	0,700	42,90	14,07	30,10
170332	EL	A0551	Cable THW 2 AWG - 35.0 mm2	ml	60,000	14,70	4,82	882,00
170334	EL	A0553	Cable THW 6 AWG - 16.0 mm2	ml	20,000	6,20	2,03	124,00
170335	EL	A0554	Cable THW 8 AWG - 10.0 mm2	ml	120,000	3,80	1,25	456,00
352311	EQ	A0797	Amasadora de asfalto 23.5 HP - 5.4 m3	HM	1,900	95,00	31,15	180,50
352313	EQ	A0799	Camión imprimador 6x2 / 178 - 210 HP 1800 Gln	HM	3,300	110,00	36,07	363,00
352314	EQ	A0800	Camión volquete 6x4 / 330 HP 10 m3	HM	42,300	72,00	23,61	3045,60
352315	EQ	A0801	Cargador frontal s/lanta / 125 - 155 HP 3.0 yd3	HM	759,600	90,00	29,51	68364,00
352320	EQ	A0806	Compresora neumática 125 - 175 PCM	HM	679,700	36,00	11,80	24469,20
352322	EQ	A0808	Electrobomba 15 HP / φ 6"	HM	160,600	24,00	7,87	3854,40
352323	EQ	A0809	Equipo de arenado	HM	5,200	9,00	2,95	46,80
352324	EQ	A0810	Equipo de oxicorte	HM	562,600	6,00	1,97	3375,60
352325	EQ	A0811	Esmeril de mano	HM	32,000	2,00	0,66	64,00
352326	EQ	A0812	Grúa hidráulica autop. s/lantas 80 HP / 10 Ton	HM	35,800	90,00	29,51	3222,00
352327	EQ	A0813	Grúa hidráulica autop. s/oruga 155 HP / 35 Ton	HM	262,800	200,00	65,57	52560,00
352328	EQ	A0814	Máquina de soldar 250 A Hobert	HM	518,000	11,20	3,67	5801,60
352329	EQ	A0815	Martillo hınca pilote DELMAG 12 Ton	HM	138,700	102,00	33,44	14147,40
352330	EQ	A0816	Martillo neumático 25 - 29 Kg.	HM	1344,900	7,10	2,33	9548,80
352332	EQ	A0818	Mezcladora de concreto tambor 35 HP / 11 - 12 p3	HM	538,700	17,50	5,74	9427,30
352335	EQ	A0821	Miras y jalones	HE	26,400	2,00	0,66	52,80
352339	EQ	A0825	Nivel automático Nikon	HE	26,400	5,00	1,64	132,00
352340	EQ	A0826	Pavimentadora s/oruga 69 HP - 10'	HM	1,900	94,00	30,82	178,60
352341	EQ	A0827	Plancha compactadora vibratoria 4 HP	HM	35,800	10,50	3,44	375,90
352343	EQ	A0829	Retroexcavadora s/oruga 195 HP	HM	47,600	120,00	39,34	5712,00
352344	EQ	A0830	Rodillo neumático 81 - 100 HP / 5.5 - 20 Ton	HM	1,000	68,00	22,30	68,00

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Culcua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

LISTA DE INSUMOS

Obra : **Rehabilitación y Construcción de Puentes**
Fórmula : **Todo**

Fecha : **05-oct-08**
Considerar **Total**

Código	Ins	Ensamble	Insumos	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Precio US\$	Totales
352349	EQ	A0835	Tensados - Bomba manual 5.10 Kg/cm2 con manivela	HM	11,200	25,00	8,20	280,00
352350	EQ	A0836	Tensados - Gato Hidráulico M8 - 508.90 cm2 - 800 Kg/cm2	HM	48,400	160,00	52,46	7744,00
352351	EQ	A0837	Teodolito reiterador Nikon	HE	26,400	10,00	3,28	264,00
352352	EQ	A0838	Transformador de 440 v	HM	400,000	25,00	8,20	10000,00
352354	EQ	A0840	Vibrador mecánico de concreto 4.0 HP	HM	269,400	10,50	3,44	2828,70
352355	EQ	A0841	Wincha de tambor metálica / Iona	HE	26,400	3,20	1,05	84,50
381402	ES	A0844	Aditivo acelerante Sika 3 (25 Kg.)	Und	18,400	150,40	49,31	2767,40
381408	ES	A0850	Cemento Portland Tipo I (42.5 Kg.)	Bis	5967,600	17,50	5,74	104433,00
381436	ES	A0878	Intraplast Z expansor (30 Kg.)	Bis	1,000	87,00	28,52	87,00
381442	ES	A0884	Laca desmoldante Sika Lac (1 galón)	Jgo	102,400	89,80	29,44	9195,60
381464	ES	A0906	Tecopor 1 1/2" x 2.40 x 1.20 m / D = 14 - 16 Kg/m3	m2	183,000	9,50	3,11	1738,50
424501	EX	A0909	Anfo Solanfo (Bolsa de 25 Kg.)	Bis	484,000	45,60	14,95	22070,40
424505	EX	A0913	Dinamita unidad de 30 cm. (60 %)	Und	7715,800	7,30	2,39	56325,40
424507	EX	A0915	Fulminante N° 6 / N° 8	Pza	1929,100	0,80	0,26	1543,30
424508	EX	A0916	Gula para explosivos	ml	4822,400	0,80	0,26	3858,00
425011	IN	A0917	Agua para obra	m3	153,600	5,00	1,64	768,00
425012	IN	A0918	Campamento y guardiania	Lote	1,000	8751,05	2869,20	8751,10
425013	IN	A0919	Capataz	HH	1530,100	15,52	5,09	23747,20
425015	IN	A0921	Herramientas manuales	%MO	24387,900	1,00	1,00	24387,90
425016	IN	A0922	Kerosene Industrial D-3	Gln	765,600	8,50	2,79	6507,60
425018	IN	A0924	Líquido de pavimentación RC 250	Gln	1044,000	4,50	1,48	4698,00
425020	IN	A0926	Mitigación de impacto ambiental	Glb	1,000	7280,07	2386,91	7280,10
425021	IN	A0927	Mobilización y desmovilización de equipo	Lote	1,000	16694,77	5473,70	16694,80
425022	IN	A0928	Oficial	HH	11220,500	12,75	4,18	143061,40
425023	IN	A0929	Operario	HH	10306,300	14,11	4,63	145409,10
425024	IN	A0930	Peón	HH	14684,300	11,53	3,78	169365,10
425025	IN	A0931	Petróleo D-2	Gln	363,200	10,50	3,44	3813,60
425029	IN	A0935	Puntales y elementos metálicos	MD	521,400	22,50	7,38	11731,50

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

LISTA DE INSUMOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 05-oct-08
Considerar : Total

Código	Ins	Ensamble	Insumos	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Precio US\$	Totales
425036	IN	A0942	Topógrafo	HH	105,600	15,52	5,09	1639,00
425039	IN	A0945	Viscosidad - Lubricante soluble mecano SAE-40	Gln	4,900	28,00	9,18	137,20
487022	MA	A0957	Madera tornillo para construcción	p2	55931,500	3,00	0,98	167794,50
487023	MA	A0958	Masilla nivelante para madera	Kg	409,500	2,50	0,82	1023,80
487043	MA	A0978	Plancha de triplay lupuna 4' x 8' x 19 mm.	Pza	544,800	95,70	31,38	52137,40
487044	MA	A0979	Plancha de triplay lupuna 4' x 8' x 3 mm.	Pza	8,000	19,60	6,43	156,80
537806	PL	A0988	Neopreno natural	cm3	292,500	3,20	1,05	936,00
624321	SA	A1240	Tubo desagüe PVC P 3" x 3 m	Pza	2,700	24,10	7,90	65,10
624326	SA	A1245	Tubo PVC P Clase 10 agua fría roscado 1" x 5 m	Pza	21,600	31,80	10,43	686,90
715411	SO	A1368	Acetileno	Kg	211,700	42,00	13,77	8891,40
715412	SO	A1369	Oxígeno	m3	423,300	15,00	4,92	6349,50
715413	SO	A1370	Soldadura cellacord 1/8" E - 6011 (5 Kg)	Und	47,800	41,10	13,48	1964,60
715418	SO	A1375	Soldadura supercito 1/8" E - 7018 (5 Kg)	Und	44,100	46,20	15,15	2037,50
752101	TR	A1376	Flete terrestre de Lima a Abancay	Ton	12,800	460,00	150,82	5888,00
TOTAL INSUMOS								1741979,80
INSUMO COMODIN + HERRAMIENTAS MANUALES								42033,49
SUB TOTAL COSTO DIRECTO								1784013,29

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS DE SUB PARTIDAS EVALUADAS POR LOTE

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes

Fecha : 05-oct-08

Código	Descripción	Lote Unidad	Rendimiento:		Precio	Total	
			Cuadrilla	Lote/día Cantidad		Parcial	Sub - Total
425012	Campamento y guardiana						8751,05
Observación:	Area de campamento de 60 m2 - losas de e = 2" / 1:8						
	<i>Mano de Obra</i>						
425022	Oficial	HH	1,000	0,04	12,75	2550,00	
425024	Peón	HH	1,000	200,000	11,53	2306,75	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	4856,75	242,84	5099,59
	<i>Equipo y Materiales</i>						
487020	Madera para encofrado	p2		140,000	2,40	336,00	
487044	Plancha de triplay lupuna 4' x 8' x 3 mm.	Pza		70,000	19,60	1372,00	
537813	Plancha Flexiforte PP opaca 1.20 mm. x 1.10 x 1.83 m	Pl		60,000	26,20	1572,00	
020250	Ciavo con cabeza tipo BWG	Kg		2,000	3,80	7,60	
381408	Cemento Portland Tipo I (42.5 Kg.)	Bls		15,000	17,50	262,50	
021305	Hormigón / Material de relleno	m3		4,000	24,09	96,36	
425011	Agua para obra	m3		1,000	5,00	5,00	3651,46
425021	Movilización y desmovilización de equipo						16694,77
Observación:	Distancia entre Lima Chalhuanca 790 Km						
	<i>Mano de Obra</i>						
425023	Operario	HH	1,000	0,05	14,11	2257,40	
425022	Oficial	HH	1,000	160,000	12,75	2040,00	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	4297,40	214,87	4512,27
	<i>Equipo y Materiales</i>						
425025	Petróleo D-2	Gln		65,000	10,50	682,50	
752101	Flete terrestre de Lima a Abancay	Ton		25,000	460,00	11500,00	12182,50

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS DE SUB PARTIDAS EVALUADAS POR GLOBAL

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes

Fecha : 05-oct-08

Código	Descripción	Unidad	Rendimiento:		Precio	Sub - Total
			Cuadrilla	Glb/día		
425020	Mitigación de impacto ambiental			0,12		7280,07
Observación:	<i>Considerado una evaluación mensual de avance</i>					
	Mano de Obra					
425023	Operario	HH	1,000	66,667	14,11	940,59
425022	Oficial	HH	1,000	66,667	12,75	850,00
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	1790,59	89,53
	Equipo y Materiales					1880,12
352314	Camión volquete 6x4 / 330 HP 10 m3	HM	0,500	33,333	72,00	2399,98
352315	Cargador frontal s/lanta / 125 - 155 HP 3.0 yd3	HM	0,500	33,333	90,00	2999,97
						5399,95

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS DE SUB PARTIDAS DE AGREGADOS - ARENA GRUESA

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes

Fecha : 05-oct-08

Código	Observación:	Unidad	Rendimiento:	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
		m3	Cuadrilla	m3/día			
021303	Arena gruesa			147,00			3,88
	Extracción de la cantera de Pampatama Santa Rosa						
	Mano de Obra						
425023	Operario	HH	1,000	0,054	14,11	0,76	
425024	Peón	HH	1,000	0,054	11,53	0,62	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	1,38	0,07	1,45
	Equipo y Materiales						
352315	Cargador frontal s/lanta / 125 - 155 HP 3.0 yd3	HM	0,500	0,027	90,00	2,43	2,43

Cálculo de Rendimiento de Cargador frontal tomado del libro "Costos y Tiempos en Carreteras" Edición 1992. Autor: Ing. Walter Ibáñez

Rendimiento por capacidad = 680,00 m3/día
 Avance por capacidad = 40,00 %
 Factor carga de materiales = 0,90
 Avance por aflojamiento = 0,80
 Rendimiento de cantera = 75,00 %
 Rendimiento real de maquinaria = 147,00 m3/día

: Adoptado como rendimiento para maquinaria situada en la sierra entre 2300 y 3800 msnm
 : Considerado como avance supuesto de acuerdo a la disposición de material en la cantera
 : Valor adoptado según condiciones de materiales, visibilidad, transitabilidad y pendiente
 : Valor adoptado medido en campo según el aflojamiento real del material de cantera
 : Valor convencional adoptado para canteras de potencia adecuada

Rendimiento real de maquinaria = 147,00 m3/día

Código	Observación:	Unidad	Rendimiento:	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
		m3	Cuadrilla	m3/día			
021303	Arena gruesa			497,00			1,15
	Análisis de costos por ciclo de carga ejecutada						
	Mano de Obra						
425023	Operario	HH	1,000	0,016	14,11	0,23	
425024	Peón	HH	1,000	0,016	11,53	0,18	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	0,41	0,02	0,43
	Equipo y Materiales						
352315	Cargador frontal s/lanta / 125 - 155 HP 3.0 yd3	HM	0,500	0,008	90,00	0,72	0,72

Cálculo de Rendimiento de Cargador frontal tomado del libro "Costos y Tiempos en Carreteras" Edición 1992. Autor: Ing. Walter Ibáñez

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

Rendimiento por capacidad =	680,00	m3/día	: Adoptado como rendimiento para maquinaria situada en la sierra entre 2300 y 3800 msnm
Capacidad del cucharón 3.0 yd3 =	2,30	m3	: Capacidad de carga de maquinaria tomada del catálogo de línea de productos Caterpillar
Factor carga de materiales =	0,90		: Valor adoptado según condiciones de materiales, visibilidad, transitabilidad y pendiente
Capacidad por efectividad =	2,07	m3	: Resultado de capacidad de carga real evaluada en campo
Rendimiento de cantera =	75,00	%	: Valor convencional adoptado para canteras de potencia adecuada
Tiempo de ciclos por carga =	1,50	min/ciclos	: Tiempo tomado desde el proceso de carga de material hasta colocarlo en tolva de camión
Número de ciclos por día =	240,00	ciclos/día	: Número de procesos ejecutados en un día standard de 8 horas
Rendimiento real de maquinaria =	497,00	m3/día	

021303 Arena gruesa			Rendimiento:	18,00	Total	43,92
Observación: Análisis de costos por ciclo de transporte ejecutado			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Parcial
Código	Descripción de transporte	m3				Sub - Total
	Mano de Obra					
425023 Operario		HH	1,000	0,444	6,26	
425024 Peón		HH	1,000	0,444	5,12	
425015 Herramientas manuales		%MO		0,050	0,57	11,95
	Equipo y Materiales					
352314 Camión volquete 6x4 / 330 HP 10 m3		HM	1,000	0,444	31,97	31,97

Cálculo de Rendimiento de Camión volquete de acuerdo al tiempo de ciclo laborado. Ciclo evaluado: Carga en tolva - Retorno de la maquinaria descargada

Capacidad de tolva =	10,00	m3	: Empleo de un volquete de 10 m3 medido en campo
Distancia media de recorrido =	56,00	Km	: Distancia de recorrido entre Pampatama y el puente Cuicua
Tiempo de carga =	4,60	min	: Maniobra (1)
Tiempo de descarga =	3,00	min	: Maniobra (2)
Tiempo de carga - descarga =	7,60	min	: Maniobra (3) = (1) + (2)
Tiempo recorrido cargado 30 =	112,00	min	: Transporte (4)
Tiempo recorrido descargado 40 =	84,00	min	: Transporte (5)
Tiempo de recorrido total =	196,00	min	: Transporte (6) = (4) + (5)
Tiempo de ciclo =	203,60	min	: Total (7) = (3) + (6)
Rendimiento de cantera =	75,00	%	: Valor convencional adoptado para canteras de potencia adecuada
Número de viajes por día =	1,80	viajes	: Rendimiento calculado de acuerdo al tiempo de ciclo y eficiencia
Rendimiento real de maquinaria =	18,00	m3/día	

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Culcua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS DE SUB PARTIDAS DE AGREGADOS - HORMIGÓN

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes

Fecha : 05-oct-08

Código	Descripción de extracción Mano de Obra	Unidad	Rendimiento:		Precio	Total	
			Cuadrilla	m3/día		Parcial	Sub - Total
021305	Hormigón / Material de relleno	m3		184,00		3,15	
Observación: Extracción de la cantera de Chacapunte Santa Rosa							
425023	Operario	HH	1,000	0,043	14,11	0,61	
425024	Peón	HH	1,000	0,043	11,53	0,50	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	1,11	0,06	1,17
352315	Cargador frontal s/lanta / 125 - 155 HP 3.0 yd3	HM	0,500	0,022	90,00	1,98	1,98

Cálculo de Rendimiento de Cargador frontal tomado del libro "Costos y Tiempos en Carreteras" Edición 1992. Autor: Ing. Walter Ibáñez

Rendimiento por capacidad = 680,00 m3/día
 Avance por capacidad = 50,00 %
 Factor carga de materiales = 0,90
 Avance por aflojamiento = 0,80
 Rendimiento de cantera = 75,00 %

Rendimiento real de maquinaria = 184,00 m3/día

Código	Descripción de carga Mano de Obra	Unidad	Rendimiento:		Precio	Total	
			Cuadrilla	m3/día		Parcial	Sub - Total
021305	Hormigón / Material de relleno	m3		497,00		1,15	
Observación: Análisis de costos por ciclo de carga ejecutada							
425023	Operario	HH	1,000	0,016	14,11	0,23	
425024	Peón	HH	1,000	0,016	11,53	0,18	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	0,41	0,02	0,43
352315	Cargador frontal s/lanta / 125 - 155 HP 3.0 yd3	HM	0,500	0,008	90,00	0,72	0,72

Cálculo de Rendimiento de Cargador frontal tomado del libro "Costos y Tiempos en Carreteras" Edición 1992. Autor: Ing. Walter Ibáñez

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

Rendimiento por capacidad = 680,00 m3/día
 Capacidad del cucharón 3.0 yd³ = 2,30 m³
 Factor carga de materiales = 0,90
 Capacidad por efectividad = 2,07 m³
 Rendimiento de cantera = 75,00 %
 Tiempo de ciclos por carga = 1,50 min/ciclos
 Número de ciclos por día = 240,00 ciclos/día

Rendimiento real de maquinaria = 497,00 m³/día

021305 Hormigón / Material de relleno
 Observación: Análisis de costos por ciclo de transporte ejecutado

Código	Descripción de transporte	m ³	Unidad	Cuadrilla	Rendimiento: m ³ /día	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
425023	Operario	HH	HH	1,000	0,200	0,200	14,11	2,82	
425024	Peón	HH	HH	1,000	0,200	0,200	11,53	2,31	
425015	Herramientas manuales	%MO	%MO		0,050	0,050	5,13	0,26	5,39
352314	Camión volquete 6x4 / 330 HP 10 m ³	HM	HM	1,000	0,200	0,200	72,00	14,40	14,40

Total	19,79
--------------	--------------

Cálculo de Rendimiento de Camión volquete de acuerdo al tiempo de ciclo laborado. Ciclo evaluado: Carga en tolva - Retorno de la maquinaria descargada

Capacidad de tolva = 10,00 m³
 Distancia media de recorrido = 24,00 Km
 Tiempo de carga = 4,60 min
 Tiempo de descarga = 3,00 min
 Tiempo de carga - descarga = 7,60 min
 Tiempo recorrido cargado 30 = 48,00 min
 Tiempo recorrido descargado 40 = 36,00 min
 Tiempo de recorrido total = 84,00 min
 Tiempo de ciclo = 91,60 min
 Rendimiento de cantera = 75,00 %
 Número de viajes por día = 4,00 viajes

Rendimiento real de maquinaria = 40,00 m³/día

: Empleo de un volquete de 10 m³ medido en campo
 : Distancia de recorrido entre Pampatama y el puente Cuicua
 : Maniobra (1)
 : Maniobra (2)
 : Maniobra (3) = (1) + (2)
 : Transporte (4)
 : Transporte (5)
 : Transporte (6) = (4) + (5)
 : Total (7) = (3) + (6)
 : Valor convencional adoptado para canteras de potencia adecuada
 : Rendimiento calculado de acuerdo al tiempo de ciclo y eficiencia

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS DE SUB PARTIDAS DE AGREGADOS - PIEDRA CHANCADA DE 1"

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes

Fecha : 05-oct-08

Código	Descripción de extracción Mano de Obra	Unidad	Rendimiento: Cuadrilla	Cantidad m3/día	Total	
					Parcial	Sub - Total
021306	Piedra chancada de 1"	m3		147,00		2,89
Observación:	Extracción de la cantera de Pampatama Santa Rosa					
425023	Operario	HH	1,000	0,054	14,11	0,76
425024	Peón	HH	1,000	0,054	11,53	0,62
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	1,38	0,07
352315	Cargador frontal s/lanta / 125 - 155 HP 3.0 yd3 Equipo y Materiales	HM	0,300	0,016	90,00	1,44

Cálculo de Rendimiento de Cargador frontal tomado del libro "Costos y Tiempos en Carreteras" Edición 1992. Autor: Ing. Walter Ibáñez

Rendimiento por capacidad = 680,00 m3/día
 Avance por capacidad = 40,00 %
 Factor carga de materiales = 0,90
 Avance por aflojamiento = 0,80
 Rendimiento de cantera = 75,00 %

Rendimiento real de maquinaria = 147,00 m3/día

: Adoptado como rendimiento para maquinaria situada en la sierra entre 2300 y 3800 msnm
 : Considerado como avance supuesto de acuerdo a la disposición de material en la cantera
 : Valor adoptado según condiciones de materiales, visibilidad, transitabilidad y pendiente
 : Valor adoptado medido en campo según el aflojamiento real del material de cantera
 : Valor convencional adoptado para canteras de potencia adecuada

Código	Descripción de moflenda y zarandeo Mano de Obra	Unidad	Rendimiento: Cuadrilla	Cantidad m3/día	Total	
					Parcial	Sub - Total
021306	Piedra chancada de 1"	m3		100,00		12,71
Observación:	Análisis de costos por ciclo de carga ejecutada					
425023	Operario	HH	1,000	0,080	14,11	1,13
425024	Peón	HH	1,000	0,080	11,53	0,92
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	2,05	0,10
352315	Cargador frontal s/lanta / 125 - 155 HP 3.0 yd3 Equipo y Materiales	HM	0,400	0,032	90,00	2,88

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Culcua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

352318 Chancadora de agregados Parker 20.0 HP HM 0,400 0,032 240,00 7,68 10,56

Cálculo de Rendimiento de Cargador frontal tomado del libro "Costos y Tiempos en Carreteras" Edición 1992. Autor: Ing. Walter Ibáñez

Rendimiento por capacidad = 680,00 m3/día
Capacidad del cucharón 3.0 yd3 = 2,30 m3
Factor carga de materiales = 0,90
Capacidad por efectividad = 2,07 m3
Rendimiento de cantera = 75,00 %
Tiempo de ciclos por maniobra = 7,50 min/ciclos
Número de ciclos por día = 48,00 ciclos/día
Rendimiento real de maquinaria = 100,00 m3/día

021306 Piedra chancada de 1"

Observación: Análisis de costos por ciclo de carga ejecutada

Código **Descripción de carga**

Mano de Obra

	Unidad	Cuadrilla	Rendimiento:	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
425023 Operario	HH	1,000	m3/día	0,016	14,11	0,23	
425024 Peón	HH	1,000		0,016	11,53	0,18	
425015 Herramientas manuales	%MO			0,050	0,41	0,02	0,43
352315 Cargador frontal s/lanta / 125 - 155 HP 3.0 yd3	HM	0,300		0,005	90,00	0,45	0,45

Cálculo de Rendimiento de Cargador frontal tomado del libro "Costos y Tiempos en Carreteras" Edición 1992. Autor: Ing. Walter Ibáñez

Rendimiento por capacidad = 680,00 m3/día
Capacidad del cucharón 3.0 yd3 = 2,30 m3
Factor carga de materiales = 0,90
Capacidad por efectividad = 2,07 m3
Rendimiento de cantera = 75,00 %
Tiempo de ciclos por carga = 1,50 min/ciclos
Número de ciclos por día = 240,00 ciclos/día

: Adoptado como rendimiento para maquinaria situada en la sierra entre 2300 y 3800 msnm
: Capacidad de carga de maquinaria tomada del catálogo de línea de productos Caterpillar
: Valor adoptado según condiciones de materiales, visibilidad, transitabilidad y pendiente
: Resultado de capacidad de carga real evaluada en campo
: Valor convencional adoptado para canteras de potencia adecuada
: Tiempo tomado desde el proceso de carga de material hasta colocarlo en tolva de camión
: Número de procesos ejecutados en un día standard de 8 horas

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

Rendimiento real de maquinaria = 497,00 m3/día

021306 Piedra chancada de 1"

Observación: Análisis de costos por ciclo de transporte ejecutado

Código Descripción de transporte

Mano de Obra

Código	Descripción de transporte	Unidad	Cuadrilla	Rendimiento: m3/día	Precio	Parcial	Sub - Total
425023	Operario	HH	1,000	0,444	14,11	6,26	
425024	Peón	HH	1,000	0,444	11,53	5,12	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	11,38	0,57	11,95
352314	Camión volquete 6x4 / 330 HP	HM	1,000	0,444	72,00	31,97	31,97

Cálculo de Rendimiento de Camión volquete de acuerdo al tiempo de ciclo laborado. Ciclo evaluado: Carga en tolva - Retorno de la maquinaria descargada

Capacidad de tolva =	10,00	m3	: Empleo de un volquete de 10 m3 medido en campo
Distancia media de recorrido =	56,00	Km	: Distancia de recorrido entre Pampatama y el puente Cuicua
Tiempo de carga =	4,60	min	: Maniobra (1)
Tiempo de descarga =	3,00	min	: Maniobra (2)
Tiempo de carga - descarga =	7,60	min	: Maniobra (3) = (1) + (2)
Tiempo recorrido cargado 30 =	112,00	min	: Transporte (4)
Tiempo recorrido descargado 40 =	84,00	min	: Transporte (5)
Tiempo de recorrido total =	196,00	min	: Transporte (6) = (4) + (5)
Tiempo de ciclo =	203,60	min	: Total (7) = (3) + (6)
Rendimiento de cantera =	75,00	%	: Valor convencional adoptado para canteras de potencia adecuada
Numero de viajes por día =	1,80	viajes	: Rendimiento calculado de acuerdo al tiempo de ciclo y eficiencia

Rendimiento real de maquinaria = 18,00 m3/día

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS DE SUB PARTIDAS DE AGREGADOS - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" - 3/4"

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes

Fecha : 05-oct-08

Código	Descripción de extracción	Unidad	Rendimiento:	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
		m3	Cuadrilla	m3/día			
021307	Piedra chancada de 1/2" - 3/4"			147,00			2,89
<i>Observación: Extracción de la cantera de Pampatama Santa Rosa</i>							
	Mano de Obra						
425023	Operario	HH	1,000	0,054	14,11	0,76	
425024	Peón	HH	1,000	0,054	11,53	0,62	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	1,38	0,07	1,45
	Equipo y Materiales						
352315	Cargador frontal s/lanta / 125 - 155 HP 3.0 yd3	HM	0,300	0,016	90,00	1,44	1,44

Cálculo de Rendimiento de Cargador frontal tomado del libro "Costos y Tiempos en Carreteras" Edición 1992. Autor: Ing. Walter Ibáñez

Rendimiento por capacidad = 680,00 m3/día
 Avance por capacidad = 40,00 %
 Factor carga de materiales = 0,90
 Avance por aflojamiento = 0,80
 Rendimiento de cantera = 75,00 %

Rendimiento real de maquinaria = 147,00 m3/día

*: Adoptado como rendimiento para maquinaria situada en la sierra entre 2300 y 3800 msnm
 : Considerado como avance supuesto de acuerdo a la disposición de material en la cantera
 : Valor adoptado según condiciones de materiales, visibilidad, transitabilidad y pendiente
 : Valor adoptado medido en campo según el aflojamiento real del material de cantera
 : Valor convencional adoptado para canteras de potencia adecuada*

Código	Descripción de molienda y zarandeo	Unidad	Rendimiento:	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
		m3	Cuadrilla	m3/día			
021307	Piedra chancada de 1/2" - 3/4"			75,00			17,07
<i>Observación: Análisis de costos por ciclo de carga ejecutada</i>							
	Mano de Obra						
425023	Operario	HH	1,000	0,107	14,11	1,51	
425024	Peón	HH	1,000	0,107	11,53	1,23	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	2,74	0,14	2,88
	Equipo y Materiales						
352315	Cargador frontal s/lanta / 125 - 155 HP 3.0 yd3	HM	0,400	0,043	90,00	3,87	

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Culcua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

352318 Chancadora de agregados Parker 20.0 HP HM 0,400 0,043 240,00 10,32 14,19

Cálculo de Rendimiento de Cargador frontal tomado del libro "Costos y Tiempos en Carreteras" Edición 1992. Autor: Ing. Walter Ibáñez

Rendimiento por capacidad = 680,00 m3/día
 Capacidad del cucharón 3.0 yd3 = 2,30 m3
 Factor carga de materiales = 0,90
 Capacidad por efectividad = 2,07 m3
 Rendimiento de cantera = 75,00 %
 Tiempo de ciclos por maniobra = 10,00 min/ciclos
 Número de ciclos por día = 36,00 ciclos/día
 Rendimiento real de maquinaria = 75,00 m3/día

: Adoptado como rendimiento para maquinaria situada en la sierra entre 2300 y 3800 msnm
 : Capacidad de carga de maquinaria tomada del catálogo de línea de productos Caterpillar
 : Valor adoptado según condiciones de materiales, visibilidad, transitabilidad y pendiente
 : Resultado de capacidad de carga real evaluada en campo
 : Valor convencional adoptado para canteras de potencia adecuada
 : Tiempo de proceso de carga de material colocación en molinda y zarandeo
 : Número de procesos ejecutados en un día standard de 8 horas

Código	Descripción de carga	Unidad	Cuadrilla	Rendimiento: m3/día	Cantidad	Precio	Total	
							Parcial	Sub - Total
425023	Operario	HH	1,000	0,016	0,016	14,11	0,23	
425024	Peón	HH	1,000	0,016	0,016	11,53	0,18	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	0,050	0,41	0,02	0,43
352315	Cargador frontal s/lanta / 125 - 155 HP 3.0 yd3	HM	0,300	0,005	0,005	90,00	0,45	0,45

Cálculo de Rendimiento de Cargador frontal tomado del libro "Costos y Tiempos en Carreteras" Edición 1992. Autor: Ing. Walter Ibáñez

Rendimiento por capacidad = 680,00 m3/día
 Capacidad del cucharón 3.0 yd3 = 2,30 m3
 Factor carga de materiales = 0,90
 Capacidad por efectividad = 2,07 m3
 Rendimiento de cantera = 75,00 %
 Tiempo de ciclos por carga = 1,50 min/ciclos
 Número de ciclos por día = 240,00 ciclos/día

: Adoptado como rendimiento para maquinaria situada en la sierra entre 2300 y 3800 msnm
 : Capacidad de carga de maquinaria tomada del catálogo de línea de productos Caterpillar
 : Valor adoptado según condiciones de materiales, visibilidad, transitabilidad y pendiente
 : Resultado de capacidad de carga real evaluada en campo
 : Valor convencional adoptado para canteras de potencia adecuada
 : Tiempo tomado desde el proceso de carga de material hasta colocarlo en tolva de camión
 : Número de procesos ejecutados en un día standard de 8 horas

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

Rendimiento real de maquinaria = 497,00 m3/día

021307 Piedra chancada de 1/2" - 3/4"

Observación: Análisis de costos por ciclo de transporte ejecutado

Código Descripción de transporte

Mano de Obra

425023 Operario

425024 Peón

425015 Herramientas manuales

Equipo y Materiales

352314 Camión volquete 6x4 / 330 HP 10 m3

Rendimiento:		18,00	
m3/día			
Cuadrilla	Cantidad	Precio	Sub - Total
1,000	0,444	14,11	6,26
1,000	0,444	11,53	5,12
%MO	0,050	11,38	0,57
			11,95
			31,97
			43,92

Cálculo de Rendimiento de Camión volquete de acuerdo al tiempo de ciclo laborado. Ciclo evaluado: Carga en tolva - Retorno de la maquinaria descargada

Capacidad de tolva =	10,00	m3	: Empleo de un volquete de 10 m3 medido en campo
Distancia media de recorrido =	56,00	Km	: Distancia de recorrido entre Pampatama y el puente Cuicua
Tiempo de carga =	4,60	min	: Maniobra (1)
Tiempo de descarga =	3,00	min	: Maniobra (2)
Tiempo de carga - descarga =	7,60	min	: Maniobra (3) = (1) + (2)
Tiempo recorrido cargado 30 =	112,00	min	: Transporte (4)
Tiempo recorrido descargado 40 =	84,00	min	: Transporte (5)
Tiempo de recorrido total =	196,00	min	: Transporte (6) = (4) + (5)
Tiempo de ciclo =	203,60	min	: Total (7) = (3) + (6)
Rendimiento de cantera =	75,00	%	: Valor convencional adoptado para canteras de potencia adecuada
Número de viajes por día =	1,80	viajes	: Rendimiento calculado de acuerdo al tiempo de ciclo y eficiencia

Rendimiento real de maquinaria = 18,00 m3/día

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS DE SUB PARTIDAS DE MANO DE OBRA

Obra		: Rehabilitación y Construcción de Puentes										Fecha :
Código	Descripción	Días Laborados	Jornal Básico	Dominical	B.U.C. 32%	Movilidad	S.N.P. 13%	CONAFO 2%	Total			
425022	Oficial	6,00	34,50	34,50	11,04	6,00	40,01	4,83	298,90			
425023	Operario	6,00	38,42	38,42	12,29	6,00	44,55	5,38	328,75			
425024	Peón	6,00	31,01	31,01	9,92	6,00	35,96	4,34	272,29			
Código	Descripción	Indemnización	Gratificación	Hora Simple	Hora 60%	Hora 100%	Escolaridad	CTS 15%	CTS 10%			
425022	Oficial	0,65	6,56	4,31	6,90	8,62	5,87	5,18	3,45			
425023	Operario	0,72	7,30	4,80	7,68	9,60	6,53	5,76	3,84			
425024	Peón	0,58	5,89	3,88	6,21	7,76	5,27	4,65	3,10			

Cálculo de Mano de Obra por día de trabajo de 8 horas. Considerando 6 horas al 60% y 6 horas al 100% semanal. Considerando un hijo en promedio.

Código	Descripción	Básico	S.N.P. 13%	CONAFO 2%	Beneficios	Gratificación	CTS 15%	LTS 10%	Total / HH
425022	Oficial	57,29	6,67	0,81	22,04	6,56	5,18	3,45	12,75
425023	Operario	63,11	7,43	0,90	24,53	7,30	5,76	3,84	14,11
425024	Peón	52,10	5,99	0,72	19,82	5,89	4,65	3,10	11,53

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Culicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Tiempo : 14,00 meses Equipos 4,00 horas / día

Fecha : 05-oct-08
Considerar : Total

Cálculo evaluado por 14 meses de trabajo efectivo. Para el caso de equipos se considera un trabajo de 4 horas por día en promedio.

Total S/. 261538,90

ANÁLISIS DE COSTOS DE GASTOS GENERALES

Número	Descripción	Capacidad - Peso	Equipos para Movilidad y de Ensayo de Laboratorio					Total en S/.	
			Costo mensual S./ mes	Repuestos S./ mes	Reparos S./ mes	Combustible Gin / hora	Lubricantes Gin / hora		Grasas Gin / hora
01	Camioneta 4x4	91 HP - 1200 Kg	800,00	120,00	60,00	2,10	0,12	0,05	17533,60
01	Equipo suelos	Laboratorio	380,00	48,00	16,00	0,00	0,02	0,02	6283,20
01	Equipo concreto	Laboratorio	380,00	30,00	10,00	0,00	0,02	0,02	5947,20
Costo de Equipos								S/.	29764,00

Número	Descripción	Unidad	Materiales para Oficina, Vivienda y Campamento - Alquiler de Locales					Total en S/.	
			Costo mensual S./ mes	Reparación S./ mes	Garantía S./ mes	Luz S./ mes	Agua S./ mes		Impuestos 12% S./ mes
01	Papeles A-4	millares - 0,080 Kg	60,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	840,00
01	Útiles de oficina	lote	90,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1610,00
01	Mobiliario general	lote	150,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2660,00
01	Alquiler oficina	unidad	400,00	0,00	40,00	60,00	30,00	48,00	8092,00
01	Alquiler vivienda	unidad	400,00	0,00	40,00	115,00	56,00	48,00	9226,00
Costo de Materiales								S/.	22428,00

Número	Descripción	Unidad	Personal Administrativo de Obra			Total en S/.
			Costo mensual S./ mes	Extras S./ mes	Gratificación S./ mes	
01	Ingeniero residente	honorarios	3000,00	375,00	500,00	438,75
01	Técnico controlador	honorarios	1600,00	200,00	266,67	234,00
01	Técnico laboratorio	honorarios	1200,00	150,00	200,00	175,50
01	Administrador	honorarios	1500,00	187,50	250,00	219,38
01	Asistente	honorarios	700,00	87,50	116,67	102,38
Costo de Personal						S/.
						209346,90

Total S/. 261538,90

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

FÓRMULA POLINÓMICA

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 05-oct-08

		Agrupación de Insumos Incidentes en Partidas				
		Símbolo	Parciales \$/.	% Incid	Fórmula	
Aceros		AC	394176,30	0,17440	ACE	
Agregados		AG	99377,10	0,04400	MAT	
Arquitectura		AR	2832,00	0,00130	MAT	
Eléctricos		EL	1462,00	0,00060	MAT	
Equipos		EQ	226190,70	0,10010	EQU	
Estructuras		ES	118221,50	0,05230	CEM	
Explosivos		EX	83797,10	0,03710	MAT	
Insumos		IN	610025,09	0,27000	INS	
Madera		MA	221112,50	0,09790	MAT	
Cobertura		PL	936,00	0,00040	MAT	
Sanitarios		SA	752,00	0,00030	MAT	
Soldadura		SO	19243,00	0,00850	MAT	
Transporte		TR	5888,00	0,00260	INS	
GG y UU	(Gastos generales y utilidades)	GU	475620,49	0,21050	GUT	
			2259633,78	1,00000		

FP CO = $0,1744 * ACEo/ACE + 0,0523 * CEMo/CEM + 0,1901 * MATo/MAT + 0,2726 * INSo/INS + 0,1001 * EQUo/EQU + 0,2105 * GUTo/GUT$

Siendo:

FP CO : Fórmula polinómica partida de Construcción

ÍNDICE : Índice evaluado en ejecución de obra

ÍNDICEo : Índice evaluado según las actualizaciones del CREPCCO

Obra
Signo

: Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
: Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ÁREAS DE CONSTRUCCIÓN

ENCOFRADOS

03.02 CIMENTACIÓN M. I.

DESCRIPCIÓN	Base (m)	Ancho (m)	Nº VECES	ÁREA	PARCIAL
Anillo externo	22,70	2,11	1	47,90	
Anillo intermedio	21,31	1,19	1	25,36	
Anillo interno	17,85	2,30	1	41,06	
Articulación - tapa lateral	2,14	5,49	2	23,50	
Articulación - tapa base	0,64	1,00	2	1,28	139,10

03.04 / 03.05 COLUMNAS

DESCRIPCIÓN	Base (m)	Ancho (m)	Nº VECES	ÁREA	PARCIAL
Tapas laterales externas	17,12	1,00	4	68,48	
	0,30	7,13	-2	-4,28	
	0,30	5,54	-2	-3,32	
Tapas laterales internas	9,27	1,00	4	37,08	
	0,30	4,90	-2	-2,94	
	0,30	3,98	-2	-2,39	
Tapas transversales exteriores	5,28	7,13	2	75,29	
	4,16	4,90	2	40,77	
Tapas transversales interiores	5,28	5,54	2	58,50	
	4,16	3,98	2	33,11	
Ochavo de soporte	0,43	4,15	2	3,57	303,87

03.06 VIGAS, LOSAS Y DIAFRAGMAS

DESCRIPCIÓN	Base (m)	Ancho (m)	Nº VECES	ÁREA	PARCIAL
Diafragmas - losa inferior	3,30	3,70	2	24,42	
Diafragmas - losa superior	4,38	3,50	2	30,66	
Diafragmas - tapa exterior	8,65	1,00	2	17,30	
	4,30	1,00	2	8,60	
Diafragmas - tapa interior	9,57	1,00	2	19,14	
	9,35	1,00	2	18,70	
Diafragmas - tapa lateral	4,50	1,00	4	18,00	
	0,54	2,19	4	4,73	
	4,20	1,00	4	16,80	
	1,63	3,09	4	20,15	
Diafragmas - viga collar	0,95	1,00	4	3,80	
	0,30	1,00	4	1,20	
	2,82	0,79	4	8,91	
Losas - inferior	42,13	4,70	1	198,01	
Losas - superior	42,00	3,91	1	164,22	
	42,00	2,55	2	214,20	
	0,50	2,45	4	4,90	
	2,00	2,35	4	18,80	
Vigas - tapa exterior	32,21	1,00	4	128,84	
Vigas - tapa interior	21,89	1,00	4	87,56	
	21,05	0,35	4	29,47	1038,41

03.06 ESTRIBO M. I.

DESCRIPCIÓN	Base (m)	Ancho (m)	Nº VECES	ÁREA	PARCIAL
Tapas laterales	11,27	1,00	2	22,54	
	9,99	1,00	2	19,98	
Funda anterior	17,60	1,00	1	17,60	
	6,79	1,00	2	13,58	
	3,64	1,00	1	3,64	
Funda posterior	14,41	1,00	1	14,41	
	3,36	1,00	2	6,72	
	3,46	1,00	1	3,46	
Alero - losa	0,78	1,00	2	1,56	
Alero - viga	2,97	1,00	4	11,88	
	1,00	1,00	4	4,00	
	0,34	1,00	2	0,68	120,05

03.07 VEREDAS

DESCRIPCIÓN	Base (m)	Ancho (m)	Nº VECES	ÁREA	PARCIAL
Lateral	0,20	50,42	2	20,17	
	0,45	52,00	2	46,80	
	0,26	52,00	2	27,04	
Cierre de extremo	0,27	1,00	4	1,08	95,09

04.04 / 04.06 FALSO PUENTE

Obra
Signo

: Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
: Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ÁREAS DE CONSTRUCCIÓN

ENCOFRADOS

DESCRIPCIÓN	Base (m)	Ancho (m)	Nº VECES	ÁREA	PARCIAL
Area de entarimado	2,45	42,00	2	205,80	205,80
Area de soporte	9,80	42,00	1	411,60	411,60
09.10 TECNOPOR EN ARTICULACIÓN					
DESCRIPCIÓN	Base (m)	Ancho (m)	Nº VECES	ÁREA	PARCIAL
Articulación - tapa lateral	1,85	5,49	4	40,63	
Articulación - tapa base	0,64	1,00	8	5,12	45,75

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

VOLÚMENES DE CONSTRUCCIÓN

CONCRETOS $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$

05.01 SECCIÓN BAJO AGUA M. I. - COTA CORONA 2863.79 msnm / FALSA ZAPATA

DESCRIPCIÓN	Sección (m)	d (m)	A (m2)	Nº VECES	VOLÚMEN	PARCIAL
> Sección Km. 434 +	645,315	0,000	3,28	1	0,00	
> Sección Km. 434 +	645,915	0,600	3,28	1	1,97	
> Sección Km. 434 +	647,500	1,585	3,28	1	5,20	
> Sección Km. 434 +	649,000	1,500	3,28	1	4,92	
> Sección Km. 434 +	652,085	3,085	3,28	1	10,12	
> Sección Km. 434 +	652,685	0,600	3,28	1	1,97	24,18

05.02 SECCIÓN BAJO AGUA M. I. - COTA CORONA 2863.29 msnm / CICLÓPEO

DESCRIPCIÓN	Sección (m)	d (m)	A (m2)	Nº VECES	VOLÚMEN	PARCIAL
> Sección Km. 434 +	645,315	0,000	0,00	1	0,00	
> Sección Km. 434 +	645,915	0,600	4,67	1	0,93	
> Sección Km. 434 +	647,500	1,585	10,95	1	12,03	
> Sección Km. 434 +	649,000	1,500	11,96	1	17,18	
> Sección Km. 434 +	652,085	3,085	3,20	1	21,95	
> Sección Km. 434 +	652,685	0,600	0,00	1	0,64	52,73

CONCRETOS $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

05.04 ESTRIBO M. I. Y LOSA DE APROXIMACIÓN M. I.

DESCRIPCIÓN	Base (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Nº VECES	VOLÚMEN	PARCIAL
Estribo M. I.	22,73	1,00	1,00	1	22,73	
Losa de aproximación M. I.	16,39	1,00	1,00	1	16,39	39,12

05.04 VEREDAS

DESCRIPCIÓN	Base (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Nº VECES	VOLÚMEN	PARCIAL
Corona	0,21	1,00	44,93	2	18,87	
Cierre de extremo	0,27	1,00	0,70	4	0,76	19,63

05.05 CIMENTACIÓN M. I.

DESCRIPCIÓN	Base (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Nº VECES	VOLÚMEN	PARCIAL
Anillo base	1,00	1,11	14,19	1	15,75	
Anillo corona	1,00	1,19	9,79	1	11,65	
Base cimiento	1,00	1,00	33,40	1	33,40	60,80

CONCRETOS $f'c = 320 \text{ Kg/cm}^2$

05.07 CIMENTACIÓN M. I.

DESCRIPCIÓN	Base (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Nº VECES	VOLÚMEN	PARCIAL
Base columna	19,21	1,00	1,70	1	32,66	
Articulación	1,00	4,89	0,64	-1	-3,13	29,53

05.07 COLUMNAS

DESCRIPCIÓN	Base (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Nº VECES	VOLÚMEN	PARCIAL
Macizo anclaje	2,88	1,00	4,70	2	27,07	
Muros laterales	15,00	1,00	0,50	4	30,00	
Muros transversales	4,90	4,15	0,30	2	12,20	
	3,98	4,15	1,00	2	33,03	
Ochavo de soporte	0,27	1,00	4,70	2	2,54	104,84

05.07 VIGAS, LOSAS Y DIAFRAGMAS

DESCRIPCIÓN	Base (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Nº VECES	VOLÚMEN	PARCIAL
Diafragmas - losa inferior	1,31	1,00	3,50	2	9,17	
Diafragmas - tapa exterior	1,30	1,00	5,10	2	13,26	
Diafragmas - tapa interior	2,78	1,00	4,70	2	26,13	
Diafragmas - tapa lateral	6,03	1,00	0,60	4	14,47	
	12,16	0,33	0,20	4	3,21	
Diafragmas - viga collar	2,64	0,40	0,70	4	2,96	
Losas - inferior	5,06	1,00	4,70	2	47,56	
	0,03	1,00	21,05	4	2,53	
Losas - superior	2,89	1,00	44,93	1	129,85	
Vigas	27,16	1,00	0,40	4	43,46	292,60

05.08 CIMENTACIÓN M. D.

DESCRIPCIÓN	Base (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Nº VECES	VOLÚMEN	PARCIAL
Base columna	6,60	2,00	4,00	1	52,80	
Articulación	1,00	4,89	0,64	-1	-3,13	49,67

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ELEMENTOS DE FALSO PUENTE / BARRAS - TUBOS - PERFILES - PLATINAS - PLANCHAS DE ACERO

Descripción de Estructura	L (m)	a (pulg)	e (pulg)	a (m)	e (m)	N° Veces	Volumen - (m ³)	Densidad - (Kg/m ³)	Peso (Kg)	Forma	Parcial	Observo
04.02 TUBO Ø 10" x e = 3/8"	6,00	32,40	0,375000	0,810000	0,009375	52	2,369250	7850,00	18598,61		18598,61	en Kg.
Pilotes de soporte SCH-40												
04.03 ENTRAMADO DE VIGAS												
VM - 01	11,00	32,00	0,375000	0,800000	0,009375	13	1,072500	7850,00	8419,13			
	11,00	12,00	0,500000	0,300000	0,012500	26	1,072500	7850,00	8419,13			
VM - 02	42,00	20,00	0,312500	0,500000	0,007813	4	0,656292	7850,00	5151,89			
	42,00	8,00	0,500000	0,200000	0,012500	8	0,840000	7850,00	6594,00			
VM - 03	42,00	12,00	0,312500	0,300000	0,007813	5	0,492219	7850,00	3863,92			
	42,00	8,00	0,500000	0,200000	0,012500	10	1,050000	7850,00	8242,50		40690,57	en Kg.
04.05 APOYOS Y ARRIOSTRES												
Plancha 1/2" x 0.40 x 0.40 m	0,40	16,00	0,500000	0,400000	0,012500	52	0,104000	7850,00	816,40			
Arrioste Angulo 4" x 4" x 3/8"	3,60	8,00	0,375000	0,200000	0,009375	48	0,324000	7850,00	2543,40		3359,80	en Kg.

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ELEMENTOS DE POSTENSADOS / DUCTOS - ANCLAJES - TENDONES TIPO TORÓN Ø 5/8"

Descripción de Estructura	Detalles de Construcción	L (m)	Area (m2)	Peso (Kg)	Nº Veces	Parcial	Total	Observo
07.03 DUCTOS FUNDAS (ml)								
Ductos de columnas Ø 7.6 cm.	Tipo Multiplano 12 - 0.6" / 12 torones 13.21 Kg/ml	8.44			8	67.52		
Ductos de vigas Ø 6.6 cm.	Tipo Multiplano 12 - 0.6" / 10 torones 11.01 Kg/ml	51.94			8	415.52	483.04	en ml
07.04 ANCLAJES (Kg)								
Anclaje de acero móvil	Con cabezal de apoyo, trompeta de PVC, cuñas			42.00	8	336.00		
Anclaje de acero fijo	Con plancha platina de empotramiento			10.00	8	80.00	416.00	en Kg.
07.05 TENSADO DE TORONES (Ton - m)								
Columnas	12 torones de 0.6" - 600 Toneladas	10.74			2	12888.00		
Vigas	10 torones de 0.6" - 1250 Toneladas	54.24			2	135600.00	148488.00	en Ton-m
07.05 TORONES DE POSTENSADO ASTM-416 (ml)								
Columnas	12 torones de 0.6"	10.74			8	1031.04		
Vigas	10 torones de 0.6"	54.24			8	4339.20	5370.24	en ml
07.06 VOLUMEN DE INYECCION EN DUCTOS (m3)								
Columnas	en cm2 : Area total interna de ducto Ø 7.6 cm.		45.40					
	en cm2 : Area de torones 12 de 1.40 cm2 c/u	67.52	16.80	Δ Area =	28.60	0.193		
Vigas	en cm2 : Area total interna de ducto Ø 6.6 cm.		34.20					
	en cm2 : Area de torones 10 de 1.40 cm2 c/u	415.52	14.00	Δ Area =	20.20	0.839	1.032	en m3

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Culcua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ELEMENTOS DE POSTES DE BARANDA / PLATINAS - PLANCHAS DE ACERO

Descripción de Estructura	L (m)	a (pulg)	e (pulg)	a (m)	e (m)	Nº Veces	Volumen - (m ³)	Densidad - (Kg/m ³)	Peso (Kg)	Forma	Parcial	Observo
09.04 A PLATINA TRANSVERSAL Y DE CUBIERTA												
Transversal 5 1/2" x 3/8"	0,90	5,50	0,375000	0,137500	0,009375	1	0,001160	7850,00	9,11			
De cubierta 6" x 3/8"	1,80	6,00	0,375000	0,150000	0,009375	1	0,002531	7850,00	19,87		28,98	en Kg.
09.04 A PLANCHA DE ACERO BASE												
Plancha de 8" x 8" x 1/2"	0,20	8,00	0,500000	0,200000	0,012500	1	0,000500	7850,00	3,93		3,93	en Kg.

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ELEMENTOS DE JUNTA DE DILATACIÓN - CONTRACCIÓN / PLATINAS

Descripción de Estructura	L (m)	a (pulg)	e (pulg)	a (m)	e (m)	Nº Veces	Volumen - (m ³)	Densidad - (Kg/m ³)	Peso (Kg)	Forma	Parcial	Observo
09.06 BASE DE APOYO												
Angulo 4" x 4" x 3/8"	9,00	8,00	0,375000	0,200000	0,009375	2	0,033750	7850,00	264,94		264,94	en Kg.
Platina 1" x 3/8"	9,00	1,00	0,375000	0,025000	0,009375	2	0,004219	7850,00	33,12		33,12	en Kg.
09.06 TAPA DE CIERRE												
Platina 4" x 3/4"	9,00	4,00	0,750000	0,100000	0,018750	2	0,033750	7850,00	264,94		264,94	en Kg.
09.06 ACERO DE ANCLAJE												
Acero Ø 3/8" x 0.70 m	0,70	0,34	0,340000	0,008500	0,008500	92	0,004653	7850,00	36,53		36,53	en Kg.

EVALUACIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL PUENTE CUICUA – APURÍMAC

CAPÍTULO IV

CÁLCULO DE PRESUPUESTO

PROPUESTO DE MODIFICACIÓN

Para extraer conclusiones es necesario presentar este capítulo donde se condensa las mejoras evaluadas en el capítulo I y modificaciones hechas en el capítulo II. Este presupuesto demuestra que este tipo de estructura – novedoso en el país – puede ejecutarse y administrarse de una óptima manera, mejorando el proceso de fabricación.



EVALUACIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL PUENTE CUICUA

CAPÍTULO IV

(Breve comentario del Presupuesto de Modificación)

Para plantear los lineamientos del presente capítulo, se debe tener en cuenta los resultados del presupuesto de ejecución real; en base a estos valores es que se han modificado los rendimientos laborados para ser reemplazados por los rendimientos óptimos que se registran en el capítulo I.

Los datos han sido recopilados de información de experiencias similares tomadas in situ o en otros casos de fuentes de empresas especializadas en el rubro. Para el tema del falso puente, la fuente de información de rendimientos e insumos fue proporcionado por la empresa estatal SIMA, con referencia del ingeniero civil Daniel Marreros Zegarra y fueron procesados de manera minuciosa para este trabajo.

Otro aporte de consideración es la modificación en el diseño del falso puente, cuya fabricación realizada originalmente ha sido calificada como defectuosa generando pérdidas y riesgo innecesario en la construcción del puente.

Las obras de encofrado en columnas se iniciaron en Octubre de 1998, empezando simultáneamente con el hincado de pilotes los cuales han sido claramente evaluados en los capítulos I y II. En Febrero de 1999 se concluyeron las obras de concreto en columnas y vigas, con presencia simultánea de la temporada de lluvias; la decisión incierta por parte de la Supervisión fue de continuar con las labores. El riesgo que ocasionó esta decisión, se puede resumir en este comentario: "el desmontaje del falso puente se inició en el momento de cese de lluvias y del consecuente descenso del nivel de aguas; en ese momento pudo notarse que hasta el 15% de los pilotes de soporte colocados fueron arrancados de su posición, tales elementos se encontraban unos 40 m aguas abajo de la ubicación del puente". En conclusión, cabe la posibilidad que la ejecución de las obras civiles en estas condiciones pudo haber terminado en una lamentable tragedia. Otro detalle lo compone el excesivo empleo de los aditivos en la mezcla de concreto cuya función es de acelerante de fragua, para realizar los tensados en el menor plazo posible.

Por tanto, el **falso puente propuesto** pretende obviar los riesgos ocasionados por interrupción del curso natural de agua. Para el diseño del falso puente que se muestra en este capítulo se han optado las siguientes consideraciones:

- **Sobre el diseño empleado;** considerando el método LRFD con la sección más adecuada para las cargas solicitadas y soportado por muros de sostenimiento en concreto ciclópeo – cálculos y planos se muestran más adelante – se proyecta con una habilitación y fabricación ejecutada en Lima y luego de terminado los detalles de fabricación transportada hasta el sitio, para comenzar posteriormente con las obras de montaje.
- **Sobre las condiciones del campo;** El puente Cuicua es uno de seis puentes construidos entre los años 1998 y 2001. Las características de los 6 puentes los muestro a continuación:
 1. **Puente Cuicua:** pórtico de concreto armado postensado de 52 m de largo y 42 m de luz entre columnas, desviado respecto del eje longitudinal 27°, columnas y vigas de sección cajón.
 2. **Puente Santa Rosa:** puente de concreto armado tipo arco, con dos arcos simétricos de sección llena rectangular de 69 m de largo y 57 m de luz entre arranques, arcos unidos mediante dos vigas diafragma sin desvío del eje longitudinal.
 3. **Puente Antarumi:** pórtico de concreto armado postensado de 55 m de largo y 45 m de luz entre columnas, desviado respecto del eje longitudinal 27°, columnas y vigas de sección cajón.
 4. **Puente Casinchihua:** pórtico de concreto armado postensado de 55 m de largo y 45 m de luz entre columnas, sin desvío del eje longitudinal, columnas y vigas de sección cajón.
 5. **Puente Yacca:** tipo viga-losa de concreto armado postensado de 35 m de largo y 33 m de luz soportado por muros de contención o estribos, sin desvío del eje longitudinal.
 6. **Puente Sahuinto:** pórtico de concreto armado postensado de 55 m de largo y 45 m de luz entre columnas, sin desvío del eje longitudinal, columnas y vigas de sección cajón.

Como se aprecia, cuatro puentes son similares en dimensiones y condiciones; de este modo el análisis de costos del falso puente que se propone se ha distribuido hasta para cinco usos (el objetivo es reducir la incidencia del costo por cada puente), sólo el montaje y desmontaje se ha considerado como un costo individual por cada uno de ellos.

- **Sobre el objetivo principal;** se refiere por mejorar la producción de puentes de este tipo; teniendo en cuenta las consideraciones antes descritas, de tal modo se evite los sobre costos que implica realizar un falso puente que atraviesa distancias grandes (luz mayor de 30 m). La intención de mostrar las características de todos los puentes construidos, es para demostrar que el falso puente propuesto se puede fabricar evitando los riesgos en la etapa constructiva explicados en capítulos anteriores y distribuir su costo según el caso particular.
- El tiempo de ejecución total estimado es de 289 días calendario, desde el 15 de Junio de 1998 hasta el 31 de Marzo de 1999. Los aspectos de costos en relación con los beneficios se pueden evaluar; y como en todo proyecto es cuestión de discusión por ver prioridades para cada obra.

En resumen, agrupamos los montos empleados en este presupuesto modificado para comparación del porcentaje de incidencia de las partidas con respecto al total presupuestado, lo que se aprecia a continuación en la **Tabla N° 4:**

Tabla N° 4. RESUMEN DE COSTOS EN PRESUPUESTO DE MODIFICACIÓN

ITEM	Descripción de partida	Costo S/.	% Incidencia
01.00	Obras Preliminares	53022,76	3,1000%
02.00	Movimiento de Tierras	454434,76	26,8000%
03.00	Encofrados	313977,76	18,5000%
04.00	Falso Puente	281553,13	16,6000%
05.00	Concretos	208571,18	12,3000%
06.00	Armadura	122171,23	7,2000%
07.00	Unidades Postensoras	194359,70	11,5000%
08.00	Pavimentos	15840,96	0,9000%
09.00	Varios (veredas, barandas, juntas, articulaciones)	45036,33	2,7000%
10.00	Conservación del Medio Ambiente	7280,07	0,4000%
	Total Costo Directo	1696247,88	100,0000%
	Gastos Generales GG == >	186813,50	11,0100%
	Utilidades UU == >	203549,75	12,0000%
	Total de Presupuesto	2086611,13	123,0100%

Análisis de Beneficios versus Costos; Para sustentar la ejecución de este tipo de falso puente propuesto, analizamos la relación del Beneficio (B) y del Costo (C). Bajo la perspectiva conocida de la relación B/C; si la división resulta menor a la unidad estaremos ante una estructura de poca utilidad y en caso contrario, supone una estructura útil de beneficio para el medio en el cual se desarrolla.

Los Beneficios pueden expresarse para efectos del presente trabajo bajo cuatro aspectos primordiales, los que se detalla a continuación:

- a) **El tiempo de ejecución de obra;** a mayor plazo en las labores civiles se implica de manera inherente en una mayor agresión al medio ambiente, un aspecto negativo que obliga a todo Contratista a realizar la construcción con el uso adecuado de los recursos disponibles, en donde evidentemente se encuentra el factor tiempo.
- b) **El empleo razonable de los gastos generales;** que al ser impropiaamente utilizado se incurre en costos innecesarios (debemos considerar las obras del estado, beneficio de todos los peruanos) que pueden evitarse mediante diseños adecuados de ingeniería y planeamientos de obra que dependan de la tecnología industrial alcanzada; y que no se vea afectada por el medio ambiente o por los contra tiempos de una labor que es resultado de una corta receptividad de las eventualidades.
- c) **El factor de riesgo y seguridad para la obra;** se trata sobre la fabricación del falso puente a base de pilotes hincados ejecutado para ríos de la sierra (cuyo lecho es material conglomerado de matriz arenosa con bolonería), lo que conlleva a concluir como inconveniente de realizar. En condiciones diferentes es factible y muy productivo; por ejemplo en ríos de lecho arenoso, arcilloso o limoso como los existentes en la selva.
- d) **La puesta en servicio del puente;** condición que implica el desarrollo de toda la zona, al permitir el paso de una carretera de importancia comercial, turística y por consecuencia de posibilidades económicas de progreso para los pobladores de esta provincia olvidada del país.

Los costos mostrados ampliamente en los capítulos III y IV, se pueden analizar también bajo cuatro aspectos, que se describen a continuación:

- a) **El costo del falso puente;** analizado como un costo directo de ejecución, obviamente en este punto se deben revisar las etapas de habilitación de materiales, fabricación de los componentes y colocación en campo, hasta lograr finalmente el uso para el soporte requerido.
- b) **El costo del transporte de los componentes;** es también un costo directo en la ejecución, el cual depende de manera proporcional al peso transportado. Es importante conocer al detalle los pesos que permiten los Reglamentos Nacionales para optar por un rendimiento adecuado.
- c) **El costo de la colocación del concreto;** en la superestructura y se analiza como un costo directo en la ejecución. Se ha comentado sobre el uso de aditivos para acelerar la fragua del concreto cuyo objetivo fue realizar las labores de postensado en el más corto plazo. Con un diseño de falso puente que no altera el curso natural del río, los aditivos pueden considerarse como innecesarios.
- d) **El costo de los gastos generales;** analizados en este punto como gastos indirectos en la ejecución, pero que influyen tácitamente en la obra. Donde deben evaluarse los tiempos denominados "muertos" por paradas de inconvenientes presentados en el campo.

Antes de evaluar la relación B/C, se analiza de una forma resumida el problema del efecto mecánico del hincado de pilotes cuya finalidad apunta a discernir sobre el uso de este material en lechos de río como el encontrado en el puente Cuicua. No es objetivo del presente trabajo realizar un estudio completo acerca de la interacción entre el suelo y el área de resistencia lateral del pilote, pero es necesario conocer los detalles teóricos básicos de esta mecánica y comprender como conclusión:

1. Que la resistencia ejercida por los pilotes es de trasmisión de cargas puntuales hacia estratos de suelo profundos donde se encuentra el material más resistente.
2. Que la resistencia se manifiesta por el incremento de la capacidad portante producida por un reacomodo del material circundante al elemento que ingresa venciendo la fricción por adherencia entre el suelo y el área lateral del propio pilote, dependiendo la magnitud del rozamiento del material estructural penetrante (podemos apreciar la **Figura N° 9**).

Sin embargo, los estudios realizados por **Mindlin y Boussinesq¹** muestran que un pilote ofrece una gran resistencia a las cargas puntuales y muy poca resistencia a las cargas laterales de empuje horizontal.

Esto se traduce como otro inconveniente para la ejecución de un sistema de pilotes en ríos de la sierra, que en época de lluvias genera un empuje lateral considerable si se toma en cuenta el material de arrastre del mismo.

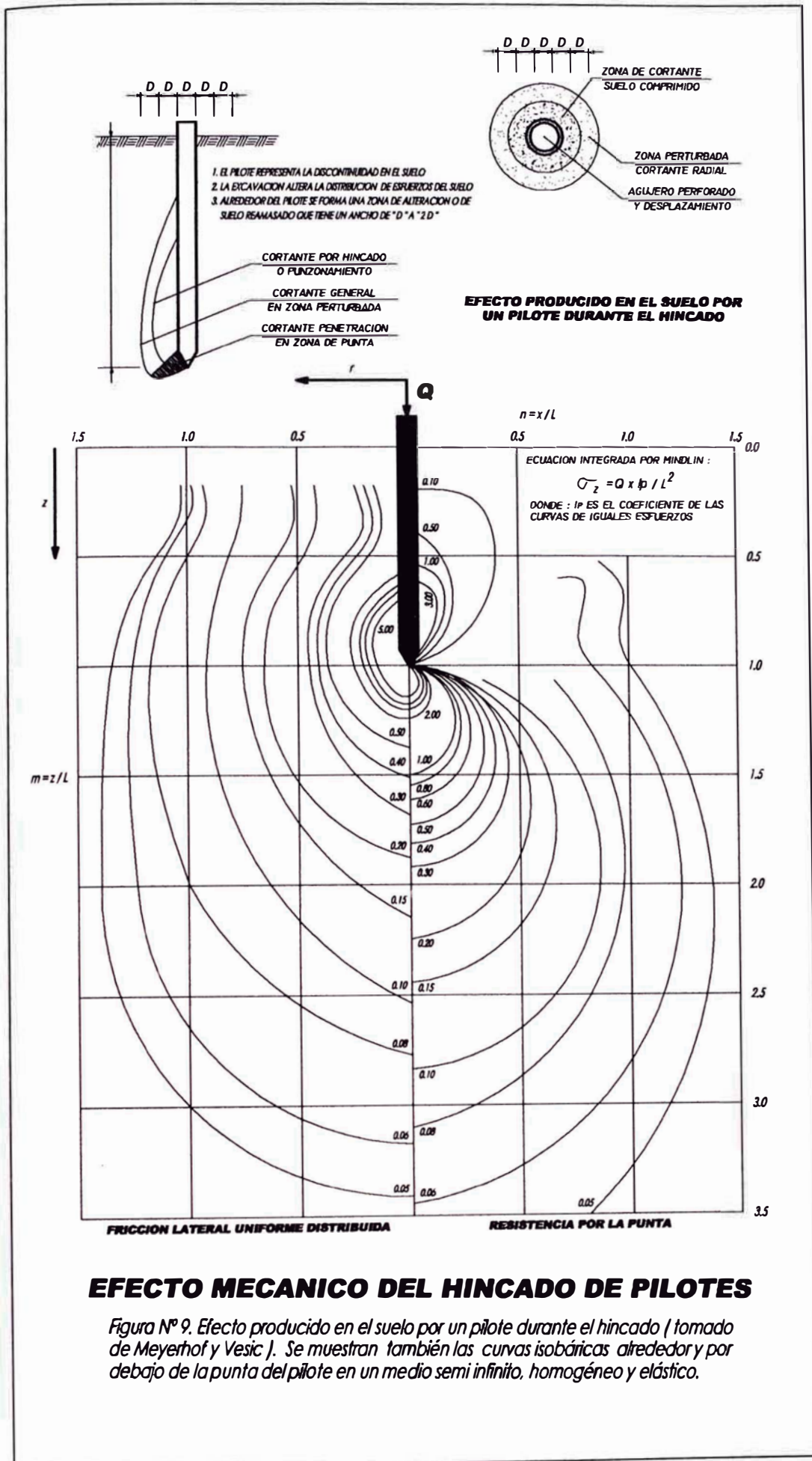
Es conocido el fenómeno expresado por Boussinesq² (estudiado en 1885) en el cual se aplica una carga concentrada en un espacio discontinuo del suelo y evaluado a una altura determinada; como resultado se genera un sistema de presiones a manera de bulbo similar a las curvas de integración isobáricas estudiadas por Mindlin según se muestra en la **Figura N° 9**.

Se puede estimar el esfuerzo vertical producido por un pilote, cuya carga está por debajo de la falla. Del limitado número de observaciones que se han hecho de pilotes en materiales homogéneos se deduce que, para longitudes de pilotes que excedan de 20 diámetros, la resistencia por la punta está entre 1/4 y 1/3 de la total; para pilotes más cortos la parte de la resistencia total que toma la punta aumenta en proporción a la relación D/L. Si el suelo o la roca en la punta del pilote son más rígidos que a lo largo de la superficie del fuste, la resistencia por la punta será mayor. A medida que la carga se acerca a la de falla la proporción de la carga que se transfiere a la punta depende de la resistencia máxima o límite a fuerza cortante del suelo en la punta, comparada con la resistencia límite al esfuerzo cortante en fricción lateral.

Como se aprecia, existen estudios variados acerca de la interacción del suelo y el pilote siempre que las cargas sean netamente puntuales o con un reducido empuje lateral horizontal (como lo ejercido en ríos de la selva). Los ríos de la sierra no ofrecen estas ventajas, por lo compacto del terreno el pilote no ingresa a más de 2 metros y adicionalmente se le carga con grandes empujes laterales horizontales ocurridos en época de lluvias. Si al gráfico de la **Figura N° 9** le agregamos las cargas de empuje sobre pasan los valores permisibles.

¹ Fuente tomada del libro Rico Rodríguez, Alfonso – Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres.

² Boussinesq elabora la fórmula $\Delta q = 3 Q / (2 \pi z^2) / (1 + (r / z)^2)^{5/2}$, como un efecto de la teoría de Mindlin (estudiado en 1936), cuyo resultado es representado mediante curvas isobáricas alrededor de un pilote mostradas en la Figura N° 9.



EFFECTO MECANICO DEL HINCADO DE PILOTES

Figura Nº 9. Efecto producido en el suelo por un pilote durante el hincado (tomado de Meyerhof y Vesic). Se muestran también las curvas isobáricas alrededor y por debajo de la punta del pilote en un medio semi infinito, homogéneo y elástico.

Esto es lo ocurrido en campo, al arrancarse hasta el 15 % de los pilotes del falso puente y poniendo en riesgo la construcción del proyecto. Es por tanto, importante la consideración del **factor de riesgo y seguridad para la obra**, que se ha comentado en los aspectos de Beneficios de ejecución del falso puente.

El objetivo del presente no es realizar una evaluación Beneficio-Costo de forma cuantitativa, pero se analiza cualitativamente los resultados. Los Beneficios son asociados comúnmente con variables macroeconómicas; aquí intervienen las tasas inflacionarias, la variación del mercado de la construcción, las políticas de crédito y ahorro fiscal, la política monetaria, etc. Los Costos son asociados a variables microeconómicas donde interviene por ejemplo; el costo del m² de construcción, la capacidad adquisitiva de las empresas constructoras, la experiencia específica de los constructores, etc. Es discutible que muchos proyectos de ingeniería son realizados sin saber si son rentables o no³.

Por tanto, el **Cuadro Comparativo N° 1**, para el segmento de los Beneficios se han aplicado factores de evaluación cualitativa, asignando los valores siguientes: **AB** como alcance bajo; **AM** como alcance medio y **AF** como alcance favorable. Se comprende que presentar valores reales de los Beneficios implica en realizar un estudio completo de análisis financiero o perfil económico, especialidad que no compete en el presente trabajo.

Después de observar los resultados presentados, se aprecia que la relación B/C que infiere en mayor valor es la que ofrece el falso puente propuesto. Como se ha mencionado, estos apuntes son discutibles y deben ajustarse a las realidades de los diversos puentes ejecutados en el país, revisando las prioridades que para cada uno se analizan.

Para sustentar los valores de los metrados y las dimensiones en el falso puente propuesto, se presentan los cálculos estructurales de la estructura de soporte y de los muros de contención, así como también las **Figuras N° 10 y N° 11** que detallan la composición y acople con el puente.

³ Tomado del libro **“La Vivienda en Colombia: Sus Determinantes Socio Económicas y Financieras”** de Clavijo, Janna y Muñoz, edición del Banco de la República, 2004.

CUADRO COMPARATIVO Nº 1. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE FALSO PUENTE

		F. P. EJECUTADO	F. P. PROPUESTO
BENEFICIOS (cualitativo)	a	El tiempo de ejecución de obra	AM
	b	El empleo de los gastos generales	AM
	c	Factor riesgo y seguridad de obra	AB
	d	Puesta en servicio del puente	AM
TOTAL		AM	AF
COSTOS (cuantitativo)	a	Costo del falso puente	292558.51
	b	Costo de transporte de los componentes	6098.35
	c	Costo de colocación de concreto	211338.49
	d	Costos de los gastos generales	261538.90
TOTAL		771534.25	684455.38
RELACIÓN B/C == >		AM	AF

Donde:

- AB** Alcance Bajo
- AM** Alcance Medio
- AF** Alcance Favorable

Propiedades de un Área Definida por las Coordenadas de sus Vértices

HSF 1995

Coordenadas de los Vértices		
	x	y
1	0,000	0,000
2	120,000	0,000
3	200,000	150,000
4	-80,000	150,000
5	0,000	0,000
6		
7	0,300	1,600
8	-77,300	147,000
9	197,300	147,000
10	119,700	1,600
11	0,300	1,600
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		

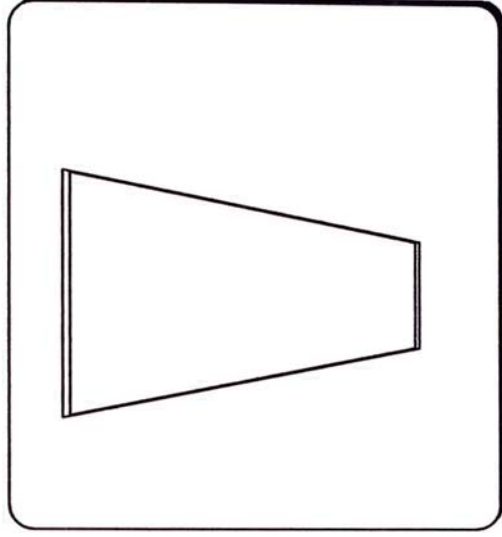
Círculos: agregar (R+) o descontar (R-)		
R	x	y

A = 1356,200

Ejes Originales
$y_{max} = 150,000$
$y_{min} = 0,000$
$I_x = 2,0778E+07$
$I_y = 1,3872E+07$
$I_{xy} = 8,9004E+06$
J = 2,2772E+07

Ejes Baricéntricos
$x = 60,000$
$y = 109,379$
$I_x = 4,5522E+06$
$I_y = 8,9897E+06$
$I_{xy} = -1,1176E-07$
J = 1,3542E+07
i = 99,926
$S_{top} = 1,1207E+05$
$S_{bot} = 4,1619E+04$

Ejes Principales
$\phi = 90,00$
$I_x = 8,9897E+06$
$I_y = 4,5522E+06$



Los vértices deben darse en sentido antihorario si el área es positiva y en sentido horario si es negativa
Cada bloque correspondiente a un perímetro, exterior o interior, debe terminarse con una línea en blanco

**DISEÑO PROPUESTO DE FALSO PUENTE
METRADO DE CARGAS**

CARGAS MUERTAS						
Item	Descripción	Unidad	Metrado	Factor	Densidad	Peso Kg.
1.0	Peso de Armadura de Refuerzo	Kg	14875.90	1.000	1.00	14875.90
2.0	Peso propio de Viga Metálica	Kg	80920.00	1.000	1.00	80920.00
3.0	Peso de Concreto fresco	m3	223.40	1.000	2100.00	469140.00
4.0	Peso de Madera de encofrado					
4.1	Planchas de triplay e = 18 mm.	m2	846.00	0.365	30.00	9263.70
4.2	Madera para encofrado	m2	846.00	38.500	2.00	65142.00
5.0	Peso de Puntales Metálicos	m2	846.00	0.450	6.00	2284.20
6.0	Total Carga Muerta	Kg				641625.80
7.0	Carga distribuida x m	Ton/m				15.28
8.0	Carga distribuida x m x 02 vigas	Ton/m				7.64

CARGAS VIVAS						
Item	Descripción	Unidad	Metrado	Factor	Longitud	Peso Kg.
1.0	Sobrecarga S/C	Kg/m2	250.00	1.000	9.80	2450.00
2.0	Carga de impacto	% S/C	250.00	0.250	9.80	612.50
3.0	Total Carga Viva	Kg/m				3062.50
4.0	Carga distribuida x m	Ton/m				3.06
5.0	Carga distribuida x m x 02 vigas	Ton/m				1.53

CÁLCULO DEL MOMENTO DE DISEÑO

Para los tipos de apoyo simples propuestos en el falso puente, obtenemos el siguiente momento flector en la sección central de una luz libre de 38,00 m.

Luz libre (L) en m :	38.00	Viga simplemente apoyada		
$M = W \times L^2 / 8 \implies$ resolvemos :		$MD = WD \times L^2 / 8 \implies$	1379.02	Ton - m
		$ML = WL \times L^2 / 8 \implies$	276.17	Ton - m

Además podemos calcular también :

$P = W \times L \implies$ resolvemos :	$PD = WD \times L \implies$	290.32	Ton
	$PL = WL \times L \implies$	58.14	Ton

Luego revisamos las ecuaciones planteadas por el método *LRFD*, detalladas en el libro *Diseño de Estructuras de Acero* del autor *Jack C. Mc Cormac*. Empleamos las relaciones donde intervengan las cargas muertas y las cargas vivas.

Las normas son reglamentadas por la *ANSI* (Instituto Americano de Normas Nacionales). Finalmente seleccionamos el mayor de los resultados :

Norma ANSI - A58,1 - 1982 :	U = 1,4 x D	MU ==>	1930.63	Ton - m
Norma ANSI - A58,1 - 1982 :	U = 1,2 x D + 1,6 x L	MU ==>	2096.70	Ton - m
Norma ANSI - A58,1 - 1982 :	U = 1,2 x D + 0,5 x L	MU ==>	1792.91	Ton - m
Del mismo modo calculamos :	WU = 1,2 x WD + 1,6 WL	WU ==>	11.62	Ton / m
	PU = 1,2 x PD + 1,6 PL	PU ==>	441.41	Ton

CÁLCULO Y SELECCIÓN DE LA SECCIÓN RESISTENTE

Para el acero empleado del tipo **A-36** el esfuerzo de fluencia es $F_y = 2350 \text{ Kg/cm}^2$, luego el esfuerzo permisible para elementos compactos (ver ítem 2.0) que soportan flexión según el método **LRFD** viene dado por la relación :

$$f_b p = 0,90 F_y \Rightarrow \text{permisible} \quad \text{De lo cual obtenemos :} \quad f_b p = 0,90 \times 2350 = 2115,00 \quad \text{Kg/cm}^2$$

1.0 SELECCIÓN DEL PERALTE DE VIGA

Para evaluar una dimensión preliminar del peralte de la viga se ha considerado la $1/22$ parte de la luz del falso puente propuesto. Considerando la luz de 38,00 m nos induce a iniciar la selección con un peralte de 1,73 m. Calculamos la diferencia de cotas entre la parte inferior de las vigas de la super estructura y el nivel de aguas máximas según el estudio hidráulico ($2671,84 - 2668,45 = 3,39 \text{ m}$), entonces debemos reducir el peralte inicial del falso puente. Seleccionamos la sección tipo **Sección Cajón** con espesores uniformes en el patín y el alma de $t_f = 2,5 \text{ cm}$. y $t_w = 1,0 \text{ cm}$. respectivamente; con un peralte total de **1,50 m**. El espesor de los elementos aporta resistencia y control del pandeo.

Según la - Tabla A - donde se muestran las propiedades geométricas de la sección de viga del falso puente tenemos un módulo de sección no simétrico en las fibras superiores (top) e inferiores (bot) $\Rightarrow S_{top} = 112066,48 \text{ cm}^3$.

$$S_{top} = 112066,48 \quad \text{cm}^3$$

Finalmente calculamos el esfuerzo que resiste la sección planteada con la siguiente relación

$$f_b = M U / S_{top} \Rightarrow \quad f_b = 2096,7 \times 10^5 / 112066,48 = 1870,94 \quad \text{Kg/cm}^2 \quad \text{OK!}$$

Observamos que el valor calculado del esfuerzo $f_b = 1870,94 \text{ Kg/cm}^2$ es menor que $f_b p = 2115,00 \text{ Kg/cm}^2$ permitido
Por tanto : Usar viga tipo **Sección Cajón de d = 1,50 m de peralte**

2.0 EVALUACIÓN DEL TIPO DE SECCIÓN USADA

La norma peruana de estructuras **E.090** de estructuras metálicas que establece la validez de los métodos **LRFD** y **ASD** propone para la evaluación de las secciones la tabla 2.5.1 la relación límite b/t_f de elementos en compresión. Para ingresar a la tabla de comparación debemos tener en cuenta que $b = (b_f - 3 t_w) / 2 = 78,5 \text{ cm}$. también el esfuerzo de fluencia acero **A-36** es $F_y = 230,46 \text{ MPa}$ y finalmente consideramos una viga de sección cajón sometida a flexión.

$$\begin{aligned} \text{Entonces :} \quad b / t_f &= 31,40 & \lambda_p &= 500 / \sqrt{F_y} = 500 / \sqrt{230,46} \Rightarrow 32,94 \\ \kappa &= 220 \text{ mm.} & \lambda_r &= 625 / \sqrt{F_y} = 625 / \sqrt{230,46} \Rightarrow 41,17 \end{aligned}$$

El valor de relación ancho/espesor es menor que $\lambda_p = 32,94$ por lo tanto se considera como una sección compacta, es decir se puede considerar como un elemento compacto no esbelto.

3.0 RELACIÓN DE ESBELTEZ LÍMITE

Se establece en el **artículo 2.7** de la norma peruana la relación de esbeltez límite que deben tener la sección de acero, la parte crítica del diseño se basa en fuerzas de compresión del ala por tanto $K L / r_x < 200$

$$\begin{aligned} \text{radio} \Rightarrow r_x &= \sqrt{I_x / A} = 57,94 \quad \text{cm.} & \boxed{K L / r_x = 65,59} & \text{La sección usada no es esbelta!} \\ \text{Considerando apoyos K} &= 1,00 \end{aligned}$$

4.0 REVISIÓN DEL PANDEO EN LA ZONA CENTRAL DE LA SECCIÓN

Para calcular el pandeo de la viga en el sentido de las cargas aplicadas; procedemos a evaluar la **fórmula de Euler**. Para lo cual hemos de tener en cuenta que el módulo de elasticidad del acero E_a es $2,1 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$.

Revisamos la **tabla N° 1** de donde apreciamos el valor I_x de la sección

$$P_c = \pi^2 E_a I_x / L^2 \Rightarrow P_c = 6533,99 \quad \text{Ton}$$

P_c es la carga crítica de compresión para que la viga inicie el proceso de pandeo. Mediante la relación del **módulo de Poisson (μ)** que para el acero es $\mu = 0,25$, calculamos la carga crítica en el sentido de aplicación sobre el falso puente.

$$P_{cr} = \mu P_c = 0,25 \times 6533,99 = 1633,50 \quad \text{Ton}$$

$$\text{Luego :} \quad PD = WD \times L = 290,32 \text{ Ton} \quad / \quad PL = WL \times L = 58,14 \text{ Ton}$$

$$PU = 1,2 \times PD + 1,6 \times PL = 1,2 \times 290,32 + 1,6 \times 58,14 = 441,41 \quad \text{Ton} == > \text{OK!}$$

La carga de servicio a la que es sometida la sección alcanza un $PU = 441,41$ Ton, mientras que la carga crítica para lograr el inicio del pandeo se logra para un $P_{cr} = 1633,5$ Ton

Por tanto : No existe pandeo en la sección analizada

5.0 CÁLCULO DE LA DEFLEXIÓN DEL ELEMENTO

El autor **Jack C. Mc Cormac** propone en concordancia con la tercera parte del manual **LRFD**, una relación para el cálculo de las deflexiones máximas en vigas con secciones **W**. hemos de tener en cuenta la deflexión máxima de **$L / 240$** .

Para poder aplicar esta fórmula, se debe revisar cuidadosamente las unidades en el ingreso de datos. De tal forma sean unidades consistentes. Emplearemos en la etapa de construcción una contra flecha **Δ_{cy}** de **25 cm**.

$$\Delta_c = 5 WU \times L^4 / 384 / E_a / I_x \text{ (cm.)} = 5 \times 11,62 \times 10 \times (38 \times 100)^4 / 384 / (2,1 \times 10^6) / 4552236,79 = 33,0$$

$$\text{Finalmente tenemos : } \Delta_c - \Delta_{cy} \text{ (cm.)} = 8,0$$

$$\Delta_m = L / 240 = 38,00 \times 100 / 240 \text{ (cm.)} = 15,8$$

Observamos que la deflexión calculada $\Delta_c - \Delta_{cy} = 8$ cm. es menor que la deflexión máxima permitida $\Delta_m = 15,8$ cm. Por tanto, la sección no sufre deflexiones que ponen en peligro la seguridad del hormigonado de la super estructura.

DETERMINACIÓN DE ARRIOSTRE LATERAL Y CONEXIÓN DE PARTES

1.0 ESTIMACIÓN DE DISTANCIA DE ARRIOSTRAMIENTO PARA EVITAR EL PANDEO LATERAL

Recordamos que los momentos nominales que afectan a la sección, varían en función de la longitud que no se soporta lateralmente del patín de compresión. Para este cálculo se ha considerado la zona denominada de pandeo plástico. Dentro de este rango se encuentran los mayores momentos resistentes MU y además podemos evaluar la distancia de arriostramiento Lb que se recomienda tener un valor menor de Lp.

Conocemos el valor $r_x = 57.94$ en cm. ó 22.81 pulg.
También tenemos $F_y = 2350.00$ en Kg/cm² ó 36.00 Klb/pulg²

$$L_p = 300 r_x / \sqrt{F_y} \Rightarrow \text{Donde } L_p : 28.97 \text{ m.}$$

De acuerdo al resultado obtenido $L_p = 28,97$ m podemos mencionar que la longitud máxima en la cual el patín ó ala de compresión puede quedar sin arriostre es similar a la luz de diseño del falso puente.

Aunque no es necesario el arriostre lateral del ala en compresión - según el cálculo de L_p - colocaremos los perfiles **W** a cada **9,00 m** según se muestra en la figura lámina N° 10.

2.0 EVALUACIÓN DE LAS CONEXIONES DE PARTES

Se diseña el sistema de conexiones como una combinación de pernos y soldadura. Cada sistema se especifica según la norma peruana **E.090** y tomarán el esfuerzo máximo del cortante en la zona correspondiente de la sección.

Según el **artículo 10** de la norma peruana. Aplicamos los cálculos a los pernos de alta resistencia **ASTM A490** y para las soldaduras **Cellacord tipo E60XX** compatible para el acero **A-36** empleado.

Las consideraciones realizadas en el presente se complementan con la figura lámina N° 10 del falso puente propuesto.

2.1 SELECCIÓN DE PERNOS DE CONEXIÓN Y DISTRIBUCIÓN

Se hará uso del perno **ASTM A490** denominado de alta resistencia. De este modo obtener soporte de cargas de corte o cizallamiento de la sección tipo aplastamiento con pasantes huecos tipo estándar en ambos lados del alma.

Seleccionamos los pernos de $20 \text{ } \emptyset$ mm. Entonces, revisamos la **tabla 10.3.3** tenemos un hueco estándar de $22 \text{ } \emptyset$ mm. y de acuerdo a la **tabla 10.3.4** la distancia mínima al borde para pernos de $20 \text{ } \emptyset$ mm. es de 26 mm.

Revisamos el **artículo 10.3.5** para evaluar el máximo espaciamiento y distancia al borde de la plancha; en la cual nos indica que debemos considerar como máximo 150 mm.

La distancia entre los pernos de conexión según el **artículo 10.3.3** indica que no debe ser menor de **2 2/3** de veces del diámetro nominal del perno sin embargo, recomienda una distancia límite de **3** veces el diámetro nominal.

2.2 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO DE LOS PERNOS

La **tabla 10.3.2.1** muestra la resistencia de diseño de los conectores F_u . De lo cual podemos seleccionar para soportar las cargas de corte por aplastamiento y tracción para un perno **ASTM A490** según el método **LRFD 415 y 780 MPa**.

$$\begin{aligned} \text{Por tanto la resistencia de diseño será } \Rightarrow & \quad F_{uc} = 415 \times 10,1972 / 0,75 = 5642.45 \quad \text{Kg/cm}^2 \\ \text{Por tanto la resistencia de diseño será } \Rightarrow & \quad F_{ut} = 780 \times 10,1972 / 0,75 = 10605.09 \quad \text{Kg/cm}^2 \end{aligned}$$

En el **artículo 10.4** podemos evaluar la resistencia de diseño por el estado límite rotura de los pernos conectores. Para nuestro caso, resistencia a la rotura por corte R_{uc} y resistencia a la rotura por tracción R_{ut} , considerar $\emptyset = 0,75$.

Debemos notar en la figura lámina N° 10 la plancha propuesta de 40×60 cm. y de $5/8"$ de espesor.

$$\begin{aligned} R_{uc} = 0,60 \times F_{uc} \times A_{nc} / \emptyset \Rightarrow & \quad = 0,60 \times 5642,45 \times (60 - 5 \times (2,2 + 0,3)) \times 2 / 0,75 = 428.83 \quad \text{Ton} \\ R_{ut} = F_{ut} \times A_{nt} / \emptyset \Rightarrow & \quad = 10605,09 \times (40 - 2 \times (2,2 + 0,3)) \times 2 / 0,75 = 989.81 \quad \text{Ton} \end{aligned}$$

Del análisis de cargas observamos que el cortante mayor es 220,71 Ton. El mismo que resulta menor que lo ofrecido por las resistencias de los pernos en corte R_{uc} y tracción R_{ut} .

Por tanto, es correcto el diseño de la plancha y pernos propuestos (ver la figura lámina N° 10).

2.3 SELECCIÓN Y USO DE SOLDADURA ADECUADA

De acuerdo a la **tabla 10.2.5.1** evaluamos la resistencia de diseño de las soldaduras según el método **LRFD**. Tenemos en cuenta que la carga principal sobre la estructura es de corte en el área efectiva.

Además seleccionamos el tipo de soldadura como acanalada de penetración total, de esta forma se calcula el esfuerzo de resistencia de diseño adecuado para el cortante mayor en la sección. Siendo el espesor de la garganta 1,5 cm.

2.4 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO DE LA PLANCHA SOLDADA

De acuerdo a la **tabla 10.2.5.1** de la norma peruana **E.090** se establece:

$$\begin{aligned} F_{BM} &= 0,60 \times F_y / 0,90 == > & \text{El esfuerzo será : } F_{BM} &= 0,60 \times 2350 / 0,90 = & \mathbf{1566.67} & \text{ Kg/cm}^2 \\ \text{Luego el area efectiva de la sección será : } A_{ew} &= L \times w \times e + w = 2 \times 60 \times 1,5 + 50 \% \times 40 \times 1,5 = & \mathbf{210.00} & \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Finalmente la resistencia de diseño para la plancha propuesta será : } R_{uw} = F_{BM} \times A_{ew} = \mathbf{329.00} \quad \text{Ton}$$

Del análisis de cargas observamos que el cortante mayor es 220,71 Ton. Podemos observar que la resistencia R_{uw} de la soldadura es mayor que el cortante actuante.

Portanto, de acuerdo con la **tabla 10.2.6** se empleará soldadura **Cellacord E60XX** compatible con el acero **ASTM A-36**, para finalmente dar un acabado acerado tipo Supercito (ver la figura lámina N° 10).

DATOS DE INICIO PARA CÁLCULO DE MURO DE SOSTENIMIENTO

1.0 DATOS DEL SUELO DE FUNDACIÓN

ángulo ϕ	σz (Kg/cm ²)	Df (m)	B - x (m)	L - y (m)	Xg (m)	Yg (m)
32	5,00	1,00	1,80	1,00	0,90	0,50
ρs (Kg/m ³)	μ	Ka	Az (m ²)	Ixx (m ⁴)	Iyy (m ⁴)	J (m ⁴)
1800,00	$\tan 2/3 \phi$	$\tan 2 (45 - \phi/2)$	B x L	B x L ³ / 12	L x B ³ / 12	Ixx + Iyy
	0,391	0,307	1,80	0,15	0,49	0,64

2.0 DATOS DE MATERIALES Y COMPLEMENTARIOS

Agua	Ciclópeo	Resistencia	hw (m)	ha (m)	Pw (Ton)	Pa (Ton)
ρw (Kg/m ³)	ρm (Kg/m ³)	f'c (Kg/cm ²)	altura empuje	altura empuje	1/2 $\rho w hw^2$	1/2 Ka $\rho s ha^2$
1000,00	2200,00	100,00	4,45	5,00	9,90	6,91

TABLA DE CÁLCULO PARA ANÁLISIS DE MURO DE SOSTENIMIENTO

Descripción	e (m)	L (m)	H (m)	Nº veces	P (T)	dA (m)	MA (T-m)	dT (m)	MT (T-m)
PANTALLA DE MURO									
Muro vertical - F1	0,40	1,00	4,65	1	4,09	1,400	5,73	0,50	2,05
Muro lateral - F2	0,15	1,00	4,65	1	1,53	1,100	1,68	0,20	0,31
CIMENTACIÓN DE MURO									
Bloque de cimentación - F3	1,80	1,00	1,00	1	3,96	0,900	3,56	0,00	0,00
RELLENO POSTERIOR									
Relleno vertical - F4	0,90	1,00	4,00	1	6,48	0,450	2,92	-0,45	-2,92
Relleno lateral - F5	0,15	1,00	4,00	1	1,08	1,000	1,08	0,10	0,11
					$\Sigma Pr = 17,14$		$\Sigma MrA = 14,97$		$\Sigma MT = -0,45$
EMPUJES EXTERIORES									
Empuje del terreno - Pa				1	6,91	1,667	11,52	1,667	11,52
Empuje de agua - Pw				1	-9,90	1,483	-14,68	1,483	-14,68
					$\Sigma Pd = -2,99$		$\Sigma MvA = -3,16$		$\Sigma M2T = -3,16$

1.0 FACTORES DE ESTABILIDAD

1.1 FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLTEO (FSV > 2,0)

FSV = Momentos resistentes en A / Momentos de volteo en A == >

$$= 14,97 / 3,16 =$$

4,74

OK! == > Se cumple que FSV > 2,0

1.2 FACTOR DE SEGURIDAD AL DESPLAZAMIENTO (FSD > 1,5)

FSD = $\mu \times$ Fuerzas resistentes / Fuerzas de empuje == >

$$= 0,391 \times 17,14 / 2,99 =$$

2,24

OK! == > Se cumple que FSD > 1,5

2.0 PRESIONES DE CONTACTO

Excentricidad : $e = \Sigma M T / \Sigma Pr =$

$$0,21 \quad m == > es <$$

$ex' = B / 6 =$

$$0,30$$

$m == > OK!$ núcleo central

Luego : $q = \Sigma Pr / Az \pm \Sigma M T Xg / Iyy = \Sigma Pr / B (1 \pm \pm 6 e / B) = 17,14 / 1,8 (1 \pm \pm 6 \times 0,21 / 1,8)$

Empleo de fórmula de resistencia de materiales

Donde se obtiene : q1 y q2

q1 (T/m2)

q2 (T/m2)

Observamos : q1, q2 < 50 T/m2

16,19

2,86

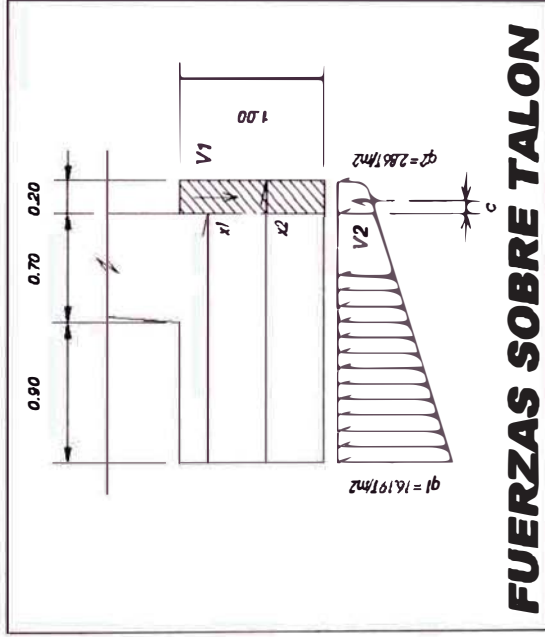
VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES DEL MURO DE SOSTENIMIENTO

1.0 VERIFICACIÓN DE PUNTA DE MURO POR MÉTODO DE CARGAS DE SERVICIO

Ecuación de presiones planteada : $q_x = q_1 - (q_1 - q_2) \times x / B = 16,19 - (16,19 - 2,86) \times x / 1,8 == >$

Para $x_1 (m) = 1,30$ luego : $q_{x1} == > 6,56$ T/m²
 Para $x_2 (m) = 1,50$ luego : $q_{x2} == > 5,08$ T/m²

Punto de aplicación $V_2 (m) : c = 0,10$ $V_1 (Kg.) = 0,20 \times 1,00 \times 2200 = 440,00$
 $V_2 (Kg.) = (6,56 + 5,08) \times 0,20 \times 1000 / 2 = 1164,00$



1.1 ANÁLISIS DE FLEXIÓN

$M = c \times V_2 - 0,10 \times V_1 = 0,1 \times 1164 - 0,1 \times 440 = 72,40$ Kg-m
 $\sigma = 6 M / b / h^2 = 6 \times 72,4 \times 10^4 / 100 / 100^2 = 0,04$ Kg/cm²

esfuerzo compresión : $f_c = 0,34 \times f'c == >$
 esfuerzo tracción : $f_t = 0,425 \times v'f'c == >$

Cumple $f_c > \sigma$!
 Cumple $f_t > \sigma$!

1.2 ANÁLISIS DE CORTE

$V = V_2 - V_1 = 1164 - 440 = 724,00$ Kg.
 $\tau = V / b / h = 724 / 100 / 100 = 0,07$ Kg/cm²

esfuerzo cortante : $vc = 0,286 \times v'f'c == >$

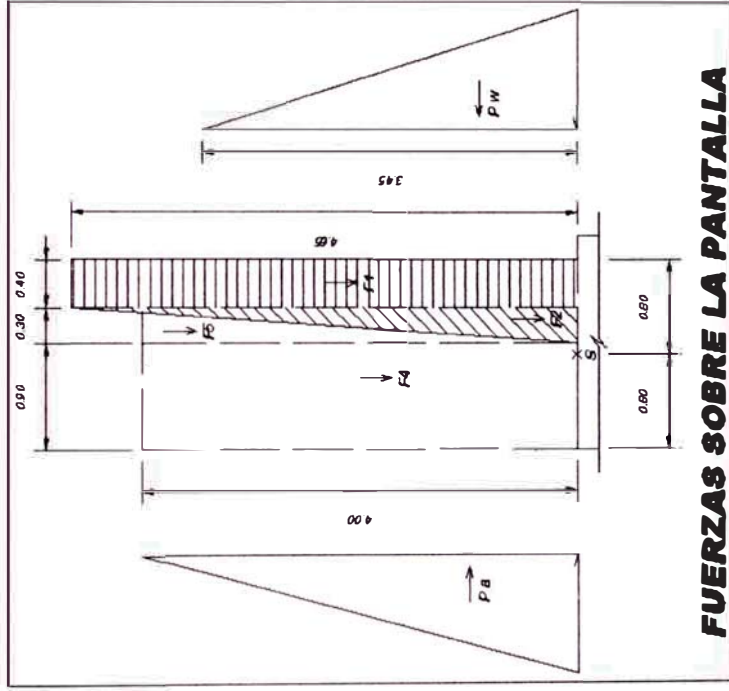
Cumple $vc > \tau$!

2.0 VERIFICACIÓN DE PANTALLA DE MURO POR MÉTODO DE CARGAS DE SERVICIO

Descripción	e (m)	L (m)	H (m)	Nº veces	P (T)	dS (m)	MS (T-m)
PANTALLA DE MURO							
Muro vertical - F1	0,40	1,00	4,65	1	4,09	0,60	2,45
Muro lateral - F2	0,15	1,00	4,65	1	1,53	0,30	0,46
RELLENO POSTERIOR							
Relleno vertical - F4	0,90	1,00	4,00	1	6,48	-0,35	-2,27
Relleno lateral - F5	0,15	1,00	4,00	1	1,08	0,20	0,22
				Σ Pr =	13,18		
							Σ M1 S =
							0,86

EMPUJES EXTERIORES

Empuje del terreno - Pa
Empuje de agua - Pw



4,00	1	5,40	1,333	7,20
3,45	1	-5,95	1,150	-6,84
		$\sum Pd =$ -0,55		$\sum M2S =$ 0,36

2.1 ANÁLISIS DE FLEXIÓN

Excentricidad : $e = \sum MS / \sum Pr =$ 0,09 m
 Núcleo central : $ex' = a / 6 = 1,60 / 6 =$ 0,27 m

== > OK! núcleo central

Luego : $q = \sum Pr / Aa +/- \sum MS / Iyya = \sum Pr / a (1 +/- 6 e / a) = 13,18 / 1,6 (1 +/- 6 x 0,09 / 1,6)$
 Empleo de fórmula de resistencia de materiales

qS1 (T/m2)	qS2 (T/m2)
14,35	5,93

Donde se obtiene : qS1 y qS2
 Observamos : qS1, qS2 en compresión

esfuerzo compresión : $f_c = 0,34 x f'c == >$ 34,00 Kg/cm2 **f c > qS1**

2.2 ANÁLISIS DE CORTE

$V = \sum Pd =$ 550,00 Kg.
 $\tau S = V / b / h = 550 / 100 / 40 =$ 0,14 Kg/cm2

esfuerzo cortante : $vc = 0,286 x v f'c == >$ 2,86 Kg/cm2 **vc > \tau S !**

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Culcua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m
PRESUPUESTO PROPUESTO PARA MODIFICACIÓN

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo
Propietario : MTCVC - PERT
Lugar : Abancay - Apurímac

Fecha : 30-Oct-08
Precio : Soles
1 US\$: 3.10 S/.

Item	Descripción de partida	Unidad	Metrado	P.U. S/.	Parcial	Sub - Total	Partida
01.00	Obras Preliminares						
01.01	Mobilización y desmovilización de equipo	Lote	1.00	16694.77	16694.77		
01.02	Campamento	Lote	1.00	8751.05	8751.05		
01.03	Trazo de niveles y replanteo	m2	2400.00	1.85	4440.00		
01.04	Cisterna de 24 m3 y captación de agua	Und	1.00	3610.82	3610.82	33496.64	
01.05	Generación de electricidad	Lote	1.00	18039.52	18039.52		
01.06	Cartel de anuncio de obra	Und	2.00	743.30	1486.60	19526.12	53022.76
02.00	Movimiento de Tierras						
02.01	Excavación conglomerado bolonería en seco	m3	658.36	40.12	26413.40		
02.02	Excavación conglomerado bolonería bajo agua	m3	173.83	46.36	8058.76		
02.04	Excavación en roca fija en seco	m3	4413.82	68.85	303891.51		
02.05	Excavación en roca fija bajo agua	m3	158.69	76.65	12163.59		
02.06	Relleno compactado de excavación remanente	m3	714.43	52.18	37278.96		
02.08	Enrocado de protección	m3	528.00	75.24	39726.72	427532.94	
02.09	Encauzamiento de río	m3	2100.00	5.76	12096.00		
02.10	Muros de sostenimiento y protección	m3	150.68	98.26	14805.82	26901.82	454434.76
03.00	Encofrados						
03.02	Encofrado de cimentación bajo agua	m2	139.10	44.67	6213.60		
03.04	Encofrado de columnas y estribos en seco	m2	294.27	177.59	52259.41		
03.05	Encofrado de columnas y estribos bajo agua	m2	9.60	182.39	1750.94	60223.95	
03.06	Encofrado de vigas, estribo, losas y diafragmas	m2	1158.46	216.85	251212.05		
03.07	Encofrado de veredas	m2	95.09	26.73	2541.76	253753.81	313977.76
04.00	Falso Puente						
04.01	Transporte de elementos metálicos habilitados	Ton	77.23	97.34	7517.57		
04.02	Habilitación de vigas metálicas	Kg	77225.95	1.77	136689.93	144207.50	
04.03	Colocación de vigas metálicas	Kg	77225.95	1.45	111977.63		
04.04	Colocación de entablado e = 1 1/2"	m2	205.80	11.67	2401.69		

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

PRESUPUESTO PROPUESTO PARA MODIFICACIÓN

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo
Propietario : MTCVC - PERT
Lugar : Abancay - Apurímac

Fecha : 30-Oct-08

Precio : Soles
1 US\$: 3.10 S/.

Item	Descripción de partida	Unidad	Metrado	P.U. S/.	Parcial	Sub - Total	Partida
04.05 A	Concreto ciclópeo f'c = 100 Kg/cm2 bajo agua	m3	56.65	215.57	12212.04		
04.05 B	Encofrado de muro de sostenimiento bajo agua	m2	131.26	35.71	4687.29		
04.06	Desmontaje de falso puente	m2	411.60	14.74	6066.98	137345.63	281553.13
05.00	Concretos						
05.01	Concreto f'c = 140 Kg/cm2 bajo agua	m3	24.18	263.66	6375.30		
05.02	Concreto ciclópeo f'c = 140 Kg/cm2 bajo agua	m3	52.73	233.16	12294.53		
05.04	Concreto f'c = 210 Kg/cm2 en seco	m3	58.75	298.39	17530.41		
05.05	Concreto f'c = 210 Kg/cm2 bajo agua	m3	60.80	303.19	18433.95	54634.19	
05.07	Concreto f'c = 320 Kg/cm2 en seco	m3	399.90	322.19	128843.78		
05.08	Concreto f'c = 320 Kg/cm2 bajo agua	m3	76.74	326.99	25093.21	153936.99	208571.18
06.00	Armadura						
06.01	Acero de refuerzo fy = 4200 Kg/cm2 / G - 60	Kg	28085.34	4.35	122171.23	122171.23	122171.23
07.00	Unidades Postensoras						
07.03	Colocación y fijación de ductos	ml	483.04	3.78	1825.89		
07.04	Colocación de anclajes para postensados	Kg	416.00	24.39	10146.24	11972.13	
07.05	Tensado de columnas y vigas	ml	5370.24	33.70	180977.09		
07.06	Inyección de mortero en tendones	ml	483.04	2.92	1410.48	182387.57	194359.70
08.00	Pavimentos						
08.01	Imprimación asfáltica	m2	464.00	3.11	1443.04		
08.02	Carpeta asfáltica en frío	m2	464.00	31.03	14397.92	15840.96	15840.96
09.00	Varios						
09.01	Acabado de veredas	ml	104.00	7.49	778.96		
09.02	Tubos de drenaje	Und	18.00	45.87	825.66	1604.62	
09.04	Baranda Metálica						
09.04 A	Postes de baranda	Und	72.00	359.60	25891.20		

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Culcua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m
PRESUPUESTO PROPUESTO PARA MODIFICACIÓN

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo
Propietario : MTCVC - PERT
Lugar : Abancay - Apurímac

Fecha : 30-Oct-08
Precio : Soles
1 US\$: 3.10 **S/.**

Item	Descripción de partida	Unidad	Metrado	P.U. S/.	Parcial	Sub - Total	Partida
09.04 B	Pasamanos	ml	104.00	52.47	5456.88		
09.05	Albanilería hueca en veredas	ml	104.00	25.71	2673.84		
09.06	Junta metálica de dilatación - contracción	Und	1.00	4030.87	4030.87		
09.08	Pintura de postes de baranda y pasamanos	ml	104.00	15.56	1618.24		
09.10	Articulaciones	Und	4.00	940.17	3760.68	43431.71	45036.33
10.00	Conservación del Medio Ambiente						
10.01	Medidas de mitigación del impacto ambiental	Glb	1.00	7280.07	7280.07	7280.07	7280.07
	COSTO DIRECTO				11.01		1696247.88
	GG (%)				12.00		186813.50
	UU (%)						203549.75
	SUB TOTAL				19.00		2086611.13
	I.G.V. (%)						396456.11
	TOTAL						2483067.24

SON : DOS MILLONES CUATROCIENTOS OCHENTA Y TRES MIL SESENTA Y SIETE CON 24/100 NUEVOS SOLES.

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Punte Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 30-oct-08

Total	16694,77
--------------	-----------------

Lote Unidad	Rendimiento: Cuadrilla	Lote/día Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
Lote	0,000	1,000	16694,77	16694,77	16694,77

Total	8751,05
--------------	----------------

Lote Unidad	Rendimiento: Cuadrilla	Lote/día Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
Lote	0,000	1,000	8751,05	8751,05	8751,05

Total	1,85
--------------	-------------

m2 Unidad	Rendimiento: Cuadrilla	m2/día Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
HH	0,100	0,004	15,52	0,06	
HH	1,000	0,038	15,52	0,59	
HH	2,000	0,076	11,53	0,88	
%MO		0,050	1,53	0,08	1,61
Kg		0,050	0,80	0,04	
HE	0,250	0,010	2,00	0,02	
HE	0,250	0,010	3,20	0,03	
HE	0,250	0,010	5,00	0,05	
HE	0,250	0,010	10,00	0,10	0,24

Total	3610,82
--------------	----------------

Und Unidad	Rendimiento: Cuadrilla	Und/día Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
		0,25			

01.04 Cisterna de 24 m3 y captación de agua
Observación: Para preparación de concreto y uso en obra
Código Descripción

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 30-oct-08

Obra	Fórmula	Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Precio	Sub - Total	Unidad	Cantidad	Precio
425013	Capataz	HH		6,400	15,52	99,33	HH	6,400	15,52
425023	Operario	HH		64,000	14,11	902,96	HH	64,000	14,11
425022	Oficial	HH		32,000	12,75	408,00	HH	32,000	12,75
425024	Peón	HH		32,000	11,53	369,08	HH	32,000	11,53
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	1779,37	88,97	%MO	0,050	1779,37
Materiales									
020211	Acero corrugado fy = 4200 Kg/cm2 (G-60)	Kg		185,000	2,90	536,50	Kg	185,000	2,90
020212	Alambre negro N° 16 BWG	Kg		4,000	3,80	15,20	Kg	4,000	3,80
021302	Arena fina	m3		1,500	25,00	37,50	m3	1,500	25,00
021303	Arena gruesa	m3		1,500	48,95	73,43	m3	1,500	48,95
021306	Piedra chancada de 1"	m3		0,250	60,40	15,10	m3	0,250	60,40
025234	Ladrillo arcilla KK 18H tipo IV 9 x 12 x 24 cm.	Und		998,000	0,75	748,50	Und	998,000	0,75
425011	Agua para obra	m3		0,250	5,00	1,25	m3	0,250	5,00
381408	Cemento Pórtland Tipo I (42.5 Kg.)	Bis		18,000	17,50	315,00	Bis	18,000	17,50
01.05 Generación de electricidad				0,02					18039,52
<i>Observación: Uso de transformador proporcionado por concesionario</i>									
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Sub - Total	Unidad	Cantidad	Precio	Sub - Total
Mano de Obra									
425013	Capataz	HH	0,100	15,52	620,80	HH	0,100	15,52	620,80
425023	Operario	HH	1,000	14,11	5643,50	HH	1,000	14,11	5643,50
425015	Herramientas manuales	%MO	0,050	6264,30	313,22	%MO	0,050	6264,30	313,22
Equipo y Materiales									
170332	Cable THW 2 AWG - 35.0 mm2	ml	60,000	14,70	882,00	ml	60,000	14,70	882,00
170334	Cable THW 6 AWG - 16.0 mm2	ml	20,000	6,20	124,00	ml	20,000	6,20	124,00
170335	Cable THW 8 AWG - 10.0 mm2	ml	120,000	3,80	456,00	ml	120,000	3,80	456,00
352354	Transformador de 440 v	HM	1,000	25,00	10000,00	HM	1,000	25,00	10000,00
01.06 Cartel de anuncio de obra				0,50					743,30

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 30-oct-08

Código	Descripción	Und	Cuadrilla	Und/día	Precio	Parcial	Sub - Total
Observación: Colocados en ingreso y salida del puente 2.40 x 7.20 m							
	Mano de Obra						
425013	Capataz	HH	0,100	1,600	15,52	24,83	
425023	Operario	HH	1,000	16,000	14,11	225,74	
425024	Peón	HH	0,500	8,000	11,53	92,27	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	342,84	17,14	359,98
Equipo y Materiales							
025290	Pintura esmalte sintético standard	Gln		0,350	42,90	15,02	
020250	Clavo con cabeza tipo BWG	Kg		0,500	3,80	1,90	
487022	Madera tornillo para construcción	p2		96,000	3,00	288,00	
487044	Plancha de triplay lupuna 4' x 8' x 3 mm.	Pza		4,000	19,60	78,40	383,32
02.01 Excavación conglomerado bolonería en seco							
Observación: Margen izquierdo - 40% Bolonería Ø 1.00 - 2.20 m							
	Descripción	Unidad	Rendimiento:	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
	Mano de Obra	m3	Cuadrilla	m3/día			
425013	Capataz	HH	0,200	0,064	15,52	0,99	
425022	Oficial	HH	2,000	0,640	12,75	8,16	
425024	Peón	HH	3,000	0,960	11,53	11,07	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	20,22	1,01	21,23
Equipos							
352320	Compresora neumática 125 - 175 PCM	HM	0,250	0,080	36,00	2,88	
352330	Martillo neumático 25 - 29 Kg.	HM	0,500	0,160	7,10	1,14	
352315	Cargador frontal s/lanta / 125 - 155 HP 3.0 yd3	HM	0,250	0,080	90,00	7,20	11,22
Materiales							
020237	Barreno integral de 7/8" x 5'	Pza		0,008	265,00	2,12	
424501	Anfo Solanfo (Bolsa de 25 Kg.)	Bls		0,032	45,60	1,46	
424505	Dinamita unidad de 30 cm. (60 %)	Und		0,480	7,30	3,50	
424507	Fulminante N° 6 / N° 8	Pza		0,120	0,80	0,10	

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Culcua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 30-oct-08

Unidad	Cuadrilla	Rendimiento:	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
ml			0,300	0,80		
Gln			0,024	10,50		7,67
02.02			25,00		Total	46,36
Observación:	Descripción	Unidad	m3		Parcial	Sub - Total
	Excavación conglomerado bolonería bajo agua					
	Margen izquierdo - 40% Bolonería Ø 1.00 - 2.20 m					
	Mano de Obra					
425013	Capataz	HH	0,064	15,52	0,99	
425022	Oficial	HH	0,640	12,75	8,16	
425024	Peón	HH	0,960	11,53	11,07	
425015	Herramientas manuales	%MO	0,050	20,22	1,01	21,23
	Equipos					
352322	Electrobomba 15 HP / Ø 6"	HM	0,160	24,00	3,84	
352320	Compresora neumática 125 - 175 PCM	HM	0,080	36,00	2,88	
352330	Martillo neumático 25 - 29 Kg.	HM	0,160	7,10	1,14	
352343	Retroexcavadora s/oruga 195 HP	HM	0,080	120,00	9,60	17,46
	Materiales					
020237	Barreno integral de 7/8" x 5'	Pza	0,008	265,00	2,12	
424501	Anfo Solanfo (Bolsa de 25 Kg.)	Bis	0,032	45,60	1,46	
424505	Dinamita unidad de 30 cm. (60 %)	Und	0,480	7,30	3,50	
424507	Fulminante N° 6 / N° 8	Pza	0,120	0,80	0,10	
424508	Guía para explosivos	ml	0,300	0,80	0,24	
425025	Petróleo D-2	Gln	0,024	10,50	0,25	7,67
02.04			20,00		Total	68,85
Observación:	Descripción	Unidad	m3		Parcial	Sub - Total
	Excavación en roca fija en seco					
	Margen derecho - Roca tipo cuarcita fracturada					
	Mano de Obra					
425013	Capataz	HH	0,080	15,52	1,24	
425022	Oficial	HH	0,800	12,75	10,20	

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 30-oct-08

425024	Peón	HH	4,000	1,600	11,53	18,45
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	29,89	1,49
352320	Compresora neumática 125 - 175 PCM	HM	0,250	0,100	36,00	3,60
352330	Martillo neumático 25 - 29 Kg.	HM	0,500	0,200	7,10	1,42
352315	Cargador frontal s/lanta / 125 - 155 HP 3.0 yd3	HM	0,250	0,100	90,00	9,00
020237	Barreno integral de 7/8" x 5'	Pza		0,020	265,00	5,30
424501	Anfo Solanfo (Bolsa de 25 Kg.)	Bls		0,100	45,60	4,56
424505	Dinamita unidad de 30 cm. (60 %)	Und		1,600	7,30	11,68
424507	Fulminante N° 6 / N° 8	Pza		0,400	0,80	0,32
424508	Gula para explosivos	ml		1,000	0,80	0,80
425025	Petróleo D-2	Gln		0,075	10,50	0,79

Total	76,65
--------------	--------------

Unidad	m3	Rendimiento:	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
---------------	-----------	---------------------	------------------	-----------------	---------------	----------------	--------------------

02.05 **Excavación en roca fija bajo agua**
Observación: Margen derecho - Roca tipo cuarcita fracturada

Código	Descripción	Mano de Obra	Unidad	m3	Rendimiento:	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
425013	Capataz	HH	0,200	0,080	15,52	1,24			1,24	
425022	Oficial	HH	2,000	0,800	12,75	10,20			10,20	
425024	Peón	HH	4,000	1,600	11,53	18,45			18,45	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	29,89	1,49			1,49	31,38
352322	Electrobomba 15 HP / Φ 6"	HM	0,500	0,200	24,00	4,80			4,80	
352320	Compresora neumática 125 - 175 PCM	HM	0,250	0,100	36,00	3,60			3,60	
352330	Martillo neumático 25 - 29 Kg.	HM	0,500	0,200	7,10	1,42			1,42	
352343	Retroexcavadora s/oruga 195 HP	HM	0,250	0,100	120,00	12,00			12,00	21,82
020237	Barreno integral de 7/8" x 5'	Pza		0,020	265,00	5,30			5,30	
424501	Anfo Solanfo (Bolsa de 25 Kg.)	Bls		0,100	45,60	4,56			4,56	

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Punte Culcua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 30-oct-08

424505	Dinamita unidad de 30 cm. (60 %)	Und	1,600	7,30	11,68		
424507	Fulminante N° 6 / N° 8	Pza	0,400	0,80	0,32		
424508	Guía para explosivos	ml	1,000	0,80	0,80		
425025	Petróleo D-2	Gln	0,075	10,50	0,79	23,45	
02.06	Relleno compactado de excavación remanente		40,00			52,18	
Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Precio	Parcial	Sub - Total	
	<i>Relleno aplicado en zona posterior de ambos márgenes</i>	<i>m3</i>	<i>m3/día</i>				
425013	Capataz	HH	0,200	15,52	0,62		
425022	Oficial	HH	2,000	12,75	5,10		
425024	Peón	HH	4,000	11,53	9,23		
425015	Herramientas manuales	%MO	0,050	14,95	0,75	15,70	
352326	Grúa hidráulica autop. s/lantas 80 HP / 10 Ton	HM	0,250	90,00	4,50		
352341	Plancha compactadora vibratoria 4 HP	HM	0,250	10,50	0,53	5,03	
021305	Hormigón / Material de relleno	m3	1,300	24,09	31,32		
425011	Agua para obra	m3	0,025	5,00	0,13	31,45	
02.08	Enrocado de protección		50,00			75,24	
Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Precio	Parcial	Sub - Total	
	<i>Sobre el margen izquierdo de h = 1.20 m</i>	<i>m3</i>	<i>m3/día</i>				
425013	Capataz	HH	0,100	15,52	0,25		
425022	Oficial	HH	1,000	12,75	2,04		
425024	Peón	HH	2,000	11,53	3,69		
425015	Herramientas manuales	%MO	0,050	5,98	0,30	6,28	
352314	Camión volquete 6x4 / 330 HP 10 m3	HM	0,500	72,00	5,76		

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 30-oct-08

352315 Cargador frontal s/lanta / 125 - 155 HP 3.0 yd3
021311 Roca seleccionada de cantera

HM 0,500 90,00 7,20 12,96
m3 1,400 40,00 56,00 56,00

02.09 Encauzamiento de río

Observación: Limpieza de zona de cauce del río Chalhuanca
Código Descripción
Mano de Obra

425013 Capataz
425023 Operario
425024 Peón
425015 Herramientas manuales

HH 0,100 15,52 0,06 0,06
HH 1,000 14,11 0,62 0,62
HH 2,000 11,53 1,03 1,03
%MO 0,050 1,71 0,09 1,80

Equipos

352315 Cargador frontal s/lanta / 125 - 155 HP 3.0 yd3

HM 1,000 90,00 3,96 3,96

02.10 Muros de sostenimiento y protección

Observación: Para evitar la socavación de rellenos / m = 1.6 / j = 2.5 cm.

Código Descripción
Mano de Obra

425013 Capataz
425023 Operario
425024 Peón
425015 Herramientas manuales

HH 0,200 15,52 1,55 1,55
HH 2,000 14,11 14,11 14,11
HH 2,000 11,53 11,53 11,53
%MO 0,050 27,19 1,36 28,55

Materiales

425011 Agua para obra
021303 Arena gruesa
021309 Piedra grande de cantera
381408 Cemento Pórtland Tipo I (42.5 Kg.)

m3 0,015 5,00 0,08 0,08
m3 0,350 48,95 17,13 17,13
m3 0,400 35,00 14,00 14,00
Bis 2,200 17,50 38,50 38,50

03.02 Encofrado de cimentación bajo agua

Rendimiento: 14,00 **Total** 44,67

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 30-oct-08

Observación: Debajo de la napa freática. Desperdicio 5 % y 8 usos

Código	Descripción	m2	Cuadrilla	m2/día	Precio	Parcial	Sub - Total
	<i>Mano de Obra</i>						
425013	Capataz	HH	0,200	0,114	15,52	1,77	
425023	Operario	HH	2,000	1,143	14,11	16,13	
425022	Oficial	HH	1,000	0,571	12,75	7,28	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	25,18	1,26	26,44
	<i>Equipos</i>						
352322	Electrobomba 15 HP / Ø 6"	HM	0,250	0,143	24,00	3,43	3,43
	<i>Materiales</i>						
487043	Plancha de triplay lupuna 4' x 8' x 19 mm.	Pza		0,046	95,70	4,40	
487022	Madera tornillo para construcción	p2		3,320	3,00	9,96	
020213	Alambre negro N° 8 BWG	Kg		0,035	4,20	0,15	
020250	Clavo con cabeza tipo BWG	Kg		0,075	3,80	0,29	14,80
03.04	Encofrado de columnas y estribos en seco			10,00		Total	177,59

Observación: Encima de la napa freática. Desperdicio 5 % y 1 uso

Código	Descripción	m2	Cuadrilla	m2/día	Precio	Parcial	Sub - Total
	<i>Mano de Obra</i>						
425013	Capataz	HH	0,200	0,160	15,52	2,48	
425023	Operario	HH	2,000	1,600	14,11	22,57	
425022	Oficial	HH	1,000	0,800	12,75	10,20	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	35,25	1,76	37,01
	<i>Materiales</i>						
487043	Plancha de triplay lupuna 4' x 8' x 19 mm.	Pza		0,365	95,70	34,93	
487022	Madera tornillo para construcción	p2		32,600	3,00	97,80	
020213	Alambre negro N° 8 BWG	Kg		0,070	4,20	0,29	
020250	Clavo con cabeza tipo BWG	Kg		0,150	3,80	0,57	
487023	Masilla nivelante para madera	Kg		0,280	2,50	0,70	
381442	Laca desmoldante Sika Lac (1 galón)	Jgo		0,070	89,80	6,29	140,58

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 30-oct-08

Código	Descripción	Unidad	Rendimiento: Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
03.05	Encofrado de columnas y estribos bajo agua	10,00					
	Observación: Debajo de la napa freática. Desperdicio 5 % y 1 uso	m2/día					
	Mano de Obra						
425013	Capataz	HH	0,200	0,160	15,52	2,48	
425023	Operario	HH	2,000	1,600	14,11	22,57	
425022	Oficial	HH	1,000	0,800	12,75	10,20	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	35,25	1,76	37,01
	Equipos						
352322	Electrobomba 15 HP / Ø 6"	HM	0,250	0,200	24,00	4,80	4,80
	Materiales						
487043	Plancha de triplay lupuna 4' x 8' x 19 mm.	Pza		0,365	95,70	34,93	
487022	Madera tornillo para construcción	p2		32,600	3,00	97,80	
020213	Alambre negro N° 8 BWG	Kg		0,070	4,20	0,29	
020250	Clavo con cabeza tipo BWG	Kg		0,150	3,80	0,57	
487023	Masilla nivelante para madera	Kg		0,280	2,50	0,70	
381442	Laca desmoldante Sika Lac (1 galón)	Jgo		0,070	89,80	6,29	140,58

Código	Descripción	Unidad	Rendimiento: Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
03.06	Encofrado de vigas, estribo, losas y diafragmas	18,00					
	Observación: Estructura sobre falso puente. Desperdicio 5 % y 1 uso	m2/día					
	Mano de Obra						
425013	Capataz	HH	0,500	0,222	15,52	3,45	
425023	Operario	HH	5,000	2,222	14,11	31,35	
425022	Oficial	HH	2,000	0,889	12,75	11,33	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	46,13	2,31	48,44
	Materiales						
487043	Plancha de triplay lupuna 4' x 8' x 19 mm.	Pza		0,365	95,70	34,93	
487022	Madera tornillo para construcción	p2		38,500	3,00	115,50	

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 30-oct-08

020213	Alambre negro N° 8 BWG	Kg			0,070	4,20	0,29	
020250	Clavo con cabeza tipo BWG	Kg			0,150	3,80	0,57	
487023	Masilla nivelante para madera	Kg			0,280	2,50	0,70	
381442	Laca desmoldante Sika Lac (1 galón)	Jgo			0,070	89,80	6,29	
425029	Puntales y elementos metálicos	MD			0,450	22,50	10,13	168,41
03.07	Encofrado de veredas				24,00			26,73
Observación:	<i>Encima de losa del puente. Desperdicio 5 % y 8 usos</i>							
Código	Descripción	Unidad	Rendimiento:	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total	
	<i>Mano de Obra</i>	m2	Cuadrilla	m2/día				
425013	Capataz	HH	0,200	0,067	15,52	1,04		
425023	Operario	HH	2,000	0,667	14,11	9,41		
425022	Oficial	HH	1,000	0,333	12,75	4,25		
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	14,70	0,74	15,44	
	<i>Materiales</i>							
487043	Plancha de triplay lupuna 4' x 8' x 19 mm.	Pza		0,046	95,70	4,40		
487022	Madera tornillo para construcción	p2		2,150	3,00	6,45		
020213	Alambre negro N° 8 BWG	Kg		0,035	4,20	0,15		
020250	Clavo con cabeza tipo BWG	Kg		0,075	3,80	0,29	11,29	
04.01	Transporte de elementos metálicos habilitados			36,00			97,34	
Observación:	<i>Análisis de flete desde Lima hasta Abancay. Para 5 usos</i>							
Código	Descripción	Ton	Rendimiento:	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total	
	<i>Mano de Obra</i>	Unidad	Cuadrilla	Ton/día				
425013	Capataz	HH	0,020	0,004	15,52	0,06		
425023	Operario	HH	0,200	0,044	14,11	0,62		
425022	Oficial	HH	0,200	0,044	12,75	0,56		
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	1,24	0,06	1,30	
752101	Flete terrestre de Lima a Abancay	Ton	1,020	0,204	460,00	93,84		

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 30-oct-08

352327	Grúa hidráulica autop. s/oruga 155 HP / 35 Ton	HM	0,050	0,011	200,00	2,20	96,04
04.02	Habilitación de vigas metálicas	Kg	Rendimiento:	1500,00	Precio	Total	Sub - Total
Observación:	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Kg/día			
Código	Mano de Obra					Parcial	Sub - Total
425013	Capataz	HH	0,100	0,001	15,52	0,02	
425023	Operario	HH	1,000	0,005	14,11	0,07	
425022	Oficial	HH	0,400	0,002	12,75	0,03	
425024	Peón	HH	0,400	0,002	11,53	0,02	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,200	0,14	0,03	0,17
352349	Teclé eléctrico 10 Ton. / incluye soporte	HM	0,100	0,001	40,00	0,04	
352327	Grúa hidráulica autop. s/oruga 155 HP / 35 Ton	HM	0,100	0,001	200,00	0,20	
352324	Equipo de oxicorte	HM	0,300	0,002	6,00	0,01	
352328	Máquina de soldar 250 A Hobert	HM	0,300	0,002	11,20	0,02	0,27
020305	Perfil acero A-36 estructural / soporte	Kg	1,020	0,204	5,40	1,10	
715411	Acetileno	Kg	0,010	0,002	42,00	0,08	
715412	Oxígeno	m3	0,020	0,004	15,00	0,06	
715413	Soldadura cellacord 1/8" E - 6011 (5 Kg)	Und	0,002	0,001	41,10	0,04	
715418	Soldadura supercito 1/8" E - 7018 (5 Kg)	Und	0,002	0,001	46,20	0,05	1,33
04.03	Colocación de vigas metálicas	Kg	Rendimiento:	3500,00	Precio	Total	Sub - Total
Observación:	Colocación perfiles entramado de vigas	Unidad	Cuadrilla	Kg/día			
Código	Descripción					Parcial	Sub - Total
	Mano de Obra						
425013	Capataz	HH	0,300	0,001	15,52	0,02	
425023	Operario	HH	3,000	0,007	14,11	0,10	
425022	Oficial	HH	2,000	0,005	12,75	0,06	

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 30-oct-08

425024	Peón	HH	2,000	0,005	11,53	0,06	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	0,24	0,01	0,25
352349	Teclé eléctrico 10 Ton. / incluye soporte	HM	1,000	0,002	40,00	0,08	
352327	Grúa hidráulica autop. s/longa 155 HP / 35 Ton	HM	1,000	0,002	200,00	0,40	
352324	Equipo de oxicorte	HM	1,500	0,003	6,00	0,02	
352328	Máquina de soldar 250 A Hobert	HM	1,500	0,003	11,20	0,03	0,53
Materiales							
715411	Acetileno	Kg		0,002	42,00	0,08	
715412	Oxigeno	m3		0,004	15,00	0,06	
715413	Soldadura cellacord 1/8" E - 6011 (5 Kg)	Und		0,006	41,10	0,25	
715418	Soldadura supercito 1/8" E - 7018 (5 Kg)	Und		0,006	46,20	0,28	0,67

Total	11,67
--------------	--------------

Total	215,57
--------------	---------------

Rendimiento:

04.04 Colocación de entablado e = 1 1/2"
Observación: Entarimado para encofrar vigas y losas. Considerar 5 usos

Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
	Mano de Obra						
425013	Capataz	HH	0,200	0,013	15,52	0,20	
425023	Operario	HH	2,000	0,133	14,11	1,88	
425022	Oficial	HH	1,000	0,067	12,75	0,85	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	2,93	0,15	3,08
Materiales							
487022	Madera tornillo para construcción	p2		2,750	3,00	8,25	
020213	Alambre negro N° 8 BWG	Kg		0,080	4,20	0,34	8,59

Total	215,57
--------------	---------------

Rendimiento:

04.05 A Concreto ciclópeo f'c = 100 Kg/cm2 bajo agua
Observación: Mezcladora de concreto tipo tambor 11 - 12 p3 / 35 HP
Vibrador de concreto de 4.0 HP (aguja de 1.00")

Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
	Mano de Obra						
		m3		10,00			

En volumen : 1.00 : 4.00 : 8.00 + 30 % P. G.

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 30-oct-08

425013	Capataz	HH	0,200	0,160	15,52	2,48
425023	Operario	HH	2,000	1,600	14,11	22,57
425022	Oficial	HH	2,000	1,600	12,75	20,40
425024	Peón	HH	4,000	3,200	11,53	36,91
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	82,36	4,12
	Equipos					86,48
352322	Electrobomba 15 HP / Φ 6"	HM	0,250	0,200	24,00	4,80
352332	Mezcladora de concreto tambor 35 HP / 11 - 12 p3	HM	1,000	0,800	17,50	14,00
352356	Vibrador mecánico de concreto 4.0 HP	HM	0,500	0,400	10,50	4,20
	Materiales					23,00
021309	Piedra grande de cantera	m3		0,450	35,00	15,75
021303	Arena gruesa	m3	0,390	0,273	48,95	13,36
021306	Piedra chancada de 1"	m3	0,790	0,553	60,40	33,40
425011	Agua para obra	m3	0,200	0,140	5,00	0,70
381408	Cemento Portland Tipo I (42.5 Kg.)	Bis	3,500	2,450	17,50	42,88
						106,09

Total	35,71
--------------	--------------

Código	Descripción	Unidad	Rendimiento:	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
			Cuadrilla	m2/día			
04.05 B	Encofrado de muro de sostenimiento bajo agua	m2		20,00			
Observación:	<i>Debajo de la napa freática. Desperdicio 5 % y 8 usos</i>						
	Mano de Obra						
425013	Capataz	HH	0,200	0,080	15,52	1,24	
425023	Operario	HH	2,000	0,800	14,11	11,29	
425022	Oficial	HH	1,000	0,400	12,75	5,10	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	17,63	0,88	18,51
352322	Electrobomba 15 HP / Φ 6"	HM	0,250	0,100	24,00	2,40	2,40
	Materiales						
487043	Plancha de triplay lupuna 4' x 8' x 19 mm.	Pza		0,046	95,70	4,40	
487022	Madera tornillo para construcción	p2		3,320	3,00	9,96	
020213	Alambre negro N° 8 BWG	Kg		0,035	4,20	0,15	

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra Fórmula		: Rehabilitación y Construcción de Puentes : Todo		Fecha : 30-oct-08				
Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Rendimiento: m2/día	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
020250	Clavo con cabeza tipo BWG	Kg			0,075	3,80	0,29	14,80
04.06	Desmontaje de falso puente				30,00			14,74
Observación: Retiro total de la estructura metálica								
Mano de Obra								
425013	Capataz	HH	0,200	0,053		15,52	0,82	
425023	Operario	HH	2,000	0,533		14,11	7,52	
425022	Oficial	HH	1,000	0,267		12,75	3,40	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050		11,74	0,59	12,33
Equipos								
352349	Teclé eléctrico 10 Ton. / incluye soporte	HM	0,300	0,001		40,00	0,04	
352327	Grúa hidráulica autop. s/oruga 155 HP / 35 Ton	HM	0,300	0,001		200,00	0,20	
352324	Equipo de oxicorte	HM	0,400	0,001		6,00	0,01	0,25
Materiales								
715411	Acetileno	Kg			0,030	42,00	1,26	
715412	Oxigeno	m3			0,060	15,00	0,90	2,16
05.01	Concreto f'c = 140 Kg/cm2 bajo agua				10,00			263,66
Observación: Mezcladora de concreto tipo tambor 11 - 12 p3 / 35 HP								
Vibrador de concreto de 4.0 HP (aguja de 1.00")								
Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Rendimiento: m3/día	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
Mano de Obra								
425013	Capataz	HH	0,200	0,160		15,52	2,48	
425023	Operario	HH	2,000	1,600		14,11	22,57	
425022	Oficial	HH	2,000	1,600		12,75	20,40	
425024	Pebón	HH	4,000	3,200		11,53	36,91	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050		82,36	4,12	86,48
Equipos								
352322	Electrobomba 15 HP / Φ 6"	HM	0,250	0,200		24,00	4,80	

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 30-oct-08

352332	Mezcladora de concreto tambor 35 HP / 11 - 12 p3	HM	1,000	0,800	17,50	14,00	
352356	Vibrador mecánico de concreto 4.0 HP	HM	0,500	0,400	10,50	4,20	23,00
	<i>Material</i>						
021303	Arena gruesa	m3		0,430	48,95	21,05	
021306	Piedra chancada de 1"	m3		0,710	60,40	42,88	
425011	Agua para obra	m3		0,200	5,00	1,00	
381408	Cemento Pórtland Tipo I (42.5 Kg.)	Bis		5,100	17,50	89,25	154,18
05.02	Concreto ciclópeo f'c = 140 Kg/cm2 bajo agua	m3	Rendimiento:	10,00			Total 233,16
	<i>Observación:</i> Mezcladora de concreto tipo tambor 11 - 12 p3 / 35 HP		En volumen :	1.00 : 3.00 : 5.00 + 30 % P. G.			
Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
	<i>Mano de Obra</i>						
425013	Capataz	HH	0,200	0,160	15,52	2,48	
425023	Operario	HH	2,000	1,600	14,11	22,57	
425022	Oficial	HH	2,000	1,600	12,75	20,40	
425024	Peón	HH	4,000	3,200	11,53	36,91	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	82,36	4,12	86,48
	<i>Equipos</i>						
352322	Electrobomba 15 HP / φ 6"	HM	0,250	0,200	24,00	4,80	
352332	Mezcladora de concreto tambor 35 HP / 11 - 12 p3	HM	1,000	0,800	17,50	14,00	
352356	Vibrador mecánico de concreto 4.0 HP	HM	0,500	0,400	10,50	4,20	23,00
	<i>Material</i>						
021309	Piedra grande de cantera	m3		0,450	35,00	15,75	
021303	Arena gruesa	m3	0,430	0,301	48,95	14,73	
021306	Piedra chancada de 1"	m3	0,710	0,497	60,40	30,02	
425011	Agua para obra	m3	0,200	0,140	5,00	0,70	
381408	Cemento Pórtland Tipo I (42.5 Kg.)	Bis	5,100	3,570	17,50	62,48	123,68
05.04	Concreto f'c = 210 Kg/cm2 en seco		Rendimiento:	10,00			Total 298,39

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 30-oct-08

Observación: Mezcladora de concreto tipo tambor 11 - 12 p3 / 35 HP
Vibrador de concreto de 4.0 HP (aguja de 1.00")

Código	Descripción	Unidad	En volumen : 1.00 : 2.00 : 3.00		Precio	Parcial	Sub - Total
			Cuadrilla	Cantidad			
	Mano de Obra						
425013	Capataz	HH	0,200	0,160	15,52	2,48	
425023	Operario	HH	2,000	1,600	14,11	22,57	
425022	Oficial	HH	2,000	1,600	12,75	20,40	
425024	Peón	HH	4,000	3,200	11,53	36,91	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	82,36	4,12	86,48
	Equipos						
352332	Mezcladora de concreto tambor 35 HP / 11 - 12 p3	HM	1,000	0,800	17,50	14,00	
352356	Vibrador mecánico de concreto 4.0 HP	HM	0,500	0,400	10,50	4,20	18,20
	Materiales						
021303	Arena gruesa	m3		0,430	48,95	21,05	
021306	Piedra chancada de 1"	m3		0,640	60,40	38,66	
425011	Agua para obra	m3		0,200	5,00	1,00	
381408	Cemento Portland Tipo I (42.5 Kg.)	Bis		7,600	17,50	133,00	193,71
05.05	Concreto f'c = 210 Kg/cm2 bajo agua		Rendimiento:	10,00		Total	303,19

Observación: Mezcladora de concreto tipo tambor 11 - 12 p3 / 35 HP
Vibrador de concreto de 4.0 HP (aguja de 1.00")

Código	Descripción	Unidad	En volumen : 1.00 : 2.00 : 3.00		Precio	Parcial	Sub - Total
			Cuadrilla	Cantidad			
	Mano de Obra						
425013	Capataz	HH	0,200	0,160	15,52	2,48	
425023	Operario	HH	2,000	1,600	14,11	22,57	
425022	Oficial	HH	2,000	1,600	12,75	20,40	
425024	Peón	HH	4,000	3,200	11,53	36,91	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	82,36	4,12	86,48
	Equipos						
352322	Electrobomba 15 HP / Ø 6"	HM	0,250	0,200	24,00	4,80	

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 30-oct-08

352332	Mezcladora de concreto tambor 35 HP / 11 - 12 p3	HM	1,000	0,800	17,50	14,00
352356	Vibrador mecánico de concreto 4.0 HP	HM	0,500	0,400	10,50	4,20
<i>Materiales</i>						
021303	Arena gruesa	m3		0,430	48,95	21,05
021306	Piedra chancada de 1"	m3		0,640	60,40	38,66
425011	Agua para obra	m3		0,200	5,00	1,00
381408	Cemento Pórtland Tipo I (42.5 Kg.)	Bis		7,600	17,50	133,00
193,71						
05.07	Concreto f'c = 320 Kg/cm2 en seco	m3	Rendimiento:	10,00	Total	322,19
Observación:	Mezcladora de concreto tipo tambor 11 - 12 p3 / 35 HP		En volumen :	1.00 : 1.50 : 2.50	Parcial	Sub - Total
Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Sub - Total
	<i>Mano de Obra</i>					
425013	Capataz	HH	0,200	0,160	15,52	2,48
425023	Operario	HH	2,000	1,600	14,11	22,57
425022	Oficial	HH	2,000	1,600	12,75	20,40
425024	Peón	HH	4,000	3,200	11,53	36,91
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	82,36	4,12
<i>Equipos</i>						
352332	Mezcladora de concreto tambor 35 HP / 11 - 12 p3	HM	1,000	0,800	17,50	14,00
352356	Vibrador mecánico de concreto 4.0 HP	HM	0,500	0,400	10,50	4,20
<i>Materiales</i>						
021303	Arena gruesa	m3		0,380	48,95	18,60
021306	Piedra chancada de 1"	m3		0,640	60,40	38,66
425011	Agua para obra	m3		0,200	5,00	1,00
381408	Cemento Pórtland Tipo I (42.5 Kg.)	Bis		9,100	17,50	159,25
217,51						
05.08	Concreto f'c = 320 Kg/cm2 bajo agua	m3	Rendimiento:	10,00	Total	326,99
Observación:	Mezcladora de concreto tipo tambor 11 - 12 p3 / 35 HP		En volumen :	1.00 : 1.50 : 2.50	Parcial	Sub - Total

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Culcua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 30-oct-08

Código	Descripción Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
425013	Capataz	HH	0,200	0,160	15,52	2,48	
425023	Operario	HH	2,000	1,600	14,11	22,57	
425022	Oficial	HH	2,000	1,600	12,75	20,40	
425024	Peón	HH	4,000	3,200	11,53	36,91	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	82,36	4,12	86,48
Equipos							
352322	Electrobomba 15 HP / ϕ 6"	HM	0,250	0,200	24,00	4,80	
352332	Mezcladora de concreto tambor 35 HP / 11 - 12 p3	HM	1,000	0,800	17,50	14,00	
352356	Vibrador mecánico de concreto 4.0 HP	HM	0,500	0,400	10,50	4,20	23,00
Materiales							
021303	Arena gruesa	m3		0,380	48,95	18,60	
021306	Piedra chancada de 1"	m3		0,640	60,40	38,66	
425011	Agua para obra	m3		0,200	5,00	1,00	
381408	Cemento Pórtland Tipo I (42.5 Kg.)	Bis		9,100	17,50	159,25	217,51
06.01 Acero de refuerzo fy = 4200 Kg/cm2 / G - 60					Rendimiento:	Total	4,35
<i>Observación: Considerado la habilitación y colocación - hasta 1"</i>							
Código	Descripción Mano de Obra	Kg Unidad	Cuadrilla	Cantidad Kg/día	Precio	Parcial	Sub - Total
425013	Capataz	HH	0,100	0,003	15,52	0,05	
425023	Operario	HH	2,000	0,057	14,11	0,80	
425022	Oficial	HH	1,000	0,029	12,75	0,37	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	1,22	0,06	1,28
Materiales							
020211	Acero corrugado fy = 4200 Kg/cm2 (G-60)	Kg		1,050	2,90	3,05	
020212	Alambre negro N° 16 BWG	Kg		0,004	3,80	0,02	3,07
07.03 Colocación y fijación de ductos					Rendimiento:	Total	3,78

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 30-oct-08

Observación: Código	Descripción	ml Unidad	Cuadrilla	ml/día Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
425013	Capataz	HH	0,200	0,008	15,52	0,12	
425022	Oficial	HH	2,000	0,080	12,75	1,02	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	1,14	0,06	1,20
020434	Tensados - Ducto funda corrugada de Ø 6.6 cm.	ml		0,900	2,40	2,16	
020435	Tensados - Ducto funda corrugada de Ø 7.6 cm.	ml		0,150	2,80	0,42	2,58
07.04	Colocación de anclajes para postensados	Kg	Rendimiento:	150,00		Total	24,39
Observación:	Considerado los anclajes fijo - móvil y refuerzo	Unidad	Cuadrilla	Kg/día Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
Código	Descripción						
425013	Capataz	HH	0,200	0,011	15,52	0,17	
425022	Oficial	HH	2,000	0,107	12,75	1,36	
425024	Peón	HH	1,000	0,053	11,53	0,61	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	2,14	0,11	2,25
020211	Acero corrugado fy = 4200 Kg/cm ² (G-60)	Kg		1,500	2,90	4,35	
020212	Alambre negro N° 16 BWG	Kg		0,006	3,80	0,02	
020432	Tensados - Anclaje multiplano tipo Dividag DSI - fijo	Kg		0,200	10,20	2,04	
020433	Tensados - Anclaje multiplano tipo Dividag DSI - móvil	Kg		0,850	18,50	15,73	22,14
07.05	Tensado de columnas y vigas	ml	Rendimiento:	850,00		Total	33,70
Observación:	Incluye empleo de gato hidráulico y cuñas embutimiento	Unidad	Cuadrilla	ml/día Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
Código	Descripción						
425013	Capataz	HH	0,200	0,002	15,52	0,03	
425023	Operario	HH	2,000	0,019	14,11	0,27	

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 30-oct-08

Obra Fórmula	Equipo	Unidad	Cuadrilla	Rendimiento:	Cantidad	Precio	Sub - Total
425024	Peón	HH	2,000		0,019	11,53	0,22
425015	Herramientas manuales	%MO			0,050	0,52	0,03
352352	Tensados - Gato Hidráulico M8 - 508.90 cm2 - 800 Kg/cm2	HM	1,000		0,009	160,00	1,44
020437	Tensados - Tendón postensor tensado Φ 5/8"	m			1,050	30,20	31,71
07.06	Inyección de mortero en tendones	mi			350,00		2,92
<i>Observación: Incluye bomba manual, balde con manivela. V = 1.032 m3</i>							
Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Rendimiento:	Cantidad	Precio	Sub - Total
	<i>Mano de Obra</i>						
425013	Capataz	HH	0,100		0,002	15,52	0,03
425023	Operario	HH	1,000		0,023	14,11	0,32
425024	Peón	HH	1,000		0,023	11,53	0,27
425015	Herramientas manuales	%MO			0,050	0,62	0,03
352351	Tensados - Bomba manual 5.10 Kg/cm2 con manivela	HM	1,000		0,023	25,00	0,58
	<i>Materiales</i>						
425039	Viscosidad - Lubricante soluble mecanol SAE-40	Gln			0,010	28,00	0,28
381436	Intraplast Z expansor (30 Kg.)	Bis			0,002	87,00	0,17
425011	Agua para obra	m3			0,002	5,00	0,01
381408	Cemento Portland Tipo I (42.5 Kg.)	Bis			0,070	17,50	1,23
08.01	Imprimación asfáltica	m2			900,00		3,11
<i>Observación: Como adherente sobre losa de puente</i>							
Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Rendimiento:	Cantidad	Precio	Sub - Total
	<i>Mano de Obra</i>						
425013	Capataz	HH	0,100		0,001	15,52	0,02
425023	Operario	HH	1,000		0,009	14,11	0,13
425022	Oficial	HH	1,000		0,009	12,75	0,11

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 30-oct-08

Código	Descripción	Unidad	Rendimiento: Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
425024	Peón	HH	4,000	0,036	11,53	0,42	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	0,68	0,03	0,71
352320	Compresora neumática 125 - 175 PCM	HM	0,250	0,002	36,00	0,07	
352313	Camión imprimador 6x2 / 178 - 210 HP 1800 Gln	HM	0,750	0,007	110,00	0,77	0,84
425016	Kerosene Industrial D-3	Gln		0,050	8,50	0,43	
425018	Líquido de pavimentación RC 250	Gln		0,250	4,50	1,13	1,56
08.02	Carpeta asfáltica en frío	m2	Rendimiento:	1000,00		Total	31,03
	Observación: Espesor de carpeta e = 2"	Unidad	Cuadrilla	m2/día	Precio	Parcial	Sub - Total
	Mano de Obra						
425013	Capataz	HH	0,100	0,001	15,52	0,02	
425023	Operario	HH	1,000	0,008	14,11	0,11	
425022	Oficial	HH	1,000	0,008	12,75	0,10	
425024	Peón	HH	4,000	0,032	11,53	0,37	
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	0,60	0,03	0,63
352311	Amasadora de asfalto 23.5 HP - 5.4 m3	HM	0,500	0,004	95,00	0,38	
352340	Pavimentadora s/oruga 69 HP - 10'	HM	0,500	0,004	94,00	0,38	
352320	Compresora neumática 125 - 175 PCM	HM	0,250	0,002	36,00	0,07	
352344	Rodillo neumático 81 - 100 HP / 5.5 - 20 Ton	HM	0,250	0,002	68,00	0,14	0,97
	Material						
425016	Kerosene Industrial D-3	Gln		1,600	8,50	13,60	
425018	Líquido de pavimentación RC 250	Gln		2,000	4,50	9,00	
021303	Arena gruesa	m3		0,060	48,95	2,94	
021307	Piedra chancada de 1/2" - 3/4"	m3		0,060	64,76	3,89	29,43
09.01	Acabado de veredas		Rendimiento:	22,00		Total	7,49

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 30-oct-08

Observación: Considerado los anclajes fijo - móvil y refuerzo

Código	Descripción	ml	ml/día	Precio	Parcial	Sub - Total
	<i>Mano de Obra</i>	Unidad	Cantidad			
425013	Capataz	HH	0,036	15,52	0,56	
425022	Oficial	HH	0,364	12,75	4,64	
425015	Herramientas manuales	%MO	0,050	5,20	0,26	5,46
	<i>Materiales</i>					
025284	Pintura - Thinner standard	Gln	0,004	17,50	0,07	
025287	Pintura de tráfico amarilla	Gln	0,034	57,50	1,96	2,03
09.02	Tubos de drenaje		30,00		Total	45,87
Observación:	<i>Tubería PVC-P Ø 3" x 16"</i>	Und	Und/día	Precio	Parcial	Sub - Total
	<i>Mano de Obra</i>	Unidad	Cantidad			
425013	Capataz	HH	0,027	15,52	0,42	
425022	Oficial	HH	0,267	12,75	3,40	
425015	Herramientas manuales	%MO	0,050	3,82	0,19	4,01
	<i>Materiales</i>					
020212	Alambre negro N° 16 BWG	Kg	0,020	3,80	0,08	
624326	Tubo PVC P Clase 10 agua fría roscado 1" x 5 m	Pza	1,200	31,80	38,16	
624321	Tubo desagüe PVC P 3" x 3 m	Pza	0,150	24,10	3,62	41,86
09.04 A	Postes de baranda		8,00		Total	359,60
Observación:	<i>Empotrados en la vereda</i>	Und	Und/día	Precio	Parcial	Sub - Total
	<i>Mano de Obra</i>	Unidad	Cantidad			
425013	Capataz	HH	0,100	15,52	1,55	
425023	Operario	HH	1,000	14,11	14,11	
425022	Oficial	HH	1,000	12,75	12,75	
425015	Herramientas manuales	%MO	0,050	28,41	1,42	29,83

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : **Todo**

Fecha : 30-oct-08

Obra	Equipos	HM	0,250	11,20	2,80	2,80
Signo	Materiales	Pza	0,015	461,10	6,92	6,92
Obra	Equipos	HH	28,980	5,60	162,29	162,29
Fórmula	Materiales	HH	4,000	39,10	156,40	156,40
352328	Máquina de soldar 250 A Hobert	HM	0,250	11,20	2,80	2,80
020363	Plancha LAC NG 12.5 x 1220 x 2400 mm. (1/2")	Pza	0,015	461,10	6,92	6,92
020417	Platina FN ASTM A-36	Kg	28,980	5,60	162,29	162,29
020343	Perno anclaje Φ 5/8" x 0.45 m - G8 rosca	Und	4,000	39,10	156,40	156,40
715413	Soldadura cellacord 1/8" E - 6011 (5 Kg)	Und	0,033	41,10	1,36	326,97
09.04 B	Pasamanos		15,00			52,47
Observación:	Protección vial y peatonal	ml	m/día	Precio	Parcial	Sub - Total
Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Rendimiento:	Parcial	Sub - Total
	Mano de Obra					
425013	Capataz	HH	0,100	15,52	0,82	0,82
425023	Operario	HH	1,000	14,11	7,52	7,52
425022	Oficial	HH	1,000	12,75	6,80	6,80
425015	Herramientas manuales	%MO	0,050	15,14	0,76	15,90
352328	Máquina de soldar 250 A Hobert	HM	1,000	11,20	5,97	5,97
020292	Perfil A-36 tubo 2 1/2" x 76 mm. e = 2.0 mm. x 6 ml	Pza	0,350	86,70	30,35	30,35
715413	Soldadura cellacord 1/8" E - 6011 (5 Kg)	Und	0,006	41,10	0,25	30,60
09.05	Albañilería hueca en veredas		25,00			25,71
Observación:	Colocación de ladrillo de cemento vibrado	ml	m/día	Precio	Parcial	Sub - Total
Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Rendimiento:	Parcial	Sub - Total
	Mano de Obra					
425013	Capataz	HH	0,200	15,52	0,99	0,99
425022	Oficial	HH	2,000	12,75	8,16	8,16
425015	Herramientas manuales	%MO	0,050	9,15	0,46	9,61
	Materiales					

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 30-oct-08

025236 Ladrillo hueco c/cemento vibrado 25 x 30 x 18 cm. Und 7,000 2,30 16,10 16,10

09.06 Junta metálica de dilatación - contracción

Observación: Entre tablero de puente y estribo del margen izquierdo

Código Descripción

Mano de Obra

	Und	Rendimiento: C cuadrilla	Und/día Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
425013 Capataz	HH	0,100	3,200	15,52	49,66	
425023 Operario	HH	1,000	32,000	14,11	451,48	
425022 Oficial	HH	1,000	32,000	12,75	408,00	
425015 Herramientas manuales	%MO		0,050	909,14	45,46	954,60
352328 Máquina de soldar 250 A Hobert	HM	0,250	8,000	11,20	89,60	89,60
Materiales						
537806 Neopreno natural	cm3		292,500	3,20	936,00	
020235 Angulo FN ASTM A-36	Kg		33,120	5,80	192,10	
020417 Platina FN ASTM A-36	Kg		298,060	5,60	1669,14	
020354 Perno hexagonal Φ 5/8" x 2 1/2"	Cto		0,650	90,50	58,83	
020211 Acero corrugado fy = 4200 Kg/cm2 (G-60)	Kg		36,530	2,90	105,94	
715413 Soldadura cellacord 1/8" E - 6011 (5 Kg)	Und		0,600	41,10	24,66	2986,67
09.08 Pintura de postes de baranda y pasamanos			40,00		Total	15,56
Observación: Empleo de pintura anticorrosiva sobre acero arenado	mi	C cuadrilla	m/día	Precio	Parcial	Sub - Total
Código Descripción	Und					
Mano de Obra						
425013 Capataz	HH	0,100	0,020	15,52	0,31	
425023 Operario	HH	1,000	0,200	14,11	2,82	
425022 Oficial	HH	1,000	0,200	12,75	2,55	
425024 Peón	HH	2,000	0,400	11,53	4,61	
425015 Herramientas manuales	%MO		0,050	10,29	0,51	10,80
Equipos						

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 30-oct-08

352320	Compresora neumática 125 - 175 PCM	HM	0,250	0,050	36,00	1,80
352323	Equipo de arenado	HM	0,250	0,050	9,00	0,45
<i>Materiales</i>						
021303	Arena gruesa	m3		0,020	48,95	0,98
025284	Pintura - Thinner standard	Gln	0,100	0,004	17,50	0,07
025286	Pintura anticorrosiva standard	Gln	0,900	0,034	42,90	1,46
						2,51
09.10	Articulaciones	Und	Rendimiento:	0,60	Total	940,17
Observación:	<i>Canastillas en conexión columna - cimentación</i>		Cuadrilla	Und/día	Parcial	Sub - Total
Código	Descripción	Unidad		Cantidad	Precio	
	<i>Mano de Obra</i>					
425013	Capataz	HH	0,100	1,333	15,52	20,69
425023	Operario	HH	1,000	13,333	14,11	188,11
425024	Peón	HH	1,000	13,333	11,53	153,78
425015	Herramientas manuales	%MO		0,050	362,58	18,13
<i>Materiales</i>						
381464	Tecnopor 1 1/2" x 2.40 x 1.20 m / D = 14 - 16 Kg/m3	m2		45,750	9,50	434,63
021302	Arena fina	m3		0,140	25,00	3,50
021303	Arena gruesa	m3		0,110	48,95	5,38
425011	Agua para obra	m3		0,090	5,00	0,45
381408	Cemento Portland Tipo I (42.5 Kg.)	Bls		6,600	17,50	115,50
10.01	Medidas de mitigación del impacto ambiental	Glb	Rendimiento:	0,12	Total	7280,07
Observación:	<i>Condiciones del impacto ambiental</i>		Cuadrilla	Glb/día	Precio	Sub - Total
Código	Descripción	Unidad		Cantidad	Precio	
	<i>Materiales</i>					
425020	Mitigación de impacto ambiental	Glb	0,000	1,000	7280,07	7280,07

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

LISTA DE INSUMOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 30-Oct-08
Considerar : Total

Código	Ins	Ensamble	Insumos	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Precio US\$	Totales
020211	AC	A0001	Acero corrugado fy = 4200 Kg/cm2 (G-60)	Kg	30335.300	2.90	0.94	87972.40
020212	AC	A0002	Alambre negro N° 16 BWG	Kg	119.300	3.80	1.23	453.40
020213	AC	A0003	Alambre negro N° 8 BWG	Kg	131.800	4.20	1.35	553.60
020235	AC	A0025	Angulo FN ASTM A-36	Kg	33.200	5.80	1.87	192.60
020237	AC	A0027	Barreno integral de 7/8" x 5'	Pza	98.200	265.00	85.48	26023.00
020250	AC	A0040	Clavo con cabeza tipo BWG	Kg	248.100	3.80	1.23	942.80
020292	AC	A0082	Perfil A-36 tubo 2 1/2" x 76 mm. e = 2.0 mm. x 6 ml	Pza	36.400	86.70	27.97	3155.90
020305	AC	A0095	Perfil acero A-36 estructural / soporte	Kg	15754.100	5.40	1.74	85072.20
020343	AC	A0133	Perno anclaje Φ 5/8" x 0.45 m - G8 rosca	Und	288.000	39.10	12.61	11260.80
020354	AC	A0144	Perno hexagonal Φ 5/8" x 2 1/2"	Cto	0.700	90.50	29.19	63.40
020363	AC	A0153	Plancha LAC NG 12.5 x 1220 x 2400 mm. (1/2")	Pza	1.100	461.10	148.74	507.30
020417	AC	A0207	Platina FN ASTM A-36	Kg	2384.700	5.60	1.81	13354.40
020432	AC	A0222	Tensados - Anclaje multiplano tipo Diwidag DSI - fijo	Kg	83.200	10.20	3.29	848.70
020433	AC	A0223	Tensados - Anclaje multiplano tipo Diwidag DSI - móvil	Kg	353.600	18.50	5.97	6541.60
020434	AC	A0224	Tensados - Ducto funda corrugada de Φ 6.6 cm.	ml	434.800	2.40	0.77	1043.60
020435	AC	A0225	Tensados - Ducto funda corrugada de Φ 7.6 cm.	ml	72.500	2.80	0.90	203.00
020437	AC	A0227	Tensados - Tendón postensor trenzado Φ 5/8"	ml	5638.800	30.20	9.74	170291.80
021302	AG	A0265	Arena fina	m3	2.100	25.00	8.06	52.50
021303	AG	A0266	Arena gruesa	m3	359.300	48.95	15.79	17587.80
021305	AG	A0268	Hormigón / Material de relleno	m3	928.800	24.09	7.77	22374.80
021306	AG	A0269	Piedra chancada de 1"	m3	457.000	60.40	19.48	27602.80
021307	AG	A0270	Piedra chancada de 1/2" - 3/4"	m3	27.900	64.76	20.89	1806.90
021309	AG	A0272	Piedra grande de cantera	m3	109.600	35.00	11.29	3836.00
021311	AG	A0274	Roca seleccionada de cantera	m3	739.200	40.00	12.90	29568.00
021313	AG	A0276	Tiza / Delineadores de medidas	Kg	120.000	0.80	0.26	96.00
025234	AR	A0411	Ladrillo arcilla KK 18H tipo IV 9 x 12 x 24 cm.	Und	998.000	0.75	0.24	748.50
025236	AR	A0413	Ladrillo hueco c/cemento vibrado 25 x 30 x 18 cm.	Und	728.000	2.30	0.74	1674.40

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

LISTA DE INSUMOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 30-Oct-08
Considerar Total

Código	Ins	Ensamble	Insumos	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Precio US\$	Totales
025284	AR	A0461	Pintura - Thinner standard	Gln	1.000	17.50	5.65	17.50
025286	AR	A0463	Pintura anticorrosiva standard	Gln	3.600	42.90	13.84	154.50
025287	AR	A0464	Pintura de tráfico amarilla	Gln	3.600	57.50	18.55	207.00
025290	AR	A0467	Pintura esmalte sintético standard	Gln	0.700	42.90	13.84	30.10
170332	EL	A0551	Cable THW 2 AWG - 35.0 mm2	ml	60.000	14.70	4.74	882.00
170334	EL	A0553	Cable THW 6 AWG - 16.0 mm2	ml	20.000	6.20	2.00	124.00
170335	EL	A0554	Cable THW 8 AWG - 10.0 mm2	ml	120.000	3.80	1.23	456.00
352311	EQ	A0797	Amasadora de asfalto 23.5 HP - 5.4 m3	HM	1.900	95.00	30.65	180.50
352313	EQ	A0799	Camión imprimador 6x2 / 178 - 210 HP 1800 Gln	HM	3.300	110.00	35.48	363.00
352314	EQ	A0800	Camión volquete 6x4 / 330 HP 10 m3	HM	42.300	72.00	23.23	3045.60
352315	EQ	A0801	Cargador frontal s/lanta / 125 - 155 HP 3.0 yd3	HM	628.800	90.00	29.03	56592.00
352320	EQ	A0806	Compresora neumática 125 - 175 PCM	HM	531.200	36.00	11.61	19123.20
352322	EQ	A0808	Electrobomba 15 HP / φ 6"	HM	149.300	24.00	7.74	3583.20
352323	EQ	A0809	Equipo de arenado	HM	5.200	9.00	2.90	46.80
352324	EQ	A0810	Equipo de oxicorte	HM	386.700	6.00	1.94	2320.20
352326	EQ	A0812	Grúa hidráulica autop. s/lantas 80 HP / 10 Ton	HM	35.800	90.00	29.03	3222.00
352327	EQ	A0813	Grúa hidráulica autop. s/oruga 155 HP / 35 Ton	HM	233.200	200.00	64.52	46640.00
352328	EQ	A0814	Máquina de soldar 250 A Hobert	HM	467.700	11.20	3.61	5238.30
352330	EQ	A0816	Martillo neumático 25 - 29 Kg.	HM	1047.900	7.10	2.29	7440.10
352332	EQ	A0818	Mezcladora de concreto tambor 35 HP / 11 - 12 p3	HM	584.100	17.50	5.65	10221.80
352335	EQ	A0821	Miras y jalones	HE	24.000	2.00	0.65	48.00
352339	EQ	A0825	Nivel automático Nikkon	HE	24.000	5.00	1.61	120.00
352340	EQ	A0826	Pavimentadora s/oruga 69 HP - 10'	HM	1.900	94.00	30.32	178.60
352341	EQ	A0827	Plancha compactadora vibratoria 4 HP	HM	35.800	10.50	3.39	375.90
352343	EQ	A0829	Retroexcavadora s/oruga 195 HP	HM	29.900	120.00	38.71	3588.00
352344	EQ	A0830	Rodillo neumático 81 - 100 HP / 5.5 - 20 Ton	HM	1.000	68.00	21.94	68.00
352349	EQ	A0835	Tecle eléctrico 10 Ton. / incluye soporte	HM	232.300	40.00	12.90	9292.00

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

LISTA DE INSUMOS

Obra	: Rehabilitación y Construcción de Puentes		Insusos	Unidad	Cantidad	Precio Si.	Precio US\$	Fecha :	Total
Fórmula	: Todo							Considerar :	
Código	Ins	Ensamble	Insusos	Unidad	Cantidad	Precio Si.	Precio US\$		Totales
352351	EQ	A0837	Tensados - Bomba manual 5.10 Kg/cm2 con manivela	HM	11.200	25.00	8.06		280.00
352352	EQ	A0838	Tensados - Gato Hidráulico M8 - 508.90 cm2 - 800 Kg/cm2	HM	48.400	160.00	51.61		7744.00
352353	EQ	A0839	Teodolito reiterador Nikon	HE	24.000	10.00	3.23		240.00
352354	EQ	A0840	Transformador de 440 v	HM	400.000	25.00	8.06		10000.00
352356	EQ	A0842	Vibrador mecánico de concreto 4.0 HP	HM	292.100	10.50	3.39		3067.10
352357	EQ	A0843	Wincha de tambor metálica / lona	HE	24.000	3.20	1.03		76.80
381408	ES	A0852	Cemento Portland Tipo I (42.5 Kg.)	Bis	6106.400	17.50	5.65		106862.00
381436	ES	A0880	Intraplant Z expansor (30 Kg.)	Bis	1.000	87.00	28.06		87.00
381442	ES	A0886	Laca desmoldante Sika Lac (1 galón)	Jgo	102.400	89.80	28.97		9195.60
381464	ES	A0908	Tecnopor 1 1/2" x 2.40 x 1.20 m / D = 14 - 16 Kg/m3	m2	183.000	9.50	3.06		1738.50
424501	EX	A0911	Anfo Solanfo (Bolsa de 25 Kg.)	Bis	484.000	45.60	14.71		22070.40
424505	EX	A0915	Dinamita unidad de 30 cm. (60 %)	Und	7715.800	7.30	2.35		56325.40
424507	EX	A0917	Fulminante N° 6 / N° 8	Pza	1929.100	0.80	0.26		1543.30
424508	EX	A0918	Guía para explosivos	ml	4822.400	0.80	0.26		3858.00
425011	IN	A0919	Agua para obra	m3	161.600	5.00	1.61		808.00
425012	IN	A0920	Campamento y guardiana	Lote	1.000	8751.05	2822.92		8751.10
425013	IN	A0921	Capataz	HH	1314.600	15.52	5.01		20402.60
425015	IN	A0923	Herramientas manuales	%MO	21712.100	1.00	1.00		21712.10
425016	IN	A0924	Kerosene industrial D-3	Gln	765.600	8.50	2.74		6507.60
425018	IN	A0926	Líquido de pavimentación RC 250	Gln	1044.000	4.50	1.45		4698.00
425020	IN	A0928	Mitigación de impacto ambiental	Glb	1.000	7280.07	2348.41		7280.10
425021	IN	A0929	Movilización y desmovilización de equipo	Lote	1.000	16694.77	5385.41		16694.80
425022	IN	A0930	Oficial	HH	9061.100	12.75	4.11		115529.10
425023	IN	A0931	Operario	HH	8427.800	14.11	4.55		118905.80
425024	IN	A0932	Peón	HH	12562.000	11.53	3.72		144887.00
425025	IN	A0933	Petróleo D-2	Gln	363.200	10.50	3.39		3813.60
425029	IN	A0937	Puntales y elementos metálicos	MD	521.400	22.50	7.26		11731.50

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

LISTA DE INSUMOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 30-Oct-08
Considerar Total

Código	Ins	Ensamble	Insumos	Unidad	Cantidad	Precio Si.	Precio US\$	Totales
425036	IN	A0944	Topógrafo	HH	91.200	15.52	5.01	1415.50
425039	IN	A0947	Viscosidad - Lubricante soluble mecanol SAE-40	Gln	4.900	28.00	9.03	137.20
487022	MA	A0959	Madera tornillo para construcción	p2	56367.300	3.00	0.97	169101.90
487023	MA	A0960	Masilla nivelante para madera	Kg	409.500	2.50	0.81	1023.80
487043	MA	A0980	Plancha de triplay lupuna 4' x 8' x 19 mm.	Pza	550.900	95.70	30.87	52721.20
487044	MA	A0981	Plancha de triplay lupuna 4' x 8' x 3 mm.	Pza	8.000	19.60	6.32	156.80
537806	PL	A0990	Neopreno natural	cm3	292.500	3.20	1.03	936.00
624321	SA	A1242	Tubo desagüe PVC P 3" x 3 m	Pza	2.700	24.10	7.77	65.10
624326	SA	A1247	Tubo PVC P Clase 10 agua fría roscado 1" x 5 m	Pza	21.600	31.80	10.26	686.90
715411	SO	A1370	Acetileno	Kg	321.400	42.00	13.55	13498.80
715412	SO	A1371	Oxigeno	m3	642.700	15.00	4.84	9640.50
715413	SO	A1372	Soldadura cellacord 1/8" E - 6011 (5 Kg)	Und	544.400	41.10	13.26	22374.90
715418	SO	A1377	Soldadura supercito 1/8" E - 7018 (5 Kg)	Und	540.700	46.20	14.90	24980.40
752101	TR	A1378	Flete terrestre de Lima a Abancay	Ton	15.800	460.00	148.39	7268.00

TOTAL INSUMOS 1696202.90
INSUMO COMODIN + HERRAMIENTAS MANUALES 44.98

SUB TOTAL COSTO DIRECTO 1696247.88

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ANÁLISIS DE COSTOS DE GASTOS GENERALES

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Tiempo 10,00 meses
Equipos 4,00 horas / día
Fecha : 30-oct-08
Considerar Total

Cálculo evaluado por 10 meses de trabajo efectivo. Para el caso de equipos se considera un trabajo de 4 horas por día en promedio.

Total S/. 186813,50

Número	Descripción	Capacidad - Peso	Equipos para Movilidad y de Ensayo de Laboratorio										Total en S/.		
			Costo mensual S./ mes	Repuestos S./ mes	Reparos S./ mes	Combustible Gln / hora	Lubricantes Gln / hora	Grasas Gln / hora	Costo mensual S./ mes	Repuestos S./ mes	Reparos S./ mes	Combustible Gln / hora		Lubricantes Gln / hora	Grasas Gln / hora
01	Camioneta 4x4	91 HP - 1200 Kg	800,00	120,00	60,00	2,10	0,12	0,05							12524,00
01	Equipo suelos	Laboratorio	380,00	48,00	16,00	0,00	0,02	0,02							4488,00
01	Equipo concreto	Laboratorio	380,00	30,00	10,00	0,00	0,02	0,02							4248,00

Costo de Equipos

S/. 21260,00

Materiales para Oficina, Vivienda y Campamento - Alquiler de Locales

Número	Descripción	Unidad	Costo mensual			Impuestos			Total en S/.
			Costo mensual S./ mes	Reparación S./ mes	Garantía S./ mes	Agua S./ mes	Impuestos 12%		
01	Papeles A-4	miliares - 0,080 Kg	60,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	600,00
01	Útiles de oficina	lote	90,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1150,00
01	Mobiliario general	lote	150,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1900,00
01	Alquiler oficina	unidad	400,00	0,00	40,00	60,00	30,00	48,00	5780,00
01	Alquiler vivienda	unidad	400,00	0,00	40,00	115,00	56,00	48,00	6590,00

Costo de Materiales

S/. 16020,00

Personal Administrativo de Obra

Número	Descripción	Unidad	Costo mensual			C.T.S. 15%			S.N.P. 13%			Total en S/.
			Costo mensual S./ mes	Extras S./ mes	Gratificación S./ mes	Viáticos S./ mes	Agua S./ mes	C.T.S. 15% S./ mes	S.N.P. 13% S./ mes			
01	Ingeniero residente	honorarios	3000,00	375,00	500,00	450,00	450,00	438,75			52137,50	
01	Técnico controlador	honorarios	1600,00	200,00	266,67	450,00	240,00	234,00			29906,70	
01	Técnico laboratorio	honorarios	1200,00	150,00	200,00	450,00	180,00	175,50			23555,00	
01	Administrador	honorarios	1500,00	187,50	250,00	450,00	225,00	219,38			28318,80	
01	Asistente	honorarios	700,00	87,50	116,67	450,00	105,00	102,38			15615,50	

Costo de Personal

S/. 149533,50

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

FÓRMULA POLINÓMICA

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Todo

Fecha : 30-Oct-08

Agrupación de Insumos Incidentes en Partidas

	Símbolo	Parciales \$/.	% Incid	Fórmula
Aceros	AC	408480.50	0.19576	ACE
Agregados	AG	102924.80	0.04933	MAT
Arquitectura	AR	2832.00	0.00136	MAT
Eléctricos	EL	1462.00	0.00070	MAT
Equipos	EQ	193095.10	0.09254	EQU
Estructuras	ES	117883.10	0.05650	CEM
Explosivos	EX	83797.10	0.04016	MAT
Insumos	IN	483318.98	0.23163	INS
Madera	MA	223003.70	0.10687	MAT
Cobertura	PL	936.00	0.00045	MAT
Sanitarios	SA	752.00	0.00036	MAT
Soldadura	SO	70494.60	0.03378	MAT
Transporte	TR	7268.00	0.00348	INS
GG y UU	GU	390363.25	0.18708	GUT
		2086611.13	1.00000	

(Gastos generales y utilidades)

FP CO = 0,19576 * ACEo/ACE + 0,0565 * CEMo/CEM + 0,23301 * MATo/MAT + 0,23511 * INSo/INS + 0,09254 * EQUo/EQU + 0,18708 * GUTo/GUT

Siendo:

FP CO : Fórmula polinómica partida de Construcción

ÍNDICE : Índice evaluado en ejecución de obra

ÍNDICEo : Índice evaluado según las actualizaciones del CREPCO

Obra : **Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua**
Signo : **Pórtico Postensado de L = 52.00 m**

ÁREAS DE CONSTRUCCIÓN

ENCOFRADOS

03.02 CIMENTACIÓN M. I.

DESCRIPCIÓN	Base (m)	Ancho (m)	Nº VECES	ÁREA	PARCIAL
Anillo externo	22,70	2,11	1	47,90	
Anillo intermedio	21,31	1,19	1	25,36	
Anillo interno	17,85	2,30	1	41,06	
Articulación - tapa lateral	2,14	5,49	2	23,50	
Articulación - tapa base	0,64	1,00	2	1,28	139,10

03.04 / 03.05 COLUMNAS

DESCRIPCIÓN	Base (m)	Ancho (m)	Nº VECES	ÁREA	PARCIAL
Tapas laterales externas	17,12	1,00	4	68,48	
	0,30	7,13	-2	-4,28	
	0,30	5,54	-2	-3,32	
Tapas laterales internas	9,27	1,00	4	37,08	
	0,30	4,90	-2	-2,94	
	0,30	3,98	-2	-2,39	
Tapas transversales exteriores	5,28	7,13	2	75,29	
	4,16	4,90	2	40,77	
Tapas transversales interiores	5,28	5,54	2	58,50	
	4,16	3,98	2	33,11	
Ochavo de soporte	0,43	4,15	2	3,57	303,87

03.06 VIGAS, LOSAS Y DIAFRAGMAS

DESCRIPCIÓN	Base (m)	Ancho (m)	Nº VECES	ÁREA	PARCIAL
Diafragmas - losa inferior	3,30	3,70	2	24,42	
Diafragmas - losa superior	4,38	3,50	2	30,66	
Diafragmas - tapa exterior	8,65	1,00	2	17,30	
	4,30	1,00	2	8,60	
Diafragmas - tapa interior	9,57	1,00	2	19,14	
	9,35	1,00	2	18,70	
Diafragmas - tapa lateral	4,50	1,00	4	18,00	
	0,54	2,19	4	4,73	
	4,20	1,00	4	16,80	
	1,63	3,09	4	20,15	
Diafragmas - viga collar	0,95	1,00	4	3,80	
	0,30	1,00	4	1,20	
	2,82	0,79	4	8,91	
Losas - inferior	42,13	4,70	1	198,01	
Losas - superior	42,00	3,91	1	164,22	
	42,00	2,55	2	214,20	
	0,50	2,45	4	4,90	
	2,00	2,35	4	18,80	
Vigas - tapa exterior	32,21	1,00	4	128,84	
Vigas - tapa interior	21,89	1,00	4	87,56	
	21,05	0,35	4	29,47	1038,41

03.06 ESTRIBO M. I.

DESCRIPCIÓN	Base (m)	Ancho (m)	Nº VECES	ÁREA	PARCIAL
Tapas laterales	11,27	1,00	2	22,54	
	9,99	1,00	2	19,98	
Funda anterior	17,60	1,00		17,60	
	6,79	1,00	2	13,58	
	3,64	1,00	1	3,64	
Funda posterior	14,41	1,00	1	14,41	
	3,36	1,00	2	6,72	
	3,46	1,00	1	3,46	
Alero - losa	0,78	1,00	2	1,56	

Obra : *Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua*
Signo : *Pórtico Postensado de L = 52.00 m*

ÁREAS DE CONSTRUCCIÓN

ENCOFRADOS

Alero - Viga	2,97	1,00	4	11,88	
	1,00	1,00	4	4,00	
	0,34	1,00	2	0,68	120,05

03.07 VEREDAS

DESCRIPCIÓN	Base (m)	Ancho (m)	Nº VECES	ÁREA	PARCIAL
Lateral	0,20	50,42	2	20,17	
	0,45	52,00	2	46,80	
	0,26	52,00	2	27,04	
Cierre de extremo	0,27	1,00	4	1,08	95,09

04.04 / 04.06 FALSO PUENTE

DESCRIPCIÓN	Base (m)	Ancho (m)	Nº VECES	ÁREA	PARCIAL
Area de entarimado	2,45	42,00	2	205,80	205,80
Area de soporte	9,80	42,00	1	411,60	411,60

04.05 B MURO DE SOSTENIMIENTO DEL FALSO PUENTE

DESCRIPCIÓN	Base (m)	Ancho (m)	Nº VECES	ÁREA	PARCIAL
Lado vertical	6,50	4,65	2	60,45	
Lado lateral	6,50	4,66	2	60,58	
Cierre de extremo	0,55	4,65	4	10,23	131,26

09.10 TECNOPOR EN ARTICULACIÓN

DESCRIPCIÓN	Base (m)	Ancho (m)	Nº VECES	ÁREA	PARCIAL
Articulación - tapa lateral	1,85	5,49	4	40,63	
Articulación - tapa base	0,64	1,00	8	5,12	45,75

Obra : *Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Cuicua*
Signo : *Pórtico Postensado de L = 52.00 m*

VOLUMENES DE CONSTRUCCIÓN

CONCRETOS $f'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$

04.05 A MURO DE SOSTENIMIENTO DEL FALSO PUENTE

DESCRIPCIÓN	Base (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Nº VECES	VOLUMEN	PARCIAL
Cimentación	1,80	6,50	1,00	2	23,40	
Muro sostenimiento	0,55	6,50	4,65	2	33,25	56,65

CONCRETOS $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$

05.01 SECCIÓN BAJO AGUA M. I. - COTA CORONA 2663.79 msnm / FALSA ZAPATA

DESCRIPCIÓN	Sección (m)	d (m)	A (m2)	Nº VECES	VOLUMEN	PARCIAL
> Sección Km. 434 +	645,315	0,000	3,28	1	0,00	
> Sección Km. 434 +	645,915	0,600	3,28	1	1,97	
> Sección Km. 434 +	647,500	1,585	3,28	1	5,20	
> Sección Km. 434 +	649,000	1,500	3,28	1	4,92	
> Sección Km. 434 +	652,085	3,085	3,28	1	10,12	
> Sección Km. 434 +	652,685	0,600	3,28	1	1,97	24,18

05.02 SECCIÓN BAJO AGUA M. I. - COTA CORONA 2663.29 msnm / CICLÓPEO

DESCRIPCIÓN	Sección (m)	d (m)	A (m2)	Nº VECES	VOLUMEN	PARCIAL
> Sección Km. 434 +	645,315	0,000	0,00	1	0,00	
> Sección Km. 434 +	645,915	0,600	4,67	1	0,93	
> Sección Km. 434 +	647,500	1,585	10,95	1	12,03	
> Sección Km. 434 +	649,000	1,500	11,96	1	17,18	
> Sección Km. 434 +	652,085	3,085	3,20	1	21,95	
> Sección Km. 434 +	652,685	0,600	0,00	1	0,64	52,73

CONCRETOS $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

05.04 ESTRIBO M. I. Y LOSA DE APROXIMACIÓN M. I.

DESCRIPCIÓN	Base (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Nº VECES	VOLUMEN	PARCIAL
Estribo M. I.	22,73	1,00	1,00	1	22,73	
Losa de aproximación M. I.	16,39	1,00	1,00	1	16,39	39,12

05.04 VEREDAS

DESCRIPCIÓN	Base (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Nº VECES	VOLUMEN	PARCIAL
Corona	0,21	1,00	44,93	2	18,87	
Cierre de extremo	0,27	1,00	0,70	4	0,76	19,63

05.05 CIMENTACIÓN M. I.

DESCRIPCIÓN	Base (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Nº VECES	VOLUMEN	PARCIAL
Anillo base	1,00	1,11	14,19	1	15,75	
Anillo corona	1,00	1,19	9,79	1	11,65	
Base cimiento	1,00	1,00	33,40	1	33,40	60,80

CONCRETOS $f'c = 320 \text{ Kg/cm}^2$

05.07 CIMENTACIÓN M. I.

DESCRIPCIÓN	Base (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Nº VECES	VOLUMEN	PARCIAL
Base columna	19,21	1,00	1,70	1	32,66	
Articulación	1,00	4,89	0,64	-1	-3,13	29,53

05.07 COLUMNAS

DESCRIPCIÓN	Base (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Nº VECES	VOLUMEN	PARCIAL
Macizo anclaje	2,88	1,00	4,70	2	27,07	
Muros laterales	15,00	1,00	0,50	4	30,00	
Muros transversales	4,90	4,15	0,30	2	12,20	
	3,98	4,15	1,00	2	33,03	
Ochavo de soporte	0,27	1,00	4,70	2	2,54	104,84

05.07 VIGAS, LOSAS Y DIAFRAGMAS

DESCRIPCIÓN	Base (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Nº VECES	VOLUMEN	PARCIAL
Diafragmas - losa inferior	1,31	1,00	3,50	2	9,17	
Diafragmas - tapa exterior	1,30	1,00	5,10	2	13,26	
Diafragmas - tapa interior	2,78	1,00	4,70	2	26,13	
Diafragmas - tapa lateral	6,03	1,00	0,60	4	14,47	
	12,16	0,33	0,20	4	3,21	
Diafragmas - viga collar	2,64	0,40	0,70	4	2,96	
Losas - inferior	5,06	1,00	4,70	2	47,56	
	0,03	1,00	21,05	4	2,53	
Losas - superior	2,89	1,00	44,93	1	129,85	
Vigas	27,16	1,00	0,40	4	43,46	292,60

05.08 CIMENTACIÓN M. D.

DESCRIPCIÓN	Base (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Nº VECES	VOLUMEN	PARCIAL
Base columna	6,60	2,00	4,00	1	52,80	
Articulación	1,00	4,89	0,64	-1	-3,13	49,67

Obra : Evaluación del Proceso Constructivo del Puente Culcua
Signo : Pórtico Postensado de L = 52.00 m

ELEMENTOS DE FALSO PUENTE / PERFILES - ÁNGULOS - PLANCHAS DE ACERO

Descripción de Estructura	L (m)	a (pulg)	e (pulg)	a (m)	e (m)	Nº Veces	Volumen - (m ³)	Densidad - (Kg/m ³)	Peso (Kg)	Forma	Parcial	Observo
04.02 / 04.03 VIGAS PRINCIPALES SECCIÓN CAJÓN												
Patin de apoyo de 2,800 m	38.00	112.00	1.000000	2.800000	0.025000	2	5.320000	7850.00	41762.00			
Patin de apoyo de 1,200 m	38.00	48.00	0.600000	1.200000	0.015000	2	1.368000	7850.00	10738.80			
Laterales de vigas de 1,700 m	38.00	68.00	0.400000	1.700000	0.010000	4	2.584000	7850.00	20284.40		72785.20	en Kg.
04.02 / 04.03 VIGAS DE ARRIOSTRE TIPO W												
VM - 01	4.00	32.00	0.400000	0.800000	0.010000	4	0.128000	7850.00	1004.80			
	4.00	12.00	0.500000	0.300000	0.012500	8	0.120000	7850.00	942.00			
VM - 02	2.20	20.00	0.300000	0.500000	0.007500	6	0.049500	7850.00	388.58			
	2.20	8.00	0.500000	0.200000	0.012500	12	0.066000	7850.00	518.10		2853.48	en Kg.
04.02 / 04.03 ELEMENTOS DE APOYO												
PI - 0.015 x 0.40 x 0.60 m	0.60	16.00	0.600000	0.400000	0.015000	20	0.072000	7850.00	565.20			
Γ - 4" x 4" x 3/8"	4.65	8.00	0.400000	0.200000	0.010000	14	0.130200	7850.00	1022.07		1587.27	en Kg.

EVALUACIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL PUENTE CUICUA

CONCLUSIONES

- El bajo estándar del equipo mecánico de apoyo en las labores de excavaciones sumado a una mala administración ejercida por el Contratista (desde el punto de vista técnico y logístico) desarrollaron pésimos rendimientos en las obras civiles. Para ejecutar Proyectos de esta importancia los Contratistas deben inyectar e impulsar dos factores básicos: la experiencia y los recursos.
- Los recursos que administran los Contratistas deben derivarse adecuadamente hacia los niveles de producción; en maquinaria, equipos y herramientas brindando una programación permanente de mantenimiento, en el personal obrero con oportunos pagos de planillas, en el personal administrativo y profesional con una permanente actualización del perfil de sus obligaciones.
- Debe definirse la zona de construcción del puente, este comentario se realiza debido a una omisión en el cálculo de los metrados de las excavaciones en el margen derecho que ocasionó un adicional por acceso al puente; se recuerda que las excavaciones en el margen descrito aprobadas por la licitación pública comprende trabajos entre las secciones **434 + 600.00** y la **434 + 605.84**, al final del proceso de construcción resultó comprendida entre las secciones **434 + 560.00** y la **434 + 605.84**.
- Sobre los problemas mencionados en el proceso de ejecutar las cimentaciones, el cambio en la configuración geológica de estructura del suelo de fundación incrementó los plazos de las obras civiles. El diseño original del cimiento del margen izquierdo se basó en encontrar un material conglomerado con bolonería, para lo cual se diseñó un caisson como funda de protección de un macizo de concreto.
- Por la experiencia en la construcción de los puentes que conformaron este Proyecto, se debe mencionar que hincar un caisson en las condiciones descritas resulta complicado de realizar, tomando en cuenta que el tamaño de la bolonería alcanzaba diámetros de hasta 2.40 m, además de las precauciones adoptadas en el momento de ejecutar las explosiones para remover material sin afectar la estructura.

- Con referencia al falso puente ejecutado, se debe mencionar que resultó con serios inconvenientes dentro de los cuales se describe: el tiempo excesivo en la fabricación del mismo que devino en problemas por construir en plena época de lluvias. Al transcurrir este tiempo indirectamente se agregaron tres inconvenientes más; un sobre costo por gastos generales, la demora en la puesta en servicio del puente reduciendo los beneficios para la zona (se puede revisar el **Cuadro Comparativo N° 1** del **capítulo IV**) y un elevado factor de riesgo y seguridad de la obra.
- Como punto importante se menciona el **factor de riesgo y seguridad de la obra**, ya que al haber fallado hasta el 15 % de los pilotes cabe la posibilidad de haber fracasado en la construcción del puente.
- Resulta difícil el proceso de hincar pilotes (ver rendimientos en el **capítulo I**) en un lecho con bolonería característico de los ríos de la sierra; y se ha demostrado que los pilotes no pueden soportar la carga del empuje horizontal que ejerce el río en época de lluvias.
- Después de haber realizado una evaluación económica cualitativa tras de haber analizado los factores que influyen en la relación de Beneficios y Costos (B/C), se concluye que el diseño propuesto para modificación tiene mayor posibilidad en su ejecución. La idea de no alterar el curso natural del río siempre prevalece, las condiciones y diseños para alcanzar esta meta es todo un reto (se observa el **Cuadro Comparativo N° 1** de evaluación económica).
- En el Proyecto descrito los puentes tienen luces entre los 52 m y 55 m (revisar luces de puentes en el **capítulo IV**). Aunque los elementos postensados tienen costos elevados para luces pequeñas pueden evaluarse otros factores compensatorios como pueden ser: una mayor vida útil de la estructura y reducción en los costos de mantenimiento, ante luces similares el empleo secuenciado de los encofrados incluyendo el falso puente reduciendo la incidencia de sus costos.
- Las resistencia del concreto del puente entre 210 y 320 Kg/cm², se ejecuta como protección ante la posible acumulación de líquido encerrado de iones OH⁻ que forma la corrosión en el acero.

EVALUACIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL PUENTE CUICUA RECOMENDACIONES

- En el aspecto del falso puente; se tendrá que indagar sobre mayores estudios o detalles sobre el soporte de cargas de empuje horizontal aplicados sobre un sistema de pilotes, que puedan completar la información presentada en esta tesis.
- Dentro del mismo aspecto, será importante la formulación futura de evaluación de los Beneficios alcanzados para poner en servicio un puente de esta importancia para la zona. Considerando el factor tiempo, riesgo y seguridad que debe primar en obras de este tipo.
- Para la protección de los elementos estructurales; podemos controlar la corrosión mediante tres aspectos: las características del cemento con aditivos resistentes a sulfatos o cloruros, el grado de hidratación temprana con un correcto curado y la relación agua cemento no mayor de 0.50. Por tanto, es recomendable los concretos de alta resistencia en estructuras de este tipo, que al ser colocados correctamente presentan secciones impermeables de baja porosidad, compactos y uniformes que evitan el paso de líquidos agresivos.

EVALUACIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL PUENTE CUICUA BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- **Clavijo S., Janna M. y Muñoz S. – La Vivienda en Colombia: Sus Determinantes Socio Económicas y Financieras**, primera edición del Banco de la República, Bogotá, 2004.
- **Concreto Pretensado – Capítulo Peruano de estudiantes de Ingeniería Civil ACI**, primera edición, Lima, 1992.
- **Córdova Baldeón, Arturo Julio** – Tesis de Grado “Procedimiento Constructivo del Puente Carrozable Monobamba, Jauja”, Facultad de Ingeniería Civil T01-184, Lima, 2001.
- **Delgado Vargas, Manuel** – **Ingeniería de Cimentaciones**, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, primera edición, Bogotá, 1999.
- **Estudio Definitivo de Puentes: Carretera Nazca – Puquio – Chalhuanca – Abancay**, Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción, Lima, 1997.
- **Manual AASHTO para Diseño de Puentes**, Décimo séptima edición, Washington DC, 1996.
- **Miguel Diego, Leonardo Johnny** – Tesis de Grado “Procedimiento Constructivo del Puente Mohena, Accesos y Obras Ribereñas”, Facultad de Ingeniería Civil T01-196, Lima, 2001.
- **Nawy P. E., Edgard G. – Concreto Reforzado / Un Enfoque Básico**, Nueva Editorial Prentice Hall, tercera edición, México DF, 1988.
- **Ponce, Víctor Manuel** – **Ingeniería de Hidrología**, Nueva Editorial Prentice Hall, primera edición, México DF, 1987.
- **Puentes – Capítulo Peruano de estudiantes de Ingeniería Civil ACI**, primera edición, Lima, 1988.
- **Ramírez Campos, Dany Erasmo** – Tesis de Grado “Aspecto Constructivo y Programación de Obra Puente Pishuaya y Accesos, San Martín”, Facultad de Ingeniería Civil T01-203, Lima, 2001.
- **Reglamento Nacional de Edificaciones RNE – CAPECO**, primera edición, Lima, 2006.
- **Rico Rodríguez, Alfonso** – **Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres**, Editorial Noriega Limusa, cuarta edición, México DF, 1995.

- **Tarazona Tinoco, John Luis** – Tesis de Grado “Estudio del Comportamiento del Concreto de Mediana a Alta Resistencia con la Incorporación de Fibras de Acero y Cemento Portland tipo I Andino”, Facultad de Ingeniería Civil T02-221, Lima, 2002.
- **Verano Porta, Víctor Raúl** – Tesis de Grado “Corrosión en Estructuras de Concreto Armado”, Facultad de Ingeniería Civil T01-211, Lima, 2002.

EVALUACION DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL PUENTE CUICUA – APURIMAC

ANEXOS

*Se muestra la Memoria
Descriptiva, las
Especificaciones Técnicas,
Planos de Construcción, un
Panel Fotográfico del
desarrollo por etapas de la
construcción. Estos
documentos pertenecen al
archivo original de la Obra.*



Universidad Nacional de Ingeniería UNI – FIC – Navarro Neyra, Marco Antonio

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

**EVALUACION DEL PROCESO CONSTRUCTIVO
DEL PUENTE CUICUA - APURIMAC**

**ANEXO A : MEMORIA DESCRIPTIVA Y ESTUDIOS
BASICOS DE INGENIERIA**

Navarro Neyra, Marco Antonio – Octubre 2008

MEMORIA DESCRIPTIVA PUENTE CUICUA

1.00 UBICACION

El puente denominado Cuicua se encuentra ubicado entre el Kilómetro **434 + 600.00** y el Kilómetro **434 + 652.00**, como parte del proyecto de la carretera **Nazca – Puquio – Chalhuanca – Abancay**, sobre el río Chalhuanca, con un trazo sinuoso de la carretera.

El ingreso al puente se realiza mediante una curva de 84° y radio de 40.00 m y la salida mediante una curva de 50° y radio de 60.00 m. El puente está situado en la provincia de **Aymaraes**, departamento de **Apurímac**.

2.00 CARACTERISTICAS DE LA UBICACION

En la zona de ubicación del puente el río es ligeramente curvo, enmarcada entre una margen derecha rocosa casi vertical y la otra margen izquierda semiplana. El terreno en la margen izquierda está en el nivel 2675.00 msnm y en la margen derecha se presenta un afloramiento rocoso casi vertical. La **rasante** en ambas márgenes está proyectada en el nivel **2674.74 msnm**.

La cota establecida de **aguas mínimas** es **2666.35 msnm** con un tirante de agua de 0.50 m y la cota de **aguas máximas** es **2668.45 msnm** con un tirante de 2.60 m. El ancho del espejo de aguas en tiempo de máximas extraordinarias (entre Diciembre y Marzo) es de 38.80 m y en tiempo de mínimas (resto del año) de 19.00 m.

3.00 SUELO DE CIMENTACION

Los estudios geológicos y geotécnicos realizados mostraron que la margen derecha está constituida por roca arenisca cuarzosa y cuarcita de la formación Soraya, la margen izquierda está constituida por un depósito aluvial fluvial y debajo se observa roca arenisca y cuarcita.

La carga de trabajo recomendada por el estudio de suelos es de **10 Kg/cm²** en la roca y de **5 Kg/cm²** en el depósito aluvial.

Se ha considerado además una carga por aplastamiento de **4 Kg/cm²** en ambos apoyos.

4.00 CARACTERISTICAS HIDRAULICAS

Las características hidráulicas del río Chalhuanca en la zona correspondiente al puente son:

Caudal máximo en un período de retorno de 100 años	287.00 m³/s
Nivel de aguas máximas extraordinarias	2668.45 msnm
Nivel de aguas mínimas	2666.35 msnm
Pendiente del fondo del cauce	1.70 %
Ancho de espejo de aguas en máximas extraordinarias	38.80 m
Ancho de espejo de aguas en tiempo de mínimas	19.00 m
Profundidad previsible de socavación	4.74 m

5.00 ALINEAMIENTO DEL PUENTE

El alineamiento del puente está determinado por los siguientes factores:

- a) Estrechamiento del río con riberas estables. Este caso se da en las inmediaciones del puente de acero existente. Lo que induce a considerar una longitud de puente más corta y económica.
- b) Utilización de los actuales accesos. Para este efecto la nueva ubicación deberá ser lo más próxima posible al puente de acero existente. Al tener en cuenta el ancho de ambos puentes, el actual y el proyectado, se ha adoptado una distancia entre ejes de 11.50 m en la margen derecha.
- c) Necesidad de mantener el tránsito por el puente existente hasta que esté terminado el nuevo; en conclusión conciliando con lo dicho en el **ítem b** el eje del nuevo puente deberá estar lo más próximo posible al puente de acero existente, cuidando que no hayan interferencias en la construcción de las nuevas cimentaciones con las ya existentes.

6.00 RASANTE

La rasante fue fijada en función de la cota de las aguas máximas extraordinarias y la cota de la rasante del puente de acero existente. Este puente no ha presentado ningún problema en los cuarenta años de existencia. De acuerdo a las condiciones geométricas de la carretera, la rasante se ha colocado a 25 cm debajo de la actual rasante, es decir, **2674.74 msnm**.

7.00 LONGITUD DEL PUENTE

La longitud total del puente adoptado es de **52.00 m** con una luz entre ejes de apoyo de **46.00 m**.

8.00 NUMERO DE TRAMOS

Se ha adoptó un puente de un solo tramo, con el fin de no modificar el régimen hidráulico actual.

9.00 MATERIALES

Para la luz descrita de 46.00 m el material más económico es el **concreto presforzado** como ha sido mostrado en numerosos estudios comparativos realizados. Los estribos son de concreto armado y las barandas de acero.

10.00 SECCION TRANSVERSAL ADOPTADA

La sección transversal adoptada en el diseño corresponde a un **ancho de calzada** de **8.00 m** entre sardineles, lo cual considera el sobreebanco necesario por la presencia de curvas de radio entre 40.00 y 60.00 m en ambos lados del puente (derecho e izquierdo respectivamente). Adicionalmente se han previsto veredas de 0.90 m cada una incluyendo las barandas.

En conclusión, una sección transversal de 9.80 m en sentido perpendicular al eje longitudinal del puente y 11.00 m en sentido esviado a dicho eje.

11.00 TIPO DE PUENTE

Se ha adoptado un puente tipo pórtico de concreto postensado de **46.00 m de luz** de sección cajón y **52.00 m de longitud total**, con los **apoyos desviados 27°** respecto al eje perpendicular trazado al eje longitudinal del puente.

12.00 SOBRECARGA DE DISEÑO

La sobrecarga de diseño es **C – 30** correspondiente a la **sobrecarga tipo BC** del **reglamento francés** consistente en dos camiones de 30 toneladas cada uno, correspondiente en AASHTO a dos camiones tipo HS20-44.

13.00 ESTRUCTURA DEL PUENTE

13.1 Solución adoptada y luz del puente

La solución estructural adoptada consiste en un pórtico de concreto postensado de sección variable tanto las vigas como las columnas, con los apoyos desviados 27° con respecto al eje perpendicular. La luz del puente es de 46.00 m entre ejes de apoyo.

13.2 Sección transversal

La sección transversal del puente según el diseño es un cajón de altura variable de 1.40 m en el centro de la luz y 2.85 m al borde interior de los apoyos, la distancia entre ejes de las almas del cajón es de 4.30 m medida perpendicularmente al eje longitudinal del puente. El espesor de las almas es de 0.40 m.

13.3 Detalles de superestructura

La sección transversal de la losa superior de concreto armado es de altura variable con una variación parabólica de 0.235 m en el centro de luz a 0.350 m en los apoyos de las vigas, y dos voladizos de 2.275 m de longitud y altura variable de 0.175 m a 0.350 m. La losa está armada en forma perpendicular al eje del puente excepto en la zona cercana a los apoyos esviados. La losa inferior del cajón es de espesor variable de 0.15 m en el centro de luz y 0.40 m en los apoyos. Las vigas longitudinales tipo cajón están postensadas mediante cables de perfil parabólico ubicados en cada una de sus respectivas almas y con una fuerza final total en el centro de luz de 1250 toneladas.

Los cables de presforzado cambian de dirección en la zona de los diafragmas extremos solidarios con la parte interna de las columnas del pórtico y se ensanchan en la parte superior frontal de las columnas.

13.4 Detalles de columnas

Las columnas del pórtico son de sección cajón variable, en la parte superior tienen un ancho de 5.00 m y lo cual constituye a la vez una extensión de la viga central de inercia variable, en la parte inferior termina con un pedestal de 2.00 m de alto sobre una articulación de concreto. La articulación de concreto hace un ángulo de 20° respecto a la vertical. La sección cajón variable de la columna tiene un ancho total de 4.70 m medido en sentido recto, las caras laterales tienen un ancho de 0.50 m, mientras que las placas de caras interior (hacia el lado del río) y cara exterior (hacia el acceso) tienen respectivamente 1.00 m y 0.30 m de espesor. Las columnas son también postensadas mediante unos cables rectos ubicados en las placas exteriores de 0.30 m los cuales llevan anclajes fijos en el pedestal de concreto y anclajes móviles en la parte superior extrema del pórtico. La fuerza final de los cables de las columnas en la parte inferior es de 600 toneladas.

14.00 ESTRIBOS

En la margen izquierda se ha adoptado una estructura colgada de la parte superior extrema del pórtico. Esta estructura tiene por objeto contener el relleno y asegurar la estabilidad de los taludes formados. Tiene una altura de 3.00 m y una longitud de alas de 3.80 m consiste en placas de 0.30 m de espesor dispuestos en forma de **doble T** rigidizadas por un sistema de vigas que se cruzan. En la margen derecha se ha colocado una estructura similar más pequeña paralelamente colgada del pórtico y parcialmente apoyada en la roca.

15.00 CIMENTACION

La cimentación de la **margen izquierda** está constituida por una estructura **tipo caisson** para llegar al nivel de cimentación recomendado sobre la roca, a menos que esta se encuentre antes. El caisson consiste en un cajón con forma de paralelogramo, con paredes exteriores de 0.50 m y reforzado en las esquinas oblicuas por conjunto de paredes de 0.30 m de espesor. El caisson tiene una altura de 3.80 m y está parcialmente relleno de concreto ciclópeo. En su parte superior lleva un macizo de concreto armado que sirve de apoyo a la columna del pórtico a través de las articulaciones de concreto.

En la **margen derecha** se ha planteado una **zapata de cimentación superficial** de 2.00 m de altura que se debe apoyar directamente sobre la roca y sobre la cual se apoya la columna derecha del pórtico.

16.00 DISPOSITIVOS DE APOYO

16.1 Entre cimentación y columna

Están constituidos por **articulaciones de concreto** sobre un plano inclinado de 20° aproximadamente sobre la horizontal.

El sistema de las cuales consisten en un estrechamiento de la sección de concreto debidamente reforzada y la cual permite el giro de los apoyos en el sentido del eje longitudinal del puente.

17.00 SUPERFICIE DE RODADURA

La superficie de rodadura que actuará como superficie de desgaste y de protección de la losa, estará constituida por una **carpeta asfáltica en frío** de 50.00 mm – 2" de espesor.

18.00 ACCESOS

Los parámetros de diseño son:

- Categoría de la vía	: 1 era categoría
- Zona de ubicación	: Sobre río
- Usuario	: Sobrecarga C – 30
- Velocidad directriz	: 40 Km/hora
- Radio acceso izquierdo	: 40.00 m
- Radio acceso derecho	: 60.00 m
- Ancho de la carpeta asfáltica	: 6.50 m
- Ancho de las bermas	: 0.75 m

DETALLE DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS PARA LA EVALUACION DEL DISEÑO DEL PUENTE

1.00 ESTUDIO TOPOGRÁFICO Y DISEÑO VIAL

El estudio topográfico ha previsto la mejora en el diseño geométrico de los accesos del **puente Cuicua**. Este diseño incluye el desarrollo en planta y el desarrollo del perfil longitudinal, el cual estará integrado completamente al desarrollo del proyecto geométrico de la carretera conservando la integración con la vía de comunicación y el medio ambiente.

1.01 Descripción de la zona de emplazamiento del puente :

El **puente Cuicua** se encuentra sobre el río Chalhuanca entre los Kilómetros **434 + 600.00** y **434 + 652.00** de la carretera actual a una altura aproximada de **2670 msnm**. Durante la época de estiaje presenta regular caudal, tiene un relieve inclinado y en la margen derecha presenta laderas de fuerte pendiente; mientras que, en la ladera izquierda presenta en ciertos sectores pendientes suaves, salvo en algunos sectores en los cuales se observan laderas pronunciadas. Las partes llanas del cauce son escasas.

1.02 Consideraciones respecto al diseño vial :

Para este puente se ha considerado un trazo que permita el menor movimiento de tierra posible lo que ha obligado a considerar un **puente de tipo pórtico de sección cajón desviado** lo que ha permitido adicionalmente disponer los estribos en una orientación mas favorable al curso del río para así evitar el embate de la corriente de agua contra la infraestructura.

Este trazo puede observarse en el plano topográfico respectivo CU – 1/7, a continuación listamos algunas referencias que pueden encontrarse en los planos referidos, los siguientes parámetros han sido considerados:

- Vd : 50 Km/hora	Velocidad directriz
- T : $R * \tan (\delta/2)$	Tangente, desde PI hasta PC
- Lc : $R * \delta$	Longitud de la curva
- e : $R * (\sec (\delta/2)- 1)$	Excentricidad

En la **tabla N° 1** mostrada puede observarse que se ha previsto el diseño de una curva horizontal de 40.00 m de radio justo hasta la entrada del puente en el margen derecho, luego a la salida del puente pocos metros después la vía toma otra curva horizontal a la derecha con un radio de 60.00 m para lograr el empalme con la vía existente en el margen izquierdo.

1.03 Medida de la cota del nivel de aguas freáticas :

Al realizar las mediciones correspondientes en cada margen del río Chalhuanca, después de haber ejecutado las excavaciones hasta los niveles recomendados de construcción de las cimentaciones, se obtuvo la cota del nivel de aguas freáticas para separar las partidas ejecutadas en seco y bajo agua.

Las medidas tomadas de campo se muestran a continuación:

Margen derecha	: 2666.92 msnm.
Margen izquierda	: 2666.44 msnm.

2.00 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

INTRODUCCIÓN

2.01 Objetivo del área de estudio

El objetivo de estas investigaciones ha sido evaluar el material sobre el que se cimentará el puente (afloramiento rocoso y/o depósito in consolidado) y las fuentes de materiales necesarios para la construcción del puente en estudio.

Para la evaluación del material in consolidado, el estudio presenta la ejecución de 08 calicatas de exploración, teniendo éstas una profundidad máxima de 3.00 m, tomando también en consideración la presencia de cantos y bolones que imposibiliten seguir con la excavación ó hasta encontrar el nivel freático; con la finalidad de determinar las características del subsuelo, extraer muestras alteradas, realizar ensayos de laboratorio y determinar la capacidad portante.

En el afloramiento rocoso que servirá como base de los estribos del puente, se realizó la toma de datos o registros lineales de discontinuidades y la clasificación geomecánica del macizo rocoso con la finalidad de evaluar el comportamiento del mismo; ya sea, en el aspecto de orientación y/o inclinación de sus fracturas, la calidad de la roca cohesión – ángulo de fractura, así como sus posibles tipos de falla (planar, cuña y volteo).

El programa de trabajo realizado con este propósito consistió en:

Reconocimiento del terreno
Recopilación de información de la zona
Registro lineal de discontinuidades
Toma de datos de muestras alteradas de suelos y rocas
Ejecución de ensayos de los trabajos de campo y laboratorio
Campo y laboratorio
Perfil estratigráfico
Análisis de cimentación
Conclusiones y recomendaciones

2.02 Ubicación del área de estudio

Puente Cuicua, **Km. 434 + 600.00**, distrito Chalhuanca provincia Aymaraes departamento de Apurímac.

GEOLOGÍA

2.03 Geología regional

Tomando como base el boletín N° 27 "**Geología de los cuadrángulos de Andahuaylas, Abancay y Cotabambas**", y el boletín N° 35 "**Geología de los cuadrángulos de Chalhuanca, Antabamba y Santo Tomás**", pertenecientes al Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (**INGEMMET**), se evaluó la geología y geomorfología de la zona.

Se han diferenciado como unidad geomorfológica las acumulaciones aluvionales y los valles que se originan por la acción erosiva de los cursos de agua que nacen en las partes altas de la carretera y favorecido por el levantamiento general de los andes que han disectado y profundizado esta región formando valles encañonados, con flancos de fuertes pendientes, frecuentemente están cubiertos por mantos gruesos de aluviones, son profundos y relativamente rectos debido a que están controlados por fallas regionales.

Las unidades litoestratigráficas de la zona de estudio está constituida por unidades litológicas, cuyas edades van desde el cretáceo inferior hasta el cuaternario reciente; compuesto por rocas que a continuación describiremos:

Formación Soraya (Ki-so) del cretáceo inferior, constituido por cuarcitas blancas a gris oscuro y areniscas cuarzosas.

Formación Ferrobamba (Kms-fe) perteneciente al cretáceo medio superior, está compuesto por calizas negras a gris oscuras, compactas, inter estratificadas, con calizas arenosas, niveles aislados de lutitas.

Capas rojas (KsTi-cr) que está conformada por alternancias irregulares de areniscas y arcillas rojas intercaladas con bancos de conglomerados cuya edad está enmarcada dentro del cretáceo superior al terciario inferior.

Depósito eluvional (Qp-el) compuesto por bloques, gravas, gravillas de naturaleza pétreo del tipo intrusiva, todas englobadas en una matriz arenosa – limosa pertenecientes al cuaternario pleistocénico.

Depósito aluvial (Qr-al) conformada por conglomerados acompañados de gravas y gravillas en matriz areno – limosa.

Las rocas intrusivas los que constituyen las rocas del batolito de Apurímac, en nuestra región en estudio están representadas por las granodioritas cuyas edades fluctúan entre el terciario inferior (**Ti-gd**) y el terciario superior (**Ts-gd**).

En la región evaluada se puede observar los poblados de **Soraya, Mutcoy** a 1.00 Km. al **NW del puente Cuicua** según los mapas geológicos regionales a escala 1/100000.

2.04 Geología Local Puente Cuicua

Este puente en estudio tiene una luz de 46.00 m y está ubicado aguas abajo del antiguo puente. El estribo derecho estará apoyado en la roca arenisca cuarzosa y cuarcita del cretáceo inferior perteneciente a la **formación Soraya (Ki-so)**; el estribo izquierdo estará apoyado sobre un **material aluvial fluvial compacto**.

La roca y los depósitos que conforman o se encuentran a los alrededores de la cimentación de los estribos son:

Roca arenisca cuarzosa y cuarcita del cretáceo inferior (Ki-so) que se encuentra en el **margen derecho**, ligera a moderadamente meteorizado, con discontinuidades principales con dirección de buzamiento y buzamiento **DB 135° Buz 55°, DB 300° Buz 34° y DB 40° Buz 67°**, presenta una falla de contacto con dirección de buzamiento y buzamiento **DB 100° Buz 47°**, que tiene una abertura de 50.00 cm con relleno de material triturado de tipo limolítico de color plomo, con alteraciones de color marrón amarillento, fácilmente erosionable y meteorizable, se encuentra profundizado hacia dentro del talud y su orientación es paralelo a la estratificación. En el **margen izquierdo** (cerca del río) se le encuentra a la arenisca cuarzosa de moderada a intensamente meteorizado.

Depósito aluvial fluvial antiguo (**Qp-al-fl**) compuesto por bolones de tamaño medio 20.00 cm, de formas subredondeadas a redondeadas, con gravas y gravillas de la misma forma en matriz areno – limosa.

Depósito eluvial (**Qp-el**) constituido por bloques de roca de tamaño medio 1.50 m de naturaleza pétreo andesítica que se encuentra ligeramente meteorizados, de formas angulosas a subangulosas con gravas y gravillas en matriz muy limosa.

Depósito aluvial fluvial (**Q-al-fl**) compuesto por bloques de roca de tamaño medio 3.00 m de formas subangulosas a subredondeadas, con gravas de diversa naturaleza pétreo.

Depósito de relleno (**Q-r**) conformado por material producto del corte de la carretera.

INVESTIGACION DE CAMPO

Con el fin de determinar las características del subsuelo en el caso de los materiales in consolidados y la clasificación geomecánica del macizo rocoso, para el afloramiento comprometido en las obras de la carretera **Chalhuanca – Abancay**, se realizaron los siguientes ensayos o toma de datos de registros lineales de discontinuidades:

- 02 calicatas (C – 1, C – 2) ubicadas en el estribo izquierdo del **puente Sahuinto**.
- 01 calicata (C – 1) ubicada en el estribo derecho del **puente Yacca**.
- 01 calicata (C – 1) ubicada en el estribo izquierdo del **puente Antarumi**.
- 01 calicata y 01 trinchera (C – 1, T – 1) ubicados en el estribo derecho e izquierdo respectivamente del **puente Casinchihua**.
- 01 calicata y 01 trinchera (C – 1, T – 1) ubicadas en el estribo derecho del **puente Santa Rosa**.
- 02 calicatas (C – 1, C – 2) ubicadas en el estribo izquierdo del **puente Cuicua**.

MAPEO GEOLÓGICO ESTRUCTURAL

2.05 Arenisca cuarzosa y cuarcita de la formación Soraya (Ki – so)

Los afloramientos rocosos, compuestos por rocas areniscas cuarzosas y cuarcitas, ubicadas en la margen derecha (en mayor porcentaje) y en la margen izquierda, fueron mapeados para determinar sus características geomecánicas. Se trata de una roca cuarcítica de color gris – claro, de grano medio, con resistencia a la compresión uniaxial de 180 MPa, compacto, moderadamente fracturada y ligera a moderadamente meteorizada.

El macizo rocoso presenta una familia principal de discontinuidades con dirección de buzamiento y buzamiento **DB 129.48° Buz 55.39°** tal como se aprecia en la proyección estereográfica de planos fotogramétricos. Las discontinuidades tienen diferente grado de apertura desde moderadamente abierto a cerrado.

En base a los parámetros obtenidos en el mapeo superficial, el valor RMR (Rock Mass Rating) se calcula para evaluar la calidad del macizo rocoso con fines de cimentación y estabilidad de taludes.

REFRACCION SÍSMICA

2.06 Consideraciones básicas

El estudio geofísico realizado con fines de cimentación del puente Cuicua de la carretera Chalhuanca – Abancay, se ha realizado mediante el **método de refracción sísmica**, que se basa en la propagación de la onda elástica P, cuyas velocidades son mayores cuando los suelos y/o rocas son compactos o se encuentran en buen estado.

El equipo utilizado para el estudio de prospección sísmica en mención es de fabricación ruso – americana **KUMAD** y el Instituto de Investigaciones Científicas en Radiotécnica **ISLAK**. La obtención de datos de propagación de ondas, es mediante la ubicación de líneas de refracción sísmica y el uso de explosivos y/o golpes de martillo en un platillo especial que está conectado a un amplificador; dando como resultado el registro de llegada de ondas, las domocrónicas de los registros de refracción, para obtener finalmente los perfiles sísmicos.

2.07 Resultados de la refracción sísmica

A continuación detallamos los resultados obtenidos, de la prospección sísmica realizada, con el fin de ubicar los materiales que servirán de apoyo en la cimentación del futuro puente:

El estribo derecho del nuevo puente Cuicua estará apoyado en material rocoso y en la margen izquierda se ubicaron las líneas de refracción sísmica Q1 y Q2, que define para el estribo izquierdo un material de cimentación que tiene velocidades que varían desde $V_p = 1410 - 1550$ m/s que corresponde a un terreno aluvional compacto o roca meteorizada.

ENSAYOS DE LABORATORIO

- Con las muestras alteradas obtenidas de las calicatas de exploración de la cimentación del **puente Cuicua**, se realizaron los siguientes ensayos estándar de laboratorio, con propósitos de clasificación de suelos, ensayos de granulometría, ensayos de límite líquido y ensayos de contenido de humedad.
- Con muestras de las posibles canteras de agregados del puente se realizaron ensayos de granulometría y ensayos de contenido de humedad.
- Con las muestras de canteras se realizaron ensayos químicos de agregados de concreto.
- De igual forma se realizaron análisis químico de las muestras de agua para ser utilizada en la preparación del concreto.
- Con las muestras de la roca existente en la zona de cimentación y talud del puente se realizaron ensayos de compresión de roca.
- Todos los ensayos se ejecutaron en la Universidad Nacional de Ingeniería y cuyos resultados se presentan en los anexos de este trabajo.

EVALUACIÓN GEOTECNICA

2.08 Clasificación del macizo rocoso – Consideraciones Básicas

Se ha evaluado el macizo rocoso a través de la clasificación geomecánica de **Bieniawski (1979)**, que establece una valoración del macizo rocoso (RMR) en términos de 06 parámetros, los cuales podemos explicar a continuación y que son:

- Resistencia a la compresión uniaxial
- Designación de la calidad de la roca (Rock quality designation, RQD)
- Espaciamiento de discontinuidades
- Condición de discontinuidades
- Condiciones de aguas subterráneas
- Orientación de las discontinuidades

Esto se realizó, teniendo en consideración la toma de datos de las discontinuidades presentes en el macizo rocoso, que introducidos al programa **Conteo.Bas**, da como resultado la familia de discontinuidades principales, el porcentaje, concentración de polos, el tipo de falla probable; así como la valorización del macizo rocoso mediante el programa **RMR.Bas** para cimentaciones y el **SMR.Bas** que nos dá de modo tentativo, la descripción, estabilidad el tipo de falla del talud.

2.09 Evaluación del afloramiento rocoso con fines de cimentación y estabilidad de taludes

En el puente Cuicua, se realizó la toma de datos de discontinuidades en los afloramientos rocosos compuestos por areniscas cuarzosas y cuarcitas en los puntos **A6** (con fines de cimentación y estabilidad de taludes), ubicado en la margen derecha y en el punto **B6** (con fines de cimentación) ubicado en la margen izquierda.

Con los datos de discontinuidades obtenidos en el punto A6 e ingresados al programa **Conteo.Bas**, da como resultado tres familias de discontinuidades predominantes con dirección de buzamiento y buzamiento de **DB 129.48° Buz 55.39°, DB 228.66° Buz 46.29° y DB 28.29° Buz 71.76°**, con porcentajes de **29.11%, 22.15% y 13.29%**.

Los datos de discontinuidades de este punto aplicados al programa **RMR.Bas** con fines de cimentación da como resultado un RMR ajustado de 54, que indica una roca regular de clase III, una cohesión de 305 MPa y un ángulo de fricción de 35.5°; el valor de SMR en este punto 54, que implica un talud en estado regular, parcialmente estable, con falla principal del tipo planar; existiendo también en menor proporción el de tipo cuña. En la actualidad el talud no presenta peligro, pero para posteriores cortes de talud, tomar en consideración las especificaciones técnicas de las normas peruanas de estabilidad de taludes.

En el punto B6, se aplicó los datos de discontinuidades en el programa **RMR.Bas** con fines de cimentación dando como resultado un RMR ajustado de 55 que indica una roca regular de clase III, con una cohesión de 310 MPa y un ángulo de fricción de 36°.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El afloramiento rocoso y/o suelo comprometido con la cimentación del puente proyectado después de evaluado todos los parámetros requeridos es:

- Arenisca cuarzosa y cuarcita de la formación Soraya (**Ki – so**) aflorando sobre la margen derecha para el puente Cuicua.

La valorización de la capacidad portante y la calidad de los materiales, suelo y/o roca; en los cuales estará apoyada la cimentación de los estribos del puente proyectado son:

- El estribo derecho del puente Cuicua tiene como material de cimentación las areniscas cuarzosas y cuarcitas de la formación Soraya (**Ki – so**) poco intemperizada, que de acuerdo a la clasificación geomecánica del macizo rocoso es una roca regular de clase III, con una cohesión de 305 MPa y un ángulo de fricción de 35.5°; con $\sigma_t = 10 \text{ Kg/cm}^2$ y el estribo izquierdo tiene como material de cimentación un material aluvial compacto o roca meteorizada de $\sigma_t = 5 \text{ Kg/cm}^2$.
- El talud comprometido con el estribo de la margen derecha del puente Cuicua se encuentra en regular estado; pero no compromete la integridad y/o estabilidad de la obra.
- Es recomendable que en el estudio de la carretera en los accesos del puente se tome especial atención en la estabilidad del talud.

3.00 ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

3.01 Consideraciones generales

El puente en estudio se encuentra sobre el **río Chalhuanca**, el que no cuenta con registros de caudales por lo que se hizo necesario generar caudales a partir de los datos de precipitación.

Para el estudio se ha considerado en primer lugar las características generales de las cuencas, es decir su ubicación, así como sus características físicas y ecológicas. Para la determinación de las características físicas; se consideró la superficie de la cuenca hasta la zona de emplazamiento del puente, el coeficiente de compacidad y el factor de forma. Respecto a las características ecológicas, el estudio recoge la información del **Mapa Ecológico del Perú** donde se hace una clasificación ecológica mediante el **sistema Holdridge** efectuada por el Instituto de Recursos Naturales (**INRENA**), para las latitudes del estudio.

El estudio hidrológico de las precipitaciones se analiza para posteriormente determinar los caudales de máximas avenidas. Los datos de precipitaciones se tomaron durante un **período de 16 años** (por abarcar dos periodos mínimos del fenómeno del Niño) completando cualquier información faltante por técnicas de correlación. Los caudales de avenidas se trabajaron para precipitaciones máximas de 24 horas promedio en esta cuenca, donde los valores promedio se calcularon usando el método de los **polígonos de Thiessen**. Finalmente por procesos estadísticos se obtiene los periodos de retorno, en este estudio se empleó el **método de Gumbel** para el análisis de frecuencias.

Luego de empleados los análisis estadísticos obtenidos anteriormente podemos estimar las descargas de diseño. Para este fin se han aplicado 02 métodos:

- Método de la curva de clasificación de suelos
- Método de área – pendiente

El primero de estos métodos nos permite estimar los valores de caudales máximos mediante un procedimiento indirecto basado en el **hidrograma unitario de Snyder**. El segundo de ellos en cambio se basa en la información obtenida en campo lo que se traduce en valores ha ser contrastados con el procedimiento indirecto.

En el estudio hidráulico se considera los valores de gradiente hidráulica, coeficiente de rugosidad de Manning y las características geométricas de la sección de interés del puente, los máximos tirantes de agua son calculados sobre la base de la avenida de diseño para 100 años de tiempo de retorno.

El borde libre considerado es de 1.50 m que considera el transporte de material flotante como ramas, troncos, etc.

Así mismo, se realizaron los cálculos de socavación, considerando tanto la socavación general como la socavación local, la suma de ambas nos da finalmente la socavación total. El cuadro siguiente muestra todos los resultados obtenidos:

Puente Cuicua

Avenida de diseño	: 287.00 m ³ /s
Tirante máximo	: 2.60 m
Borde libre	: 1.50 m
Cota fondo cauce	: 2665.85 msnm
Cota nivel de agua	: 2668.45 msnm
Cota mínima fondo de viga	: 2669.95 msnm

Socavación total

General	: 2.28 m
Local	: 2.46 m
Total	: 4.74 m

Finalmente con estos datos se han definido las obras de defensa necesarias para proteger tanto los estribos como las riberas en ambas márgenes del río.

En vista que se necesita proteger algunos tramos de las riberas aledañas al puente, se recomienda construir los muros de defensa de concreto y los enrocados de protección indicados en los planos y de acuerdo a las características mostradas en la tabla siguiente (Se han tomado en cuenta en el dimensionamiento de las obras de defensa, la protección proporcionada por los estribos y los muros de defensa del puente existente):

- El borde libre se considera a 0.50 m sobre el nivel máximo de aguas. El diámetro del enrocado de protección se especifica y ha sido calculado en base al diámetro D50, el tirante del flujo y el número de Froude.
- Bajo este enrocado debe colocarse un filtro cuya granulometría impida la succión por el flujo.

1. $D_{50}(\text{filtro}) / D_{50}(\text{base}) < 40$
2. $5 < D_{15}(\text{filtro}) / D_{15}(\text{base}) < 40$
3. $D_{15}(\text{filtro}) / D_{85}(\text{base}) < 5$

- El espesor del filtro debe ser mayor que la mitad del espesor del enrocado.

Características de las obras de protección:

Puente Cuicua: Defensa de la margen izquierda
Obras de defensa Enrocado $D_{50} = 0.90 \text{ m}$ $L = 80.00 \text{ m}$

4.00 ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO

4.01 Consideraciones generales

Este estudio revisó y analizó la sismicidad histórica en el área del puente de la carretera Chalhuanca – Abancay. El propósito de este estudio es:

- Determinar la sismicidad regional
- Identificar las características sismotectónicas
- Estimar la atenuación de los efectos sísmicos regionales
- Estimar el sismo de diseño

La evaluación del peligro sísmico se ha efectuado por el método probabilístico, para finalmente proponer niveles sísmicos del movimiento máximo del suelo en el proyecto. Además se propone valores del coeficiente sísmico para el diseño de taludes y muros.

La sismicidad en la zona de estudio es recogida con diferente precisión de acuerdo a la fuente de obtención de datos:

- Antes de 1900 datos históricos descriptivo de sismos
- 1900 – 1963 datos instrumentales aproximados
- 1963 – 1991 datos instrumentales precisos

Los sismos más importantes que afectaron la región y cuya historia se conoce son: El sismo **de 1581** con intensidad IX MM en Yanaoca, Cuzco; el sismo del 31 de marzo **de 1650** con intensidades IX MM en Yaurisque, Oropesa y Paucartambo y VIII MM en Cuzco; el sismo del 12 de mayo **de 1664** con intensidad de X en Ica; el sismo del 10 de febrero **de 1716** con intensidad de IX en Pisco; el sismo del 24 de agosto **de 1942** con intensidad IX MM en Jaqui, Quicacha Nazca y Acari; el sismo del 21 de mayo **de 1950** con intensidad VIII MM en Cuzco; el sismo del 5 de abril **de 1986** con intensidad VIII MM en la laguna Qoricocha, Cuzco.

Del análisis de los mapas de **isosistas** se desprende que en el área del puente han ocurrido sismos con intensidad de VII en la escala de Mercalli Modificada. Sin embargo, en áreas cercanas circundantes han ocurrido intensidades de hasta IX en la escala de Mercalli Modificada.

Los sismos del área de influencia presentan un mismo patrón de distribución, es decir, se concentran en el mar paralelo a la costa, dando origen a una mayor actividad sísmica. Se pueden diferenciar dos tipos de fuentes sísmicas; una correspondiente a los sismos de subducción de la placa de Nazca bajo la placa continental, originando sismos cuya profundidad focal aumenta hacia el continente y; los otros asociados a fallas existentes y que originan sismos en el continente que tienen una profundidad focal superficial e intermedia, las isosistas nos indican que estos sismos continentales registrados tienen en común la ocurrencia de efectos bastante localizados.

El estudio sísmico se hace mediante una evaluación probabilística con el **método desarrollado por Cornell (1968)**. La primera parte del método consiste en una revisión de la actividad sísmica del pasado para determinar las fuentes del sismo considerando las características tectónicas de la región.

Luego se determina la recurrencia de las zonas sísmicas y con la atenuación sísmica (que es función de la magnitud de las ondas superficiales y de la distancia hipo central) se determina valores probables de intensidades sísmicas en la zona del estudio.

4.02 Leyes de Atenuación

Las leyes de atenuación que fueron consideradas en el estudio del puente Cuicua se aplican para cada fuente sísmica, tal como se plantea a continuación:

Para los sismos de subducción se ha considerado la ley de atenuación propuesta por **Casaverde y Vargas (1980)**.

$$a = 68.7 e^{0.8 M_s} (R' + 25)^{-1.0}$$

Para los sismos continentales en cambio se ha considerado la ley de atenuación propuesta por **McGuire (1974)**, deducida para la costa oeste de los Estados Unidos para sismos asociados a fallas continentales:

$$a = 472 (10 e)^{0.28 M_s} (R' + 25)^{-1.3}$$

Donde:

a = Aceleración en cm/s²
M_s = Magnitud de las ondas superficiales
R' = Distancia hipo central

Se empleó el programa de computo **RISK** desarrollado por **McGuire**, utilizando los datos de atenuación ya presentados para las fuentes sísmicas de la región; la distancia hipo central es calculada por el programa a partir de las coordenadas de las fuentes y del lugar de estudio.

Para el puente de la carretera Chalhuanca – Abancay se considera periodos de retorno de 475 años que corresponden a estructuras con vida útil de 50 años y un nivel de excedencia de 10%.

En conclusión, en la localidad de estudio se considera para el sismo de diseño un rango de aceleraciones máximas de 0.28 a 0.29 g y un rango de aceleraciones efectivas de 0.18 a 0.20 g. Se recomienda el empleo de las aceleraciones efectivas del sismo de diseño.

Para el método de diseño pseudo estático de taludes, se recomienda valores de 0.15 a 0.20 g para las localidades de menor y mayor peligro sísmico.

5.00 ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

5.01 Aplicaciones Metodológicas

La metodología empleada, utiliza una matriz de identificación de impactos ambientales, donde las principales acciones del proyecto que pueden causar deterioro al medio ambiente han sido tomadas fundamentalmente de la **Guía Ambiental para el Diseño y Construcción de Vías**. Así mismo, se hace la descripción de los componentes ambientales localizados en el puente y su cantera.

La valorización de los impactos ambientales identificados en dicha matriz, se han calificado en 03 categorías, según la siguiente descripción:

Impactos ambientales tipo A:

Se refiere a los impactos ambientales potenciales, capaces de causar mayor alteración al medio ambiente.

Impactos ambientales tipo B:

Son aquellos impactos cuyo daño ambiental se puede considerar moderado sin consecuencias importantes.

Impactos ambientales tipo C:

Aquí se agrupan los efectos ambientales poco trascendentes, por considerarse que el deterioro ambiental causado por ellos es ampliamente superado por los beneficios del proyecto.

También, se ha identificado y determinado impactos ambientales positivos, a los cuales se les antepone el signo positivo y que se califican en las tres categorías anteriores como beneficios que conlleva la ejecución del proyecto.

La metodología empleada pretende la identificación de los impactos ambientales potenciales ocasionados por la ejecución del proyecto, que permitirán anticipar las acciones correctivas apropiadas con el objeto de minimizar los daños ambientales ocasionados por la construcción.

5.02 Probables acciones del Proyecto que pueden causar Impactos Ambientales en el Área de Influencia del Puente Cuicua

A. Campamentos

- Deposición de aguas servidas
- Deposición de residuos sólidos (basura)

- Área del terreno ocupada por las instalaciones
- Asentamientos humanos precarios alrededor de los campamentos
- Ruidos por funcionamiento
- Generación de alumbrado
- Captación de agua para consumo
- Urbanización

B. Patio de Maquinaria y Equipo a utilizar

- Emanación de gases por carburación y lubricación de equipos
- Ruidos excesivos producto de la operación de los equipos
- Área del terreno ocupada por las instalaciones
- Desechos de lubricantes
- Lavado de maquinaria y vehículos

C. Construcción de Vías Provisionales

- Camino de accesos para cantera
- Caminos de acceso a botadero seleccionado

D. Proceso Constructivo

- Movimiento de tierras para los accesos en roca o en material aluvional
- Movimiento de tierras para cimentación – excavaciones
- Preparado y armado de acero en elementos de concreto armado
- Encofrado de los elementos de concreto
- Preparado y llenado de la mezcla de concreto

E. Estructura (puente) en Operación

- Tráfico vehicular
- Tráfico peatonal
- Vida útil del puente

5.3 Puente Cuicua – Determinación de Impactos Ambientales Potenciales

- El agua del **río Chalhuanca**, se contaminará por el vertimiento de aguas servidas, la deposición de residuos sólidos (basura doméstica), provenientes del campamento; los desechos de lubricantes y por el lavado de la maquinaria y vehículos empleados en la ejecución de obras lo que afecta la presencia del recurso hidrobiológico.
- La probabilidad moderada de erosión de los taludes de río, expone el normal funcionamiento del puente durante el período de vida útil para el que será diseñado.
- Se alterará la tranquilidad de la población, debido a los ruidos producidos por los vehículos del campamento, el patio de maquinarias, pero predominantemente por el movimiento de tierras para los accesos y para la cimentación del puente, por el empleo de equipo mecánico de perforación y explosivos; así como también el levantamiento de polvos que se puedan producir.
- Los estilos de vida y costumbres diferentes entre los pobladores de la zona y los residentes de los campamentos pueden generar

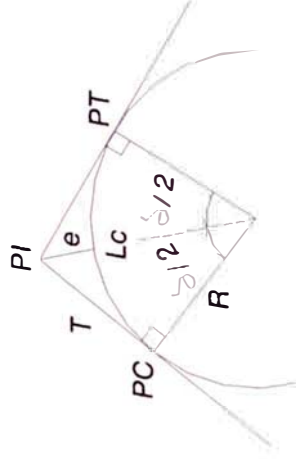
relaciones conflictivas y crear condiciones de intranquilidad en la población local.

- La etapa de operación del puente es beneficiosa, ya que permitirá el tránsito vehicular y peatonal fluido, lo que conlleva a una mejora socio – económica de la zona.
- La red vial que constituye la carretera de penetración hasta Abancay mejorará sus características de transitabilidad con la ubicación de un puente de concreto postensado para tráfico en doble sentido; ofreciendo mejores condiciones de seguridad, de capacidad de carga y de duración respecto al actual puente reticulado metálico que se encuentra rehabilitado (rehabilitación después del efecto de cargas explosivas).
- Existen estructuras adyacentes al puente tales, como un puente de arco de mampostería de piedra y viviendas en el acceso de salida del puente; lo que debe tomarse en cuenta para el proceso constructivo (cuidado con el uso de cargas explosivas) y posterior operación del puente (accidentes de tránsito).
- La presencia de avispas, mosquitos, parásitos y hormigas pueden ocasionar enfermedades infecto – contagiosas en el personal que reside en el campamento.

5.4 Puente Cuicua – Probables acciones del Proyecto que puedan causar Impactos Ambientales en el Área de Influencia de Cantera

- El relieve topográfico de la cantera corresponde a una colina de pendiente regular, en la cual la extracción del material modificará su geomorfología.
- El caudal donde se ubica la cantera es regular, sin embargo no ocupa todo el ancho del cauce lo que facilita la extracción del material en época de vaciante, sin que se altere el flujo normal de las aguas, lo que significa un efecto positivo para la ejecución del proyecto.
- Existe la probabilidad alta de inundación de las márgenes en época de crecida del río (meses de noviembre a marzo), al presentar este un cauce abierto y de topografía plana, lo cual se agravaría con la extracción del material.
- El área que ocupa la cantera tiene valor estético paisajista y turístico, ya que presenta formación rocosa alta donde se angosta el río y donde se ha construido un puente, además de un bosque de vegetación verde; que se afectará temporalmente por la deposición de cúmulos de material durante la extracción y zarandeo del material.

TABLA Nº 5: ELEMENTOS DE CURVA DEL PUENTE CUICUA



Detalle de elementos de curva para el cálculo en el puente Cuicua.

N	S	DEFLEXION	R	PI	T	PC	Lc	PT	e	S/A	NORTE	ESTE	OBSERVACION
1	D	84° 41' 20.24"	40	434 + 576.093	36.454	434 + 539.639	59.125	434 + 598.764	14.119	1.55	8428431.291	681491.887	PUENTE
2	I	50° 20' 55.01"	60	434 + 702.974	28.201	434 + 674.773	52.725	434 + 727.498	6.297	1.20	8428404.692	681357.633	PUENTE
3	I	12° 11' 45"	200	434 + 788.48	21.37	434 + 767.11	42.57	434 + 809.68	1.14	0.55	8428463.400	681285.500	CARRETERA
4	D	26° 56' 43"	105	434 + 869.08	25.16	434 + 843.92	49.38	434 + 893.30	2.97	0.55			CARRETERA
5	I	29° 58' 19"	90	434 + 944.14	24.09	434 + 920.05	47.08	434 + 967.13	3.17	0.55			CARRETERA
A				434 + 464.94							8428323.000	681524.000	CARRETERA
		ENTRADA		434 + 600.00									PUENTE
		SALIDA		434 + 652.00									PUENTE
BW		EN CONCRETO		434 + 660.00							8428412.305	681396.060	CARRETERA
BE		EN ROCA		434 + 602.84							8428423.414	681452.130	PUENTE

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

**EVALUACION DEL PROCESO CONSTRUCTIVO
DEL PUENTE CUICUA - APURIMAC**

**ANEXO B : PLANOS DEFINITIVOS DE
CONSTRUCCION DEL PUENTE CUICUA**

Navarro Neyra, Marco Antonio – Octubre 2008

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

**EVALUACION DEL PROCESO CONSTRUCTIVO
DEL PUENTE CUICUA - APURIMAC**

**ANEXO C : ESPECIFICACIONES TECNICAS Y
CALIBRACION DE GATO HIDRAULICO DSI-M8**

Navarro Neyra, Marco Antonio – Octubre 2008

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE CUICUA

1.00 OBRAS PRELIMINARES

1.01 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO MECANICO

Alcances:

Esta partida comprende los trabajos necesarios para el adecuado transporte de equipos y herramientas al lugar de ejecución de obra.

El presente ítem comprende las labores y los correspondientes costos en que se incurra en montaje y desmontaje si fuera necesario, embarque y desembarque, el transporte mismo de las unidades mecánicas y herramientas que serán empleadas en la construcción de la obra, correspondiendo esto al transporte del lugar de origen al lugar de la obra.

El traslado del equipo pesado se efectuará por vía terrestre utilizando camiones plataforma ó tráiler. El equipo liviano denominado transportable se trasladará por sus propios medios, en este equipo liviano se trasladará el equipo liviano no transportable.

Medición:

La movilización y desmovilización se medirá en forma global, consignado en los metrados y presupuesto de la propuesta y por lo tanto la medición para el pago respectivo corresponde únicamente al equipo consignado en la relación propuesta y que ha sido autorizado por el ingeniero supervisor.

Precio Unitario:

El pago se hará en forma global; y, su concepto incluye el flete por tonelada de traslado de los equipos transportados, y el alquiler de los equipos livianos que lo hace por sus propios medios durante el tiempo racional de este traslado, el montaje y desmontaje si fuera requerido, el embarque y desembarque, los seguros por el traslado del equipo é imprevistos que pudiera ocurrir.

El monto afectado por este concepto en forma global se irá pagando por movilización a medida que el equipo sea puesto en el lugar de la obra totalizando por este concepto el 50 % del monto global correspondiendo el restante al concepto de desmovilización, cuando los equipos son retirados de la obra con la autorización del ingeniero supervisor.

1.02 CAMPAMENTO

Alcances:

La partida se refiere a las construcciones e instalaciones necesarias para alojar al personal técnico contratista y supervisión, administrativo y obrero (no local), así como almacenar las herramientas e insumos necesarios para la construcción.

Medición:

Se realizará por lote.

Precio Unitario:

En forma global, pagadero 90% en forma proporcional a su ejecución y 10% al terminarse la obra ser retirado el campamento. Tiene carácter de suma alzada y no se reconocerá por ningún concepto mayor suma a la indicada en el presupuesto. Cubre todo el equipo, materiales y mano de obra necesarios para su ejecución.

1.03 TRAZO DE NIVELES Y REPLANTEO

Alcances:

La partida se refiere al trabajo topográfico necesario para la materialización del eje del puente, de sus accesos y de los ejes de cada uno de los elementos de apoyo que lo forman, así como de sus dimensiones en planta y sus niveles.

Medición:

Se realizará por m2.

Precio Unitario:

En forma global y se pagará proporcionalmente a la ejecución de la partida durante la construcción del puente.

El precio incluye todo el instrumental, materiales y mano de obra para su ejecución y tiene carácter de sumaalzada, no reconociéndose por ningún concepto mayor suma que la indicada en el presupuesto.

1.04 CISTERNA DE 24 m3 Y CAPTACIÓN DE AGUA

Alcances:

Se refiere a la cisterna que será necesario construir para el uso general de la obra y muy especialmente para la elaboración de concreto. La capacidad y ubicación de la cisterna será determinada por el contratista en función de los volúmenes de producción de concreto necesarios para cumplir con el cronograma de construcción.

Medición:

Se realizará por unidad.

Precio Unitario:

Se hará en forma global. Se han previsto dos (02) unidades y se pagará proporcionalmente a su ejecución. Tiene carácter de sumaalzada y no se reconocerá, por ningún concepto mayor suma que la indicada en el presupuesto. Cubre todo el equipo, materiales y mano de obra necesarios para su ejecución.

2.00 MOVIMIENTOS DE TIERRAS

2.01 EXCAVACION CONGLOMERADO BOLONERIA EN SECO

2.02 EXCAVACION CONGLOMERADO BOLONERIA BAJO AGUA

Alcances:

Las excavaciones se refieren al movimiento de todo material y de cualquier naturaleza, que debe ser removido para proceder a la construcción de las cimentaciones y elevaciones de las subestructuras, de acuerdo a los planos o a las indicaciones del ingeniero supervisor.

Las cotas de fondo de cimentación indicados en los planos pueden ser modificados por orden escrita del ingeniero supervisor, si tal variación fuese necesaria para asegurar la estabilidad de la obra.

El contratista efectuará la excavación por el método que más le convenga, sin dañar la obra ya realizada ni las construcciones adyacentes.

El fondo de cimentación deberá ser nivelado rebajando los puntos altos, pero de ninguna manera rellenando los puntos bajos.

En cualquier tipo de suelos al ejecutar los trabajos de excavación o nivelación se tendrá la preocupación de no producir alteraciones en la consistencia del terreno natural de base.

Cuando la estabilidad de las paredes de las excavaciones las requieran, deberán construirse entibados, tablestacados o similares, necesarias para su ejecución.

Todo material extraído que no sea utilizado con relleno, deberá ser transportado hacia otro lugar de modo que no afecte la capacidad del cauce o la estética de los accesos.

Medición:

La unidad es el m³. Para efectos del metrado del expediente técnico, se ha previsto efectuar las excavaciones con un sobre ancho desde la base de 0.60 m y un talud requerido según el material de cimentación. Para un conglomerado el talud será 1 horizontal por 2 vertical, para roca será 1 horizontal por 10 vertical.

Los volúmenes a excavar para mantener la estabilidad de la excavación no serán considerados en los metrados.

Precio Unitario:

El pago de las excavaciones se hará en la base de precio unitario por metro cúbico (m³) de excavación de acuerdo al párrafo anterior.

El precio unitario incluirá además, los mayores volúmenes a excavar para mantener la estabilidad de la excavación y las obras de defensa necesarias para su ejecución. Dicho precio unitario variará según sea la calidad del material a remover y en caso de las excavaciones bajo agua, según la profundidad a la que se ejecute.

Definiciones:

Excavación en Seco

Se considerará como excavación en seco, al movimiento de tierras que se ejecute por encima del nivel de aguas, tal cual sea constado por la supervisión en el terreno, durante la ejecución de la obra.

Excavación bajo Agua

Se considera excavación bajo agua, al movimiento de tierras que se ejecute por debajo del nivel de aguas, tal cual sea constatado por la supervisión, durante la ejecución de la obra.

2.03 EXCAVACION EN CAISSON ABIERTO BAJO AGUA

Alcances:

Esta partida consiste en ejecutar la excavación hasta las cotas de cimentación indicadas en los planos, pueden ser modificadas por orden escrita del ingeniero supervisor, si tal variación fuese necesaria para asegurar la estabilidad del elemento estructural a cimentar. La excavación en caisson se iniciará a partir de la cota del nivel de aguas.

Concluidos los trabajos de la partida de excavación abierta en conglomerado con bolonería, se nivelará el terreno y se procederá al encofrado del cajón (caisson) de acuerdo a lo indicado en los planos.

Se inicia con la colocación de la armadura especificada y se procederá al llenado o colocación del concreto de las paredes del caisson, de acuerdo a las especificaciones de dichas partidas. Concluida la construcción del cajón, se procederá a efectuar la excavación e hincado del caisson, procurando que el hincado sea parejo conservando la verticalidad y alineamiento en los ejes del mismo.

Es recomendable que la excavación se efectúe procurando hincar el caisson cada 20 cm. para evitar la inclinación del mismo (inclinación aceptable $< 1.50\%$).

El proceso de hincado concluirá hasta llegar al fondo de cimentación, el mismo que deberá ser verificado por el ingeniero supervisor.

Con la conformidad de la supervisión se procederá a ejecutar el sello del caisson de acuerdo al tipo de concreto especificado por los planos.

Medición:

En las excavaciones con caisson se considerará el volumen de la excavación limitada por los planos verticales definidos por las paredes del caisson de las caras del perímetro externo del fondo de cimentación.

Precio Unitario:

El pago de las excavaciones se hará en la base de precio unitario por metro cúbico (m³) de excavación, de acuerdo a la medición realizada.

2.04 EXCAVACION EN ROCA FIJA EN SECO

2.05 EXCAVACION EN ROCA FIJA BAJO AGUA

Alcances:

La excavación se realizará con ayuda de explosivos, dosificando las cargas de manera tal de remover la roca por excavar, pero no la roca que servirá de apoyo a los estribos. Los límites de la excavación están determinados por las dimensiones de la cimentación que alojan, de manera que el concreto pueda ser colocado directamente en la excavación sin ayuda de encofrados.

Medición:

La unidad de medida es el m³. Aplicado sobre el volumen teórico de excavación correspondiente a las dimensiones de la cimentación por llenar. No se pagará la sobre excavación que el contratista efectúe.

Precio Unitario:

El precio unitario incluye toda la mano de obra, materiales y equipo necesarios para la ejecución de la partida. Cualquier mayor costo motivado por sobre excavaciones que el contratista prevea, deberá ser incluido en el precio unitario.

2.06 RELLENO COMPACTADO DE EXCAVACION REMANENTE

Alcances:

Los rellenos se refieren al movimiento de tierras ejecutado para rellenar todos los espacios excavados y no ocupados por las cimentaciones de las subestructuras.

Todo material usado en relleno deberá ser de calidad aceptable a juicio del ingeniero supervisor y no contendrá material orgánico ni elementos inestables o de fácil alteración.

El relleno se ejecutará hasta la superficie del terreno circundante teniendo en cuenta los asentamientos que pueden producirse en su seno. Deberá ser enteramente compactado por medios apropiados y aprobados por el ingeniero supervisor, de modo que sus características mecánicas sean similares a las del terreno primitivo.

En las excavaciones en roca, el relleno se ejecutará únicamente con concreto. El relleno del terraplén detrás de los estribos y muros del ala del puente será depositada y compactado convenientemente, en capas horizontales de 0.30 m de espesor.

Cuando se deba ejecutar rellenos delante de dichas estructuras, éstos deberán realizarse con anterioridad para prevenir posibles deflexiones. Se tomará precauciones para prevenir acciones de cuña contra la albañilería, destruyendo los taludes de las excavaciones, de modo que estos queden escalonados o rugosos.

No se colocará relleno tras los estribos y muros de ala de contención sin orden escrita del ingeniero y de preferencia no antes de los 14 días de terminada la albañilería o cuando las pruebas del concreto determinen cuando menos el 50% de su resistencia.

Medición:

Se considerará como volumen de relleno al volumen realmente ejecutado, ubicado en obra por la supervisión, no se considerará en el metrado el mayor volumen movido, debido al esponjamiento.

Precio Unitario:

El pago de los rellenos se hará en base de precio unitario por metro cúbico (m³) de relleno, de acuerdo al párrafo anterior.

El precio unitario incluirá además, los mayores volúmenes de material movido necesarios por el esponjamiento. En caso de rellenar bajo agua, el precio unitario variará según la profundidad a la que se ejecute.

Definiciones:

Relleno en Seco

Se considerará como relleno en seco aquel que se ejecute por encima del nivel de aguas tal cual sea constatado por la supervisión en el terreno durante la ejecución de la obra.

Relleno bajo Agua

Se considerará relleno bajo agua, aquel que se ejecuta por debajo del nivel de aguas, tal cual sea constatado por la supervisión en el terreno durante la ejecución de la obra.

2.08 ENROCADO DE PROTECCIÓN

Alcances:

El material que conforma los enrocados será roca de buena calidad, sanas, compactas y resistentes; de preferencia bloques angulares, pero se puede aceptar bloque sub angulares o redondeados.

Los enrocados diseñados estarán diseñados por su D50, el cual corresponde a aquel tamaño de bloque, para el cual el 50% de todos los bloques son de menor tamaño. El enrocado considerado tiene una granulometría determinada, conforme se muestra en la tabla 2.

Colocación:

La colocación del enrocado será efectuado directamente desde los volquetes “al volteo”, y la colocación será ayudada por una retroexcavadora o equipo similar que el contratista estime conveniente, de manera que los tamaños más pequeños rellenen los vacíos entre los bloques grandes y se logre una mejor trabazón entre ellos. La superficie final exterior debe quedar lo más uniforme posible.

El espesor del enrocado no debe ser menor que el tamaño indicado en los rangos de los husos granulométricos.

El enrocado que se coloque no tendrá una compactación especial excepto el paso de equipos de construcción, cuando sea posible.

Tabla N° 6.- Distribución Granulométrica de Enrocados

Enrocado D50 = 0.25 m		Enrocado D50 = 0.50 m		Enrocado D50 = 0.70 m		Enrocado D50 = 0.90 m	
Ø mm.	% Acumulado que pasa	Ø mm.	% Acumulado que pasa	Ø mm.	% Acumulado que pasa	Ø mm.	% Acumulado Que pasa
500	100	800	100	1200	100	1500	100
400	80 - 100	600	65 - 100	900	60 - 100	1200	60 - 100
275	50 - 70	550	50 - 85	850	50 - 85	1000	40 - 70
200	30 - 45	450	30 - 50	700	30 - 50	600	0 - 20
127	0 - 20	325	15 - 30	600	0 - 30	425	0 - 5
		250	0 - 20	300	0 - 10		

Tomado del “Manual de Diseño de Puentes” del MTC-DGCF Ministerio de Transportes y Comunicaciones Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, inciso 2.10 Disposiciones Constructivas, edición 1998.

Medición:

La unidad de medida es el m3.

Precio Unitario:

El precio unitario incluye todos materiales, mano de obra y equipo necesarios para la ejecución de la partida.

3.00 ENCOFRADOS

Alcances:

Los encofrados se refieren a la construcción de formas temporales para contener el concreto de modo que éste, al endurecer, tome la forma que se estipula en los planos respectivos, tanto en dimensiones como en su ubicación en la estructura.

Diseños:

Los encofrados deberán ser diseñados y contruidos de modo que resistan totalmente al empuje del concreto al momento del relleno sin deformarse.

Para dichos diseños se tomará un coeficiente de incremento por impacto, igual al 50% del empuje del material que deba ser recibido por el encofrado.

Antes de proceder a la construcción de los encofrados el contratista deberá obtener la autorización escrita del ingeniero supervisor, previa aprobación.

Los encofrados para ángulos entrantes deberán ser aplanados y aquellos para arista, serán fileteados.

Construcción:

Los encofrados deberán ser contruidos de acuerdo a las líneas de la estructura y apuntalados sólidamente para que conserven su rigidez, en general, se deberá unir los encofrados por medio de pernos que puedan ser retirados posteriormente, en todo caso, deberán ser contruidos de modo que se pueda fácilmente desencofrar.

Antes de depositar el concreto, los encofrados deberán ser convenientemente humedecidos y sus superficies interiores recubiertas adecuadamente con aceite, grasa o jabón, para evitar la adherencia del mortero.

No se podrá efectuar llenado alguno sin la autorización escrita del ingeniero supervisor, quien previamente habrá inspeccionado y comprobado las características de los encofrados.

Descimbrado:

Los encofrados no podrán quitarse antes de los tiempos siguientes, a menos que el ingeniero supervisor lo autorice por escrito:

- | | | |
|-----------------------------|-----------|--------------|
| • Costado de vigas | 24 | horas |
| • Cimentación y elevaciones | 3 | días |
| • Columnas | 7 | días |
| • Losas | 14 | días |
| • Fondo de vigas | 21 | días |

Todo encofrado para volver a ser usado no deberá presentar alabeos ni deformaciones y deberá limpiarse cuidadosamente antes de ser colocado.

Medición:

Se considera como área de encofrado a la superficie de la estructura que será cubierta directamente por dicho encofrado.

Precio Unitario:

El pago de los encofrados se hará en base de precio unitario por metro cuadrado (m²) de encofrado. Este precio incluirá, además de los materiales, mano de obra y equipo necesario para ejecutar el encofrado propiamente dicho, todas las obras de refuerzo y apuntalamiento, así como de accesos, indispensables para asegurar la estabilidad, resistencia y buena ejecución de los trabajos. Igualmente incluirá el costo total del descimbrado.

Definiciones:

Encofrado de superficies no Visibles:

Los encofrados de superficies no visibles pueden ser construidos con madera en bruto, pero sus juntas deberán ser convenientemente calafateadas para evitar fugas de la pasta.

Encofrado de superficies Visibles:

Los encofrados de superficie visibles serán hechos de madera laminada, planchas duras de fibras prensadas, madera machihembrada aparejada y cepillada o metal.

Las juntas de unión deberán ser calafateadas de modo que no permitirá la fuga de la pasta. En la superficie en contacto con el concreto, las juntas deberán ser cubiertas con cintas, aprobadas por el ingeniero inspector, para evitar su desprendimiento durante el llenado.

4.00 FALSO PUENTE

Generalidades:

La especificación se refiere a la construcción de una estructura temporal para soportar las formas de la superestructura que han de ser llenadas con concreto; tanto para la construcción del arco y el apuntalamiento para apoyar los encofrados de las vigas y losas que constituyen el tablero, así como para la construcción de vigas y losas de la superestructura del puente Cuicua. Esta obra soportará a la superestructura del puente mientras esta no tenga la capacidad portante necesaria.

Materiales:

El falso puente podrá ser hecho de acero en forma de vigas de alma llena, o celosía formada por angulares y/o tubos, o estructuras de madera debidamente dimensionadas. Cuando se utiliza madera para la construcción del falso puente, esta podrá ser cortada sin cepillar, de buena calidad y no presentará el uso de troncos salvo autorización escrita del ingeniero supervisor.

Dimensiones:

El falso puente deberá dimensionarse para resistir adecuadamente las siguientes cargas:

- El peso de las vigas y losas postensadas y parte de los cajones de columnas que seguramente no han desarrollado su capacidad portante.
- Una sobrecarga de 250 Kg/m² representativa del personal obrero y de sus herramientas de trabajo.
- Una carga horizontal de 150 Kg/ml aplicada en el borde superior del falso puente por efectos del impacto del río.

El falso puente deberá permanecer estable y sin sufrir asentamientos bajo las cargas indicadas, durante todo el tiempo que sea requerido. El falso puente deberá estar convenientemente arriostrado y apuntalado para evitar oscilaciones y corrimientos que pudieran afectar la seguridad de las estructuras.

El ancho del falso puente deberá ser tal que prevea el apoyo sobre él del encofrado del tablero y de una plataforma de trabajo a cada lado del tablero de por lo menos 1.00 m de ancho para el tránsito de equipo y personal.

Descimbrado:

Deberá proveerse de los dispositivos necesarios para su fácil descimbrado, y de apoyos apropiados, los cuales deberán sobresalir del nivel de aguas en la época de construcción de la obra.

La obra falsa se construirá de modo de proveer a la estructura de la contra flecha indicada en los planos.

El descimbrado no podrá efectuarse antes de 21 días después del llenado del concreto, a menos que se estipule otro plazo en los planos o lo autorice el ingeniero supervisor.

En cualquiera de estos casos, la fecha del descimbrado se establecerá de acuerdo al resultado de las pruebas de compresión realizadas en los testigos tomados durante el llenado, y mediante autorización escrita del ingeniero supervisor.

Para el caso de una estructura postensada podrá realizarse el descimbrado para cuando el concreto tenga una resistencia mínima de 280 Kg/cm² probada con muestras de probetas evaluadas a la compresión.

Diseño y planos:

El contratista presentará al ingeniero supervisor para su revisión y aprobación el diseño y los planos detallados de construcción del falso puente.

Medición:

La unidad de medida es la unidad aplicada sobre la estructura total necesaria para apoyar sobre ella los encofrados del arco, de las vigas y de la losa del tablero en forma global.

Precio Unitario:

El precio unitario contempla los materiales, equipo y mano de obra necesarios para la ejecución de la partida, incluye el sobre ancho para el tránsito de equipo y personal durante la construcción; además deberá permanecer todo el tiempo que dure la construcción de las estructuras de concreto, incluyendo el tensado de los elementos de concreto postensado.

El falso puente se pagará de acuerdo al avance de la partida, lo cual incluye el suministro de los materiales, la fabricación, descimbrado y retiro del falso puente.

5.00 CONCRETOS

Generalidades:

Las obras de concreto se refieren a todas aquellas ejecutadas con una mezcla de cemento, material inerte y agua, la cual deberá ser diseñada por el contratista a fin de obtener un concreto de las características especificadas y de acuerdo a las condiciones necesarias de cada elemento de la estructura.

La dosificación de los componentes de la mezcla será al peso, determinando previamente el contenido de humedad de los agregados para efectuar la corrección correspondiente en la cantidad de agua de la mezcla.

El ingeniero supervisor comprobará en cualquier momento la buena calidad de la mezcla, rechazando todo material defectuoso.

La mínima cantidad de cemento con la cual se debe realizar una mezcla, será la que indica la siguiente tabla 3:

Tabla N° 7.- Cantidad de Cemento por m3 de Mezcla

Las cantidades de cemento que se muestran son mínimas y se recomiendan tomando en cuenta la experiencia en obras similares:

Tipo de Concreto	Cemento Kg/m3	f'c aproximado Kg/cm2
Ciclópeo	170	140
Simple / Cimentaciones ligeramente armadas	250	175
Losas Armadas	300	210
Vigas cajón, losa delgada, concreto pres forzado y llenado de concreto bajo agua	400	280
Superestructura	420	320

Tomado del Tomo "Especificaciones Técnicas del Estudio Definitivo de Puentes: Carretera Nazca – Puquio – Chahuanca – Abancay" del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, edición 1997.

Ejecución:

La correcta ejecución de las obras de concreto deberá ceñirse a las especificaciones que aparecen en los subtítulos desde materiales a muestras.

Medición:

Se considerará como volumen de concreto, aquel cubicado en obra por el ingeniero responsable y depositado en los encofrados siguiendo estrictamente los alineamientos de los planos.

Precio Unitario:

El pago del contrato se hará en base de precio unitario por metro cúbico (m3) de concreto. Dicho precio incluirá los materiales y equipos colocados en obra para las operaciones de mezclado, llenado, confección de juntas de construcción, acabado, curado y la obtención de las muestras necesarias.

Materiales

Cemento:

Todos los tipos de concreto, a menos que se especifique otra cosa, usarán cemento Portland normal tipo I ASTM C150 – 56, el que se encontrará en perfecto estado en el momento de su utilización.

Deberá almacenarse en construcciones apropiadas que lo protejan de la humedad. Los envíos de cemento se colocarán por separado; indicándose en carteles la fecha de cada lote, de modo de proveer su fácil identificación, inspección y empleo de acuerdo al tiempo.

Agua:

El agua a emplearse en la mezcla deberá ser clara, limpia, exenta de aceite, ácidos, álcalis o materia orgánica. No deberá ser salobre.

Al tomar sus muestras, se tendrá cuidado que sean representativas y los envases estén limpios. No se podrá emplear el agua sin verificación por medios adecuados del ingeniero supervisor de obras.

Agregados:

El agregado fino consistirá de arena natural u otro material inerte con características similares, sujeto a aprobación previa por el laboratorio de la dirección de ingeniería. Será limpio, libre de impurezas, sales y sustancias orgánicas. La arena será de granulometría adecuada, natural o procedente de la trituración de piedras.

La cantidad de sustancias dañinas no excederá los límites indicados en la siguiente tabla 4:

Tabla N° 8.- Porcentajes mínimos Admisibles de impurezas en Agregado Fino

Sustancias	Porcentaje en Peso
Arcilla o terrones de arcilla	1%
Carbón o lignito	1%
Materiales que pasa la malla N° 200	3%

Otras sustancias perjudiciales tales como esquistos, álcalis, micas, granos recubiertos, pizarra y partículas blandas y escamosas no deberán exceder de los porcentajes fijados para ellas en especificaciones especiales cuando la obra lo requiera.

El agregado fino será de granulometría uniforme debiendo estar comprendida entre los límites indicados en la siguiente tabla 5:

Tabla N° 9.- Husos del Agregado Fino

Malla	Porcentaje que Pasa en Peso
3/8"	100
N° 4	95 – 100
N° 16	45 – 80
N° 50	10 – 30
N° 100	2 – 10

A fin de determinar el grado de uniformidad, se hará una comprobación de módulo de finura (MF) con muestras representativas enviadas por el contratista de todas las fuentes de aprovisionamiento que el mismo se proponga usar. Los agregados finos de cualquier origen, que acusen una variación de MF > 0.20 en más o menos, con respecto al MF medio de las muestras representativas enviadas por el contratista, serán rechazadas ó podrían ser aceptadas sujetas a los cambios en las proporciones de los inertes ó en el método de depositar y cargar las arenas que el ingeniero supervisor pudiera disponer.

El MF de los agregados finos será determinado, sumando los porcentajes acumulativas en peso de los materiales retenidos en cada uno de los tamices US Standard N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 y dividiendo por 100.

El agregado grueso consistirá de piedras partidas, grava, canto rodado o escorias de altos hornos, cualquier otro material inerte aprobado con características similares o combinaciones de estos. Deberá ser duro, con una resistencia última mayor que la del concreto en que se va a emplear, químicamente estable, durable, sin materias extrañas y orgánicas adheridas a su superficie. La cantidad de sustancias dañinas no excederá de los límites indicados en la siguiente tabla 6:

Tabla N° 10.- Porcentajes mínimos Admisibles de impurezas en Agregado Grueso

Sustancias	Porcentaje en Peso
Fragmentos blandos	5%
Carbón y lignito	1%
Arcilla y terrones de arcilla	0.25%
Material que pasa la malla N° 200	1%
Piezas delgadas o alargadas Longitud mayor que 5 veces el espesor promedio	10%

Otras sustancias perjudiciales tales como esquistos, álcalis, micas, granos recubiertos, pizarra, sales y sulfatos en concentraciones mayores a 200 ppm (considerado para concreto postensado), partículas blandas y escamosas no deberán exceder de los porcentajes fijados para ellas en especificaciones especiales cuando la obra lo requiera.

El agregado grueso será bien graduado dentro de los límites indicados en la siguiente tabla 7:

Tabla N° 11.- Husos del Agregado Grueso

Tamaño	Porcentaje en Peso que pasa por los Tamices							
	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4
1/2" a N° 4	-	-	-	-	-	100 a 90	90 a 40	40 a 0
	-	-	-	-	-	100	100 a 70	70 a 15
3/4" a N° 4	-	-	-	-	100	100 a 95	95 a 20	20 a 0
	-	-	-	-	100	95 a 55	55 a 10	10 a 0
1" a N° 4	-	-	100	95 a	-	25 a	-	0
	-	-	100	100 a	-	60 a	-	10
1 1/2" a N° 4	-	100	95 a	-	35 a	-	10 a	0
	-	100	100 a	-	70 a	-	30 a	5
2" a N° 4	100	95 a	-	35 a	-	10 a	-	0
	100	100 a	-	70 a	-	30 a	-	5
1 1/2" a 3/4"	-	-	100	90 a	20 a	0	-	-
	-	-	100 a	55 a	15 a	-	5 a	0
2" a 1"	100	95 a	35 a	4 a	-	0	-	-
	100	100 a	70 a	15 a	-	5 a	0	-

El tamaño máximo del agregado grueso no deberá exceder los 2/3 del espacio libre entre las barras de la armadura; y, en cuanto al tipo y dimensiones del elemento a llenar se observarán recomendaciones de la siguiente tabla 8:

Tabla N° 12.- Tamaño máximo del Agregado Grueso en pulgadas

Dimensión mínima de la Sección	Muros Armados Vigas y Columnas	Muros sin Armar	Losas fuertemente Armadas	Losas ligeramente Armadas o sin Armadura
2 1/2" – 5"	1/2" – 3/4"	3/4"	3/4" – 1"	3/4" – 1 1/2"
6" – 11"	3/4" – 1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2" – 3"
12" – 29"	1 1/2" – 3"	3"	1 1/2" – 3"	3" – 5"
30" ó más	1 1/2" – 3"	6"	1 1/2" – 3"	3" – 6"

El almacenaje de los agregados se hará según sus diferentes tamaños y a cierta distancia unos de otros, de modo que los bordes de las pilas no se entremezclen.

El agregado ciclópeo se constituirá con piedras grandes, duras, estables y durables, con una resistencia última mayor al doble de la exigida para el concreto en que se va a emplear. Su dimensión máxima no será mayor que 1/5 de la menor dimensión a llenarse, la piedra estará libre de materia de cualquier especie.

De preferencia, la piedra será de forma angulosa y tendrá una superficie rugosa de manera de asegurar una buena adherencia con el mortero circundante.

El contratista proporcionará, previamente a la dosificación de las mezclas, porciones representativas de los agregados fino y grueso al laboratorio que la entidad contratante determine para su análisis, de cuyo resultado dependerá la aprobación para el empleo de estos agregados.

El supervisor podrá solicitar, cuantas veces considere necesario, nuevos análisis de los materiales en uso.

Mezclado:

El mezclado de los componentes del concreto se hará exclusivamente a máquina. El equipo de mezclado a utilizarse deberá contar con la aprobación del ingeniero supervisor antes de su empleo.

Todo el volumen de concreto de una tanda deberá ser extraído del tambor antes de introducir la siguiente tanda. Los materiales que componen una tanda se introducirán en el tambor siguiendo el orden que se indica, si no hubiera otra indicación del ingeniero supervisor, a saber:

- 10% del volumen del agua
- Grava, cemento, arena
- El restante 90% de agua

El tiempo de mezclado no será menor de 1 1/2 minutos ni mayor de 5 minutos. El ingeniero supervisor tomará todas las provisiones necesarias para el control de este tiempo, así como deberá proveerse de los elementos necesarios para el control estricto de la cantidad de agua mezclada.

Llenado:

Deberá de limpiarse las formas limitadas por el encofrado de todo material extraño antes de ejecutar el llenado.

El concreto deberá ser transportado y colocado de modo de no permitir la segregación de sus componentes, permitiéndose solamente para su transporte la carretilla o con llantas neumáticas, los cucharones ovales de pluma y el uso de bombas especiales.

No se aceptarán para el llenado de concreto a aquellas mezclas que tengan más de 30 minutos de preparada, haciéndose la salvedad que los que no hayan sido utilizados de inmediato deberán haberse mantenido en proceso de agitación adecuada hasta su utilización siempre que este tiempo no sobrepase los 30 minutos citados.

Al depositar el concreto é inmediatamente después, debe ser convenientemente compactado. Se usarán aparatos de vibración interna de frecuencia no menor de 6000 vibraciones por minuto. El contratista dispondrá de un número suficiente de vibradores,

En caso de emergencia si fuera necesario para la colocación de concreto antes de completar la sección, se colocarán llaves de unión adecuadas como lo indique el ingeniero supervisor y la junta resultante será considerada como junta de construcción y deberá ser tratada como se prescribe en el subtítulo correspondiente.

Juntas de Construcción:

Las juntas de construcción estarán localizadas donde se indiquen en los planos respectivamente o en su defecto donde lo indique el ingeniero supervisor. Las juntas deberán ser perpendiculares a las líneas principales de fatiga y en general estarán localizadas en los puntos donde el esfuerzo cortante sea mínimo.

En juntas de construcción horizontales, se colocarán listones de 4 cm. de espesor dentro de los encofrados a lo largo de todas las caras cubiertas para dar línea recta a las juntas.

Antes de colocar el nuevo concreto fresco, las superficies de la junta de construcción deberán ser enteramente picadas con una herramienta adecuada aprobada por el ingeniero supervisor para eliminar natas y materiales sueltos e indeseables, deberán ser lavadas y raspadas con escobillas de alambre y empapadas en agua hasta su saturación conservándolas saturadas hasta colocar el nuevo concreto.

El concreto de las subestructuras como estribos para colocación de losas de aproximación, será colocado de tal manera que todas las juntas de construcción sean horizontales y si es posible, que no queden visibles en la estructura terminada.

Cuando se necesiten juntas de construcción verticales, las barras de refuerzo deberán ser extendidas a través de la junta de tal manera que la estructura resulte monolítica además de haber dejado en tales casos llaves de corte formadas por dentaduras de las superficies.

Acabado:

Toda superficie de concreto será convenientemente lijada con herramientas adecuadas ya que no se aplicará enlucido a ninguna superficie. Una superficie acabada no deberá variar más de 3 mm de una regla de 3.00 m colocada sobre dicha superficie.

Para superficies visibles el terminado consistirá en un pulido efectuado con herramientas alisadoras, chorro de arena o máquina de pulido por abrasión. Según el tipo de obra, será el ingeniero supervisor quien apruebe el tipo de terminado a dar.

Curado y protección:

Toda superficie de concreto será conservada húmeda durante 7 días por lo menos, después de la colocación del concreto, si se ha usado cemento Portland normal del tipo I, y durante 3 días si se ha usado cemento de alta resistencia inicial como del tipo V.

El curado se iniciará tan pronto se haya iniciado el endurecimiento del concreto y siempre que no sirva de lavado de la lechada de cemento.

En todo momento se conservarán estos materiales mojados por todo el período de curado. Todas las demás superficies que no hayan sido protegidas por encofrados, serán conservadas completamente mojadas, ya sea rociándolas con agua o por medio de yute mojado, esteritas de algodón u otros tejidos adecuados hasta el final del período de curado.

Muestras

Se tomarán como mínimo nueve (9) muestras o testigos por cada llenado, realizando el ensayo de rotura por compresión de la siguiente manera:

- 03 muestras a 7 días
- 03 muestras a 14 días
- 03 muestras a 28 días

Considerándose el promedio de cada grupo como resistencia última del elemento. Esta resistencia no podrá ser menor que la exigida en el proyecto para la partida respectiva. El contratista proporcionará estos testigos al ingeniero supervisor.

Cimentación

Generalidades:

Las cimentaciones se refieren a la construcción de las zapatas de la subestructura, del tipo macizas ó caisson.

Ejecución:

Las cimentaciones se construirán estrictamente de acuerdo a los planos, después de alcanzar la cota de cimentación y con la aprobación escrita del ingeniero supervisor.

Todas las cimentaciones serán encofradas para su llenado, no pudiendo verterse concreto contra las paredes de las excavaciones solamente en el caso de llenado de excavaciones en roca se permitirá el no empleo de encofrados.

La ejecución de las cimentaciones deberá ceñirse a los subtítulos materiales, mezclado, llenado, curado, protección y muestras descritas anteriormente.

La altura de los cuerpos parciales en que se efectuará el llenado no deberá exceder de 3.00 m, debiendo asegurarse el compactado del concreto especialmente en las partes inferiores de las formas.

La cota de cimentación indicada en los planos no es definitiva, debiendo ser confirmada en obra por el ingeniero supervisor.

Medición:

En la misma forma que para el concreto.

Precio Unitario:

En la misma forma que para el concreto.

6.00 ARMADURA

6.01 ARMADURA DE REFUERZO

Generalidades:

La armadura de refuerzo se refiere a la habilitación del acero en barra según lo especificado en los planos estructurales del puente.

Dicho acero estará formado por barras de diámetro mayor de 3/8", debiendo estar conforme a las especificaciones establecidas para barras de acero de lingotes (AASHTO M31 o ASTM A15), barras de acero para riel (AASHTO M42 o ASTM A16), todas las barras deben ser corrugadas de acuerdo a las especificaciones establecidas por AASHTO M37 o ASTM A615 – 68 (A – 60), según se indique en los planos.

Cuando en los planos estructurales se indique, se podrá emplear barras corrugadas de acero doblado en frío.

Dimensiones:

Todas las barras, antes de usarlas, deberán estar completamente limpias, libres de polvo, pintura, óxido, grasas, o cualquier otra materia que disminuyan su adherencia.

Las barras deberán ser dobladas en frío de acuerdo a la forma y dimensiones descritas en los planos. A menos que se estipule otra cosa en los planos, los aceros tipo estribos y alambres de amarre deberán ser doblados alrededor de un pivote de diámetro no menor de 2 veces el diámetro de la barra, para los aceros tipo barras, el doblado deberá hacerse alrededor de un pivote de diámetro no menor de 6 veces el diámetro de la barra. En caso de usarse ganchos para el anclaje de las barras y a menos que se estipule otra cosa en los planos, estos deberán tener un lado no menor de 12 veces el diámetro de la barra y una extensión al extremo libre de por lo menos 4 veces el diámetro de la barra.

Toda la armadura deberá ser colocada exactamente en su posición según lo indicado en los planos y firmemente sujeta durante la ejecución del llenado y vibrada del concreto.

Las barras deben ser atadas en todas las intersecciones, excepto cuando el espaciamiento de ellas es menor de 0.30 m en cualquier dirección, caso en que se atarán alternadamente. Los recubrimientos libres indicados en los planos deberán ser logrados únicamente por medio de separadores de mortero. De la misma forma se procederá para lograr el espaciamiento de las barras. El ingeniero supervisor deberá aprobar la armadura colocada previa inspección de la correcta ejecución del trabajo y del alineamiento señalado en los planos.

Toda la armadura debe ser suministrada en las longitudes que se estipulan en los planos. Los empalmes a traslapar deberán ejecutarse atortolando las dos barras con alambre, de modo que queden en estrecho contacto y firmemente sujetas. En cualquier caso, los empalmes deberán respetar los espaciamentos y recubrimientos libres estipulados en los planos.

Medición:

En la armadura de refuerzo se considerará el peso neto en Kilogramo incluyendo desperdicios y empalmes.

Precio Unitario:

El pago de la armadura de refuerzo se hará en base del precio unitario por Kilogramo de acero de acuerdo al párrafo anterior. Dicho precio unitario incluirá el costo de acero puesto en obra, el doblado y colocado en los encofrados.

7.00 UNIDADES POSTENSORAS

Generalidades:

Para las especificaciones del presente trabajo las unidades postensoras están formadas por:

Tendón: Constituido por torones dentro de ductos metálicos corrugados y finalmente inyectados con lechada de agua – cemento, para el caso de los tendones de las vigas y columnas.

Anclajes: Uno de cada extremo fijo y móvil, diseñados y suministrados por Diwidag System International.

El contratista presentará al ingeniero supervisor para su aprobación, planos en detalle de colocación de las unidades postensoras, de acuerdo a la patente a usarse, incluyendo el refuerzo que pudiera ser necesario bajo los anclajes, gatos a usarse con sus características, estiramiento previsto de las unidades, presión manométrica y las hojas de cálculo respectivas, que garanticen la obtención de las fuerzas de pres fuerza indicadas en los planos.

Materiales

Acero de postensado:

El acero de postensado que se emplee deberá cumplir las especificaciones ASTM 416 en el caso de torones. Los torones que se empleen deberán ser liberados de esfuerzos y preferiblemente de baja relajación. Cada lote de cables que se emplee deberá tener un certificado de fábrica que garantice su carga última.

Ductos:

Los ductos que alojan al acero de postensado en las vigas y columnas, serán metálicos de lámina de acero de no menos de 0.24 mm de espesor, corrugadas helicoidalmente y de diámetro no menor de 60.00 mm.

Los ductos serán de baja rugosidad con coeficientes no mayores de $\mu = 0.2000$ y $\kappa = 0.0008$ a efectos de cálculo de pérdidas por fricción.

Anclajes:

Los anclajes deberán ser manufacturados por una marca de reconocido prestigio. Su material, dimensiones y colocación en obra deberán corresponder a lo especificado en los catálogos del fabricante.

Mortero de inyección:

El mortero de inyección es una mezcla de agua y cemento Portland; o, agua, cemento Portland y arena.

El agua, cemento Portland y la arena, deberán cumplir las mismas especificaciones que para la confección del concreto estructural, con excepción de la granulometría de la arena que podrá ser modificada para lograr un adecuado nivel de trabajo; además podrá emplearse aditivos.

El contenido de agua deberá ser mínimo que permita una maniobra adecuada para la inyección y en ningún caso deberá excederse la relación 0.45 por peso de agua a cemento. El mezclado e inyección deberá hacerse por medios mecánicos.

El mezclado e inyección deberá estar libre de aglutinaciones para lo cual el mortero será preferiblemente cernido antes de su colocación.

Las boquillas de inyección no deberán estar distanciadas más de 25.00 m, inyectándose desde un extremo hasta que el material salga por la siguiente boquilla con la misma consistencia con la que es inyectada, logrado lo cual, se taponará la boquilla por la cual se estaba haciendo la inyección y se trasladará el punto de inyección a la siguiente boquilla continuándose con la operación. La operación para cada tendón deberá hacerse en forma continua desde su inicio hasta su culminación, manteniendo la mezcla en movimiento, disminuyendo así la fricción entre el mortero, el ducto y los cables.

Debe tenerse presente que la presión empleada para la inyección produce tensiones internas en el concreto que rodea al ducto y estos deberán mantenerse dentro de los límites tolerables. En general se recomienda emplear presiones menores a 5 bares.

Colocación de unidades postensoras

Ductos: Los ductos serán colocados en su posición dentro de los encofrados, apoyándose en los estribos de las vigas fijados con acero de refuerzo adicional a cada 1.00 m. El contratista podrá colocar los ductos incluyendo el acero postensor ó podrá colocarlos vacíos para posteriormente lanzar los torones dentro de ellos. En este último caso deberá tenerse especial cuidado durante la colocación y vibrado del concreto a fin de evitar que los ductos sean dañados lo cual dificultaría o impediría la colocación de los torones. Para comprobar la inalterabilidad de cada ducto, después de terminado el llenado, se efectuará el sondeo de cada ducto pasando una sonda de un diámetro 10.00 mm menor que el diámetro interior del ducto, de un extremo a otro. Concluida satisfactoriamente la prueba, se taponarán ambos extremos, para impedir el ingreso de materias extrañas, hasta la colocación del cable de continuidad.

Torones: Los torones que forman cada tendón serán colocados inicialmente con sus ductos o lanzados posteriormente con lanzaderas especiales o en todo caso jalados con cable guía según el método que el contratista proponga.

Anclajes: Los anclajes que se usen en las columnas y vigas se colocarán apoyándose en los encofrados en forma firme en la posición indicada en los planos según el método que el contratista proponga, debiendo ser perpendiculares al eje del tendón.

Tensado de los tendones:

El tensado de las vigas se podrá efectuar cuando el concreto alcance una resistencia de 25 MPa o 280 Kg/cm². El contratista presentará a la supervisión los planos y cálculos que justifiquen la fuerza postensora inicial aplicable en cada tendón que garantice la obtención de la fuerza final estable indicada en los planos del proyecto. En su plano el contratista indicará el área de pistón del gato a usar, así como la presión manométrica y los estiramientos previstos en cada caso.

El tensado de los cables se hará para lograr la fuerza indicada en los planos. El alargamiento realmente logrado no diferirá en más o menos 10% de lo indicado en los planos, caso contrario se consultará con el proyectista. La fuerza postensora se aplicará en 5 etapas escalonadas, leyéndose los estiramientos respectivos a partir del primer estiramiento, asumiendo el valor del mismo igual al estiramiento logrado en la segunda aplicación de fuerza. La presión manométrica será determinada en función de las características del gato a usarse y de la fuerza postensora especificada en los planos.

Al terminar la operación se recortarán los extremos sobrantes de los cables y se sellarán los anclajes para iniciar la inyección del mortero.

El corte del acero sobrante se hará con disco giratorio y no deberá hacerse más cerca que 4.00 cm. de las cuñas de anclajes.

Medición:

Los tendones postensores se medirán y pagarán por unidad colocada e inyectada. La unidad es la tonelada – metro, medida multiplicando la fuerza postensora final estable indicada en los planos por la longitud del tendón.

Los anclajes se medirán y pagarán por anclaje colocado y tensado. La unidad es la tonelada métrica aplicada sobre la fuerza postensora indicada en los planos.

Precio Unitario:

El precio unitario del tendón incluye el costo de todos los materiales (torones, ductos, mortero de inyección y otros materiales), mano de obra, equipo y herramientas necesarias para la confección de los tendones, su colocación dentro de los encofrados y su posterior inyección, de acuerdo a lo indicado en el proyecto. El pago se realizará de acuerdo al avance de obra.

El precio unitario de los anclajes incluye el costo de los materiales, mano de obra, equipo y herramientas necesarias para su colocación y tensado de acuerdo a lo indicado en el proyecto. El pago se realizará de acuerdo al avance de obra.

8.00 PAVIMENTO

8.01 IMPRIMACION ASFÁLTICA

Descripción:

La imprimación asfáltica se aplicará sobre la base en los accesos, en todo lo ancho de la carpeta asfáltica por colocar, sobre las bermas y sobre la losa de concreto entre sardineles, en toda la longitud del puente salvo en las juntas, se colocará una capa de imprimación del material bituminoso como medida de protección y ligación entre la base y la carpeta asfáltica.

Alcances:

Los detalles a los cuales alcanza este trabajo son referidos al suministro y aplicación de material bituminoso a una base de concreto preparada de acuerdo con las especificaciones del presente trabajo y de conformidad con los planos del proyecto.

Materiales:

El material bituminoso a usarse será el asfalto de tipo **RC-250**, de acuerdo con los requisitos de la norma ASSHTO M20/M81, mezclado con una proporción adecuada de kerosene industrial, de tal manera que se logre obtener una viscosidad similar al de un asfalto líquido tipo cut-back RC-2 de curado medio para fines de imprimación. Además deberán preverse materiales para el secado, consistentes en arenas limpias.

Construcción

Equipo:

El equipo para la colocación de la capa de imprimación, en los accesos y en la calzada del puente debe incluir una barredora, aire a presión, una unidad calentadora para el material y un distribuidor de presión.

El equipo calentador del material bituminoso deberá realizar de manera apropiada su labor, haciéndolo circular alrededor de un sistema de serpientes precalentados con vapor de agua o aceite caliente, o haciéndolo circular a través de un sistema de serpientes o cañerías encerradas dentro de un recinto de calefacción a través de los cuales el material bituminoso circula y deberá ser operado de tal manera que no dañe dicho material.

Los distribuidores a presión usados para aplicar el material bituminoso, lo mismo que los tanques de almacenamiento, deben estar montados en camiones o tráileres en buen estado, equipados con llantas neumáticas en número ancho tales que no dejen huellas o dañen la superficie de la base.

Los camiones o tráileres deberán incluir un tacómetro que pueda determinar la velocidad del vehículo con una aproximación de 3 m/min. El equipo distribuidor deberá incluir un tacómetro con una escala calibrada en revoluciones por minuto (RPM), manómetros, dispositivos de medición exacta del volumen o tanques de registro y un termómetro para medir la temperatura del contenido del tanque. El conducto espaciador y las boquillas deben ser construidas de tal manera que se evite la obstrucción de las boquillas durante las operaciones intermitentes y deben estar provistas de un cierre inmediato que corte la distribución del asfalto líquido cuando este cese, evitando así que gotee.

El sistema de la bomba de distribución y la unidad matriz deben tener una capacidad de no menos de 250 galones por minuto. Deben estar equipados con un conducto de desvío hacia el tanque de suministro y deben ser capaces de distribuir un flujo uniforme y constante de material bituminoso a través de las boquillas y suficiente presión que asegure una aplicación uniforme. El distribuidor debe ser de construcción tal y operado de tal manera que asegure la distribución del material bituminoso dentro de un rango de 0.06 gal/m² a 2.40 gal/m².

Requisitos del clima:

La capa de imprimación debe ser aplicada solamente cuando la temperatura atmosférica esté por encima de los 15 °C, la superficie de la base, es decir, la losa de concreto se encuentre convenientemente limpia, sin polvo, grasa o aceites; y las condiciones climáticas sean favorables.

Preparación de la superficie:

La superficie de la base a ser imprimada debe estar en conformidad con los alineamientos, gradientes y secciones típicas mostradas en los planos. Antes de la aplicación de la capa de imprimación, todo material suelto o extraño debe ser retirado. Igualmente y cuando lo disponga el ingeniero supervisor, se hará un riego ligero de agua un poco antes de la aplicación del imprimante sobre superficies en material granular.

Aplicación de la capa de imprimación:

El material bituminoso de imprimación debe ser aplicado sobre una base completamente limpia. El material debe ser aplicado uniformemente, a la temperatura y a la velocidad de régimen especificados por el ingeniero supervisor. En general, el régimen debe estar comprendido entre 0.20 gal/m² y 0.60 gal/m², correspondiendo el límite inferior a las aplicaciones para bases densas como la losa de concreto, mientras que el límite superior se aplicará a las bases abiertas como superficies en material granular. La temperatura en el momento de aplicación debe estar comprendida dentro de los límites 60 – 95 °C.

Alguna zona que no reciba el tratamiento debe ser inmediatamente imprimada usando manguera con espaciador conectada al distribuidor. Inmediatamente después de la aplicación de la capa de imprimación, esta debe ser protegida del tránsito durante el período de curado.

Protección de las estructuras adyacentes:

Las superficies de todas las estructuras adyacentes al área sujeta a tratamiento deben ser protegidas de tal manera que se eviten salpicaduras o manchas.

Apertura al tráfico y mantenimiento:

El área imprimada debe oírse sin ser arenada por un lapso de 24 horas a menos que lo ordene de otra manera el ingeniero supervisor.

Si el clima es frío bordeando los 14 °C, o si el material de imprimación no ha penetrado completamente en la superficie de la base, podrá requerirse de un período de tiempo más prolongado.

Cualquier exceso de material bituminoso que quede en la superficie debe ser retirado usando arena u otro material aprobado que lo absorba y como lo ordene el ingeniero supervisor, antes que se reanude el tráfico.

El contratista debe conservar la superficie imprimada hasta que la capa de rodadura sea colocada. La labor de conservación debe incluir el uso de arena adicional para evitar la adherencia con las llantas de los vehículos y el parchado de cualquier rotura de la superficie imprimada antes de que la capa de rodadura sea colocada.

Controles:

Se hará un control directo de la calidad y cantidad de imprimado aplicado a juicio del ingeniero supervisor.

Medición:

La unidad de medición es el m² medida sobre la superficie imprimada que será:

En los accesos : Ancho total de la base sobre el terraplén.

En el puente : Superficie de la calzada comprendida entre sardineles.

Precio Unitario:

El precio unitario incluye toda la mano de obra, materiales y equipo necesarios para la ejecución del trabajo.

8.02 CARPETA ASFÁLTICA EN FRIO

Descripción:

Este trabajo consistirá en una capa de concreto asfáltico construida sobre una base imprimada, de acuerdo con las especificaciones en el presente trabajo y de conformidad con los alineamientos, acotaciones, colocada en los accesos en los 6.60 m de la calzada y en las estructuras de concreto, en la calzada entre sardineles de 8.00 m y en toda la longitud del proyecto salvo las juntas.

Materiales

Composición general de las mezclas:

Las mezclas bituminosas se compondrán básicamente de agregados minerales gruesos, finos y asfalto líquido **RC-250**, los cuales serán proporcionados en peso. La gradación de cada uno de los componentes producirá una mezcla conforme a los límites indicados en la siguiente tabla:

Tabla N° 13.- Huso granulométrico para agregados componentes del concreto asfáltico

Malla US Standard (Abertura Cuadrada)	Agregado Combinado % en Peso que Pasa	
1"	100	100
3/4"	-	75 - 90
1/2"	75 - 90	50 - 70
N° 4	50 - 70	50 - 70
N° 10	35 - 50	35 - 50
N° 40	20 - 30	20 - 30
N° 200	3	3

El ingeniero supervisor aprobará la mezcla sujeta a las siguientes condiciones:

- Estará entre los límites de gradación del tipo especificado.
- La gradación de la mezcla se aproximará lo más posible al término medio del porcentaje que pase cada tamaño del tamiz del tipo de mezcla seleccionada.
- La mezcla al ser compactada por métodos de laboratorio tendrá una densidad calculada de una mezcla sin vacíos compuesta de materiales similares en iguales proporciones.

El contratista presentará por escrito una fórmula en la que se incluyan porcentajes de agregados gruesos, finos y asfalto líquido RC-250.

Cualquier cambio de fuente de aprovisionamiento de materiales (canteras) deberá ser aprobado por el ingeniero supervisor, previa presentación de la nueva fórmula de trabajo.

Agregados minerales gruesos:

La porción de los agregados, retenida en la malla N° 10 se designará agregado grueso y se compondrá de piedras o gravas trituradas y limpias de calidad uniforme. Solo se podrá emplear un tipo de agregados gruesos, excepto en el caso en que el ingeniero supervisor autorice por escrito algún cambio.

La piedra y grava triturada, se compondrá de material limpio, compacto y durable carente de suciedad u otros materiales inconvenientes y deberá tener un porcentaje de desgaste no mayor de 40% a 500 revoluciones, al ser ensayadas por el método ASSHTO T96.

La piedra y grava triturada, al ser sometida a 5 ensayos alternativos de resistencia, mediante sulfato de sodio, empleando el método ASSHTO T104 no podrá tener una pérdida de peso mayor de un 12%.

Cuando se utilice grava triturada, no menos de un 50% en peso de las partículas de las mismas, retenidas por el tamiz N° 4 deberá tener por lo menos una cara fracturada. No se aceptará partículas chatas o alargadas.

El material deberá carecer de terrones de arcilla o partículas adheridas de arcilla, carbón o lignito, u otras materias que pasen la malla N° 200 > 3% en peso que podrían impedir una impregnación total con el producto bituminoso.

Al ser aprobado por el método tentativo del ensayo de Revestimiento y Desprendimiento en Mezclas de Agregados Bitumen (ASTM D1664 – 66T) deberá tener un porcentaje retenido mayor a 95% en peso, en caso contrario deberá usarse algún aditivo aprobado por el ingeniero supervisor.

Agregados minerales finos:

La porción de agregados que pasa la malla N° 10 se designará agregados finos y se compondrá de arena natural o tamizados de piedra o de una combinación de los mismos.

Los agregados finos serán limpios, compactos, de superficies rugosas y angulares, carentes de terrones de arcilla u otras sustancias inconvenientes.

Los tamizados de piedra deberán producirse de material pétreo que llenen las exigencias para agregados minerales gruesos establecidos anteriormente. Al ser probados según ASSHTO T104 (Durabilidad con Sulfato de Sodio), la pérdida deberá ser menor a 15% en peso.

Asfalto líquido RC-250:

El asfalto líquido de curado rápido tipo **RC-250** no debe contener agua y reunirá los requisitos de las especificaciones de PETROPERU.

Fuentes de aprovisionamiento o canteras:

Se deberá obtener del ingeniero supervisor la aprobación de las fuentes de origen de los agregados y del relleno mineral, antes de proceder a la entrega de dichos materiales. Las muestras de cada uno de estos se remitirán en la forma que se ordene.

Construcción

Los métodos de construcción deberán estar de acuerdo con las exigencias fijadas por los siguientes artículos:

Secado de agregado mineral:

Todo agregado mineral antes de ser mezclado con asfalto debe estar lo suficientemente seco para permitir la adhesión del asfalto a su superficie. En general los agregados no deben contener más de 1.5% de humedad.

Precauciones para el calentamiento:

Se debe hacer énfasis al hecho que el asfalto es muy inflamable, por lo que se debe tomar cuidado extremo para evitar que el fuego entre en contacto con el asfalto líquido o con sus gases.

Colocación:

Las mezclas serán transportadas en camiones cerrados y limpios de toda sustancia extraña. Se colocarán únicamente cuando la base a tratar se encuentre seca y en condiciones satisfactorias, en un espesor tal que al recibir la compactación final, se obtenga el espesor requerido.

La mezcla será distribuida con una pavimentadora autopropulsada. Inmediatamente después que la mezcla haya sido repartida y emparejada, la superficie será verificada, nivelando todas las irregularidades comprobadas en la misma y compactada intensa y uniformemente. El trabajo inicial de compactación será efectuado, con un rodillo en tándem o a tres ruedas que trabaje siguiendo al distribuidor de material y cuyo peso será tal que no produzca hundimiento o desplazamiento de la mezcla.

Inmediatamente después del cilindrado inicial, la mezcla será compactada íntegramente mediante el uso de un rodillo neumático autopropulsado.

Las pasadas finales de compactación se harán con una aplanadora tándem de un peso de por lo menos 10 toneladas, de dos o tres ejes.

Las operaciones de compactación comenzarán por los costados y progresarán gradualmente hacia el centro. Dicho proceso se hará cubriendo uniformemente cada huella anterior de la pasada del rodillo hasta que toda la superficie haya quedado compactada. Las distintas pasadas del rodillo terminarán en puntos de parada distantes 3 pies por lo menos de los puntos de parada anteriores.

En las juntas se tomarán las medidas necesarias para que exista una adecuada ligazón con la nueva superficie en todo el espesor de la capa. No se colocará mezcla sobre cualquier material previamente compactado, a menos que el borde sea vertical o haya sido cortado formando una cara vertical.

Se aplicará una capa de asfalto para cubrir superficies de contacto antes de colocar mezcla adicional sobre un material previamente compactado.

Requisitos de espesor y peso:

Cuando los planos y las especificaciones indiquen el espesor de una carpeta asfáltica, la obra terminada no podrá variar del espesor indicado en más de $\frac{1}{4}$ ". Se harán mediciones del espesor en suficiente número antes y después de compactar a fin de establecer la relación de los espesores.

Cuando los planos y las especificaciones especiales lo exijan, la colocación del material para carpeta asfáltica, medida en peso por m³ no podrá variar en más de un 10% del régimen fijado.

Control de acabado:

La superficie del pavimento será verificada mediante una plantilla de coronamiento que tenga la forma de perfil tipo de obra, y mediante una regla de 3.00 m de longitud, aplicados en ángulos rectos y paralelamente, respecto del eje de la calzada. La variación de la superficie entre dos contactos de la plantilla o de la regla, no podrá exceder de $\frac{1}{8}$ ".

Los ensayos para comprobar la coincidencia con el coronamiento y la pendiente especificada, se hará inmediatamente después de la compactación inicial y las variaciones establecidas serán corregidas por medio de la adición o remoción del material, según fuese el caso. Después de ello, la compactación continuará en la forma especificada. Finalizada la compactación, la configuración de la superficie terminada será controlada nuevamente y se procederá a eliminar toda irregularidad comprobada en la misma, que exceda de los límites arriba indicados.

Rectificación de los bordes:

Los bordes del pavimento serán rectilíneos y coincidentes con el trazado. Todo exceso de material será recortado después de la compactación final y depositado por el contratista fuera del derecho de vía y lejos de la vista, debiendo ser eliminado.

Métodos de medición:

Se medirá en dos partes y por separado:

- Galones de asfalto líquido empleado por cada m².
- Cantidad de m² de superficie de concreto asfáltico con RC-250 de curado rápido, al espesor señalado en la sección transversal típica y de acuerdo con los planos y estas especificaciones.

La composición general de la mezcla estará compuesta de agregados minerales gruesos, filler mineral y material bituminoso, de acuerdo a un diseño que el contratista presente a la supervisión para su aprobación. El material bituminoso deberá ser uno de los dos tipos siguientes:

- Asfalto de tipo cut-back RC-2, grado MC 30 ó MC 70 o similar, de acuerdo a los requisitos de las Especificaciones Standard para Asfalto del tipo curado medio, designación ASSHTO M20/M81 o ASTM D2027.

- Asfalto tipo cut-back de curado rápido, grado RC 70 ó RC 250, de acuerdo a los requisitos de ASSHTO M20/M81 o ASTM D2028.

La carpeta asfáltica debe ser colocada sobre la superficie de concreto perfectamente limpia e imprimada para lograr la adherencia entre la carpeta asfáltica y el concreto.

La carpeta asfáltica debe ser colocada, a la temperatura aprobada por el ingeniero supervisor y esparcida uniformemente sobre la losa de concreto. Dado la ubicación de la obra, se permitirá una colocación con regla mecánica accionada manualmente, en lugar del equipo esparcidor mecánico usado normalmente. Deberá organizarse debidamente la colocación a fin de lograrla antes del endurecimiento de la mezcla por enfriamiento.

Medición:

La unidad de medición es el m². Aplicable a la superficie asfaltada, que tiene un ancho de 8.00 m en la calzada en las longitudes indicadas en los planos del proyecto. Incluye la losa de aproximación en el margen izquierdo.

Precio Unitario:

El precio unitario incluye todos los materiales, mano de obra y equipos necesarios para la realización del trabajo. El pago se realizará de acuerdo al avance de obra.

9.00 VARIOS

9.01 ACABADO DE VEREDAS

Generalidades:

A menos que se indique otra cosa, toda superficie de concreto visible será pintada con pintura de cemento Portland u otra especial para exteriores, a excepción de pisos o superficies sujetas a abrasión.

Ejecución:

No se aplicará la pintura a superficies que tengan menos de 4 semanas de edad. Antes de la aplicación de la pintura se efectuará una cuidadosa limpieza de la superficie a pintar, removiendo completamente toda suciedad, polvo, aceite o eflorescencias. Debe evitarse, para esta limpieza, la utilización de jabones y otros detergentes orgánicos.

La superficie de concreto será cuidadosamente humedecida antes de aplicar la pintura, para en esta forma controlar la absorción superficial y proveer una reserva de humedad que contribuya a un curado adecuado o endurecimiento de la pintura. Esta operación se hará de modo que la superficie se encuentre húmeda al momento de aplicación de la pintura, pero no debe aplicarse el agua en forma excesiva, evitando que discurra por las paredes.

Las pinturas de cemento Portland se preparan mezclando perfectamente a la pintura en polvo y el agregado, si se usa, con agua en adecuada proporción.

Cuando las condiciones atmosféricas sean tales que motiven un rápido secado de la pintura, es aconsejable trabajar a la sombra. Nunca debe aplicarse la pintura a temperatura inferior a 5 °C.

La pintura debe ser aplicada en dos manos de diferente color. La segunda mano se aplicará no antes de 24 horas de secada la primera mano. Después de secada deberá ser curada por medio de frío ó en otra forma igualmente efectiva. Esto no se iniciará antes de 12 horas después de su aplicación.

Medición:

La unidad de medida es el ml.

Precio Unitario:

Se efectuará por (ml) metro lineal y deberá contemplar materiales, mano de obra y el equipo necesario para realizar la partida.

9.02 TUBOS DE DRENAJE

Alcances:

La partida se refiere a los tubos de drenaje del tablero, colocados en el diedro formado por la cara del sardinel y la superficie de rodadura, de acuerdo a lo indicado en los planos del proyecto.

Material:

Los tubos de drenaje serán de PVC pesado para soportar media presión.

Dimensiones:

Diámetro de Ø 3", longitud de 400.00 mm.

Medición:

La base de medida es la unidad.

Precio Unitario:

El precio unitario para los tubos de drenaje, incluye el material, mano de obra y equipo necesario para la ejecución de la partida. El pago se realizará de acuerdo al avance de la partida de obra.

9.04 BARANDA METALICA

Generalidades:

Las barandas están formadas por dos pasamanos constituidos por tubos de acero de diámetro nominal 2 ½" estándar y postes de acero, según disposición y dimensiones indicadas en los planos del proyecto.

La longitud total de la baranda en cada lado es de 52.00 m para el puente Cuicua y está formada por unidades de 6.00 m separadas entre sí 20.00 mm. Cada unidad está formada por 4 postes separados entre sí 1.83 m, un tubo que forma el pasamanos en la parte superior y un tubo de seguridad, paralelo al pasamano espaciados a 400 mm.

a) Postes de baranda:

Los postes de sección H están formados por un alma de plancha de acero llena de 5 ½" x 3/8" de altura y alas de 6" x 3/8". El material de los postes es plancha metálica de SIDERPERU grado estructural E 240. Cada poste será pintado en fábrica con dos manos de pintura anticorrosiva de acuerdo a lo indicado en la partida de pinturas.

b) Pasamanos:

Los pasamanos están constituidos por tubos galvanizados de 2 ½" de diámetro, colocados en la forma indicada en los planos del proyecto. Deberán tener una separación de 1.00 cm. a manera de permitir las dilataciones de la baranda y las deflexiones de la estructura sin que ocurran esfuerzos en los pasamanos. Para impedir el desplazamiento del pasamano, este deberá estar fijo con soldadura a uno de los postes de cada tramo. El pasamano se compondrá de dos tubos galvanizados de 2 ½" estándar.

Medición:

La base de medida es la unidad.

Precio Unitario:

El precio unitario incluye todo el material, mano de obra y equipo necesarios para la confección, transporte y colocación de acuerdo a lo indicado en los planos del proyecto.

9.05 ALBAÑILERÍA HUECA EN VEREDAS

Generalidades:

La partida se refiere a la colocación de unidades de ladrillo hueco entre los sardineles de las veredas sobre el cual se colocará una losa de concreto simple de 100 mm de espesor.

Material:

Unidades de albañilería hueca de 0.25 x 0.30 x 0.18 m de alto.

Colocación:

Manual, hasta llenar el espacio a una altura de 100 mm por debajo de la superficie de la vereda.

Medición:

La unidad de medición es el ml. Aplicado sobre la superficie entre sardineles a lo largo del puente.

Precio Unitario:

El precio unitario incluye todo el equipo, herramientas, mano de obra y unidades de ladrillos necesarios, incluido los desperdicios para su colocación entre sardineles.

9.06 JUNTA DE DILATACIÓN – CONTRACCIÓN METALICA

Alcances:

Las juntas de dilatación – contracción están colocadas en los extremos del puente entre la losa del tablero y el estribo en todo lo ancho de la calzada. Las juntas serán fabricadas y colocadas de acuerdo a lo indicado en los planos respectivos del proyecto. Cada una de las dos partes metálicas que forman la junta será colocada en su posición sujetándolas firmemente a los encofrados antes de colocar el concreto. Una de ellas corresponde a la losa del tablero y la otra al estribo. El sello de jebe se colocará después de llenada y fraguada la losa del puente.

Medición:

La unidad es el ml. Medido en todo el ancho de la calzada paralelamente a cada estribo.

Precio Unitario:

El precio unitario incluye la adquisición de la junta, su transporte a obra y su colocación en la posición indicada en el proyecto. El pago se realizará de acuerdo al avance de obra.

9.07 BORDE CORTANTE DEL CAISSON

Alcances:

El borde cortante del caisson va colocado en la parte inferior del caisson en todo el borde que entrara en contacto directo con el terreno.

El borde cortante está compuesto por un ángulo de 3/8" x 6" x 6", los que presentan anclajes de fierro corrugado de 1/2" espaciados a 0.30 m, según la forma indicada en los planos. El borde cortante será colocado en su posición sujetándola firmemente al encofrado antes de colocar el concreto.

Medición:

La unidad es el ml. Medido a todo lo largo del borde interior del caisson.

Precio Unitario:

El precio unitario incluye la fabricación, su transporte a obra y su colocación en la posición indicada en el proyecto. El pago se realizará de acuerdo al avance de obra.

9.08 PINTURA DE POSTES DE BARANDA Y PASAMANOS

Alcances:

Los postes de las barandas serán pintados en fábrica con dos manos de anticorrosivo epóxico Zinc Clad 7 de Sherwin Williams o similar de cualquier otro fabricante. Cada mano será de color diferente a fin de poder controlar su aplicación.

Inmediatamente antes de pintar cada poste, este deberá ser arenado al blanco comercial. El costo del pintado en fábrica de los postes, está incluido en el precio unitario aplicable a cada poste. En obra, después de haberse terminado el montaje de la baranda, se les dará dos manos de pintura de acabado a toda la baranda: Postes y Pasamanos.

La pintura de acabado será Kem Flex Epoxy de Sherwin Williams o similar de cualquier otro fabricante.

La pintura, tanto la de base como la de acabado, será aplicada a brocha o a soplete, en espesores por capa de 4 millonésimos secos.

Medición:

La unidad de medición será el ml. Aplicado sobre la longitud de las barandas.

Precio Unitario:

El precio unitario incluye los materiales, equipo y mano de obra necesarios para la ejecución de la partida de la pintura de acabado en obra.

Pintura

Generalidades:

La pintura en estructuras metálicas de las barandas incluye la preparación de la superficie, colocación, protección y secado de la pintura, herramientas, equipos, andamios y materiales para concluir con los trabajos.

Condiciones climáticas:

La pintura tanto para base como para acabado deberá ser aplicada en superficies secas y en períodos climáticos favorables. No se deberá permitir la aplicación de pintura cuando la temperatura atmosférica sea menor de 5 °C y la humedad no exceda del 85%, ó cuando la pintura fresca está sujeta a estropearse por efectos del polvo, lluvia, humo, etc.

El ingeniero supervisor deberá aprobar la aplicación de pintura en condiciones climáticas desfavorables, siempre y cuando se pueda proteger mediante mecanismos artificiales eficientes.

El pintado deberá efectuarse siempre en horas del día.

Limpieza:

Se debe eliminar todo vestigio de óxido, suciedad, pinturas extrañas, grasas y otros materiales extraños; el arenado será suficiente cuando la superficie muestre las características del metal blanco y lo suficientemente rugosa que garantice un anclaje perfecto de la pintura epóxica anticorrosiva no menor de 1 millonésima seca.

Las superficies limpias deberán ser pintadas el mismo día, a menos que el ingeniero supervisor autorice hacerlo al día siguiente previa verificación de que la superficie esté libre de óxido, polvo o cualquier otro material extraño.

Pintado:

El ingeniero supervisor deberá aprobar la colocación de la pintura previa verificación de la superficie metálica después de la limpieza.

Se podrá aplicar pintura, con brochas y/o pistola a presión de aire, y cuando la superficie esté libre de humedad, polvo, suciedad, grasas y materiales nocivos que puedan afectar la adherencia de la pintura con la superficie metálica.

Los componentes de las pinturas deberán ser almacenados en recintos adecuados; y mezclados todos sus componentes de acuerdo a instrucciones del fabricante.

El ingeniero supervisor deberá verificar permanentemente el espesor de la película de pintura en estado fresco y seco, siendo para la pintura anticorrosiva 4 millonésimas secas de espesor y para esmalte 3 millonésimas secas de espesor.

Especificaciones técnicas de pintura

Generalidades:

Las especificaciones referidas en el expediente técnico de este trabajo son las mismas exigidas por el Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción (MTCVC).

Los productos epóxicos son catalizados de tres componentes, cuya película de pintura seca aplicada contiene entre 92 y 94% en peso de polvo de zinc metálico.

Evita la corrosión del acero mediante protección catódica, actuando inicialmente como ánodo de sacrificio, el cual se oxida en vez del metal. Posteriormente ésta capa de zinc actuará como capa barrera de alta impermeabilidad a los agentes agresivos externos.

Cuando la película de pintura sufre ralladuras, el Zinc Clad 7 evita la corrosión en dichos lugares, esto simula la protección del acero tal y como lo hace el galvanizado, de ahí el nombre común a este tipo de pintura como galvanizado en frío.

A continuación se describe las principales características de pinturas epóxicas para protección de acero para barandas:

Para las pinturas epóxicas las especificaciones son:

<i>Resina</i>	: <i>Epóxica poliamida.</i>
<i>Pigmento empleado</i>	: <i>Cromato de Zn, óxido de Fe, óxido de Pb, inertes.</i>
<i>Color</i>	: <i>Rojo óxido.</i>
<i>Acabado</i>	: <i>Mate.</i>
<i>Componentes</i>	: <i>2</i>
<i>Curado</i>	: <i>Reacción entre componentes y evaporación de solventes.</i>
<i>Viscosidad</i>	: <i>16000 cps (a 25 °C)</i>
<i>Peso por galón</i>	: <i>17.57 lb/gal</i>
<i>Fineza</i>	: <i>5.5 Hegnan</i>
<i>Volumen de sólidos</i>	: <i>75% (ASTM D2697)</i>
<i>Volumen de volátiles</i>	: <i>25% (ASTM D2697)</i>
<i>Pigmentos (PVC)</i>	: <i>59%</i>
<i>Espesor de película seca</i>	: <i>2.0 millonésimas secas.</i>
<i>Espesor de película húmeda</i>	: <i>2.7 millonésimas secas.</i>
<i>Rendimiento teórico</i>	: <i>31 m²/gal a 2.0 millonésimas secas.</i>
<i>Capas recomendadas</i>	: <i>2 capas.</i>
<i>Proporción de mezcla</i>	: <i>Componente A / Componente B = 4 / 1 en volumen</i>
<i>Tiempo de secado</i>	: <i>Al tacto 2 horas</i>
<i>ASTM D1640</i>	: <i>Para repintar 4 horas mínimo / 180 días máximo</i>
<i>Equipo de aplicación</i>	: <i>Pistola airless, pistola convencional, brocha.</i>
<i>Por life</i>	: <i>8 horas (18 °C – 27 °C)</i>
<i>Flash point</i>	: <i>29 °C (seta flash closed cup) ASTM D3275</i>
<i>Vida de almacenaje</i>	: <i>1 año.</i>

Para las pinturas epóxicas tipo esmalte las especificaciones son:

<i>Resina</i>	: Epóxica poliamida.
<i>Pigmento empleado</i>	: Medium Chrome Yellow, Naranja Mo, Dióxido de Ti, inertes.
<i>Acabado</i>	: Mate.
<i>Componentes</i>	: 2
<i>Solvente</i>	: De acuerdo a la formulación del fabricante.
<i>Curado</i>	: Reacción entre componentes y evaporación de solventes.
<i>Viscosidad</i>	: 30000 cps (a 25 °C)
<i>Peso por galón</i>	: 11.62 lb/gal
<i>Fineza</i>	: 6.0 Hegnan
<i>Volumen de sólidos</i>	: 40% (ASTM D2697)
<i>Volumen de volátiles</i>	: 60% (ASTM D2697)
<i>Pigmentos (PVC)</i>	: 65%
<i>Espesor de película seca</i>	: 5.0 millonésimas secas.
<i>Espesor de película húmeda</i>	: 8.3 millonésimas secas.
<i>Rendimiento teórico</i>	: 17 m ² /gal a 5.0 millonésimas secas.
<i>Capas recomendadas</i>	: 1 capa.
<i>Proporción de mezcla</i>	: Componente A / Componente B = 1 / 4 en volumen
<i>Tiempo de secado</i>	: Al tacto 2 horas
<i>ASTM D1640</i>	: Para repintar de 6 a 24 horas
<i>Equipo de aplicación</i>	: Pistola airless, pistola convencional, brocha.
<i>Por life</i>	: 8 horas (18 °C – 27 °C)
<i>Flash point</i>	: 29 °C (seta flash closed cup) ASTM D3257
<i>Vida de almacenaje</i>	: 1 año

Medición:

Se considerará por tonelada y proporcional al peso de las vigas, tanto para el arenado como para el pintado.

Precio Unitario:

Se hará el pago de acuerdo a la medición estipulada en el párrafo anterior con un precio unitario por tonelada. El precio unitario deberá contemplar la conversión del rendimiento de uso de pintura dado por el fabricante de m² a toneladas, incluyendo desperdicios.

9.10 ARTICULACIONES

Alcances:

La partida se refiere principalmente a los trabajos de mano de obra necesarios para la fabricación de los apoyos articulados de concreto correspondientes a las columnas del pórtico de concreto postensado. El material incluido en esta partida corresponde al mortero elaborado para una resistencia de $f'c = 320 \text{ Kg/cm}^2$, mientras que las armaduras de refuerzo están incluidas en la partida de su mismo nombre.

Medición y Precio Unitario:

La unidad de medición es en forma global de la totalidad de los trabajos y materiales incluidos en esta partida para la fabricación de una articulación. El precio unitario incluye la mano de obra y los materiales especificados en esta partida.

10.00 CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

10.01 MEDIDAS DE MITIGACION DEL IMPACTO AMBIENTAL

Alcances:

Esta partida comprende todos los trabajos que de manera preventiva y correctiva deban ser ejecutados con el fin de minimizar y en algunos casos compensar los impactos ambientales ocasionados por la construcción del puente. Los trabajos correspondientes están especificados en detalle en el capítulo del presente trabajo, tanto para las etapas de construcción y operación aplicables al puente así como a su cantera. Estos trabajos están en concordancia con las recomendaciones propuestas en el Manual Ambiental para el Diseño y Construcción de Vías.

Medición:

La unidad de medida es en forma global y comprende el cumplimiento de la totalidad de los trabajos de mitigación ambiental para el puente.

Precio Unitario:



El precio unitario contempla la totalidad de los gastos por concepto de materiales, equipo y mano de obra requeridos para el cumplimiento de la partida. El pago se hará de acuerdo al avance de la ejecución del presupuesto total del puente.

SERVICIO NACIONAL DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACION LFP-010-99

EXP. : 2886
PAGINA : 1 DE 2
FECHA : 1999-01-18

1. SOLICITANTE DIRECCION SAMAYCA INGENIEROS S.A.
Av. Alfredo Benavides 245-Of. 605 - Miraflores
2. INSTRUMENTO DE MEDICION MANOMETRO DE DEFORMACION ELASTICA
ALCANCE DE INDICACION 0 a 650 bar
DIVISION DE ESCALA 10 bar
CLASE DE EXACTITUD NO INDICA
DIAMETRO DE ROSCA 1/4 "
DIAMETRO DE CAJA 100 mm
POSICION DE TRABAJO VERTICAL
MARCA NUOVA FIMA
PAIS PROCEDENCIA NO INDICA
N° SERIE NO INDICA
IDENTIFICACION MF 367
3. METODO Y PATRON DE MEDICION
Determinación del error de indicación del manómetro por comparación con nuestro manómetro patrón de pistón y pesas de 0/600 bar certificado con Incertidumbre de medición de $\pm 0.01\%$, calibrado en el National Institute of Standards and Technology - NIST de Estados Unidos (08/97)
4. RESULTADO
Temperatura Ambiental : 22 °C Humedad Relativa : 70 % Presión Ambiente : 998 mbar
Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en el cuadro de la página siguiente.
La incertidumbre de medición en la determinación de estos valores es : ± 1 bar
La incertidumbre de medición ha sido determinada con un factor de cobertura $K=2$, para un nivel de confianza de 95.45 %
5. OBSERVACIONES
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INDECOPI-SNM.
El manómetro presenta glicerina como líquido amortiguador.
La periodicidad de las calibraciones está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.



ING JOSÉ DAJES CASTRO
JEFE DEL SERVICIO NACIONAL
DE METROLOGÍA

SERVICIO NACIONAL DE METROLOGIA
CERTIFICADO DE CALIBRACION LFP-010-99

PAG 2 DE 2

PRESION INDICADA MANOMETRO PATRON		PRESION INDICADA MANOMETRO CALIBRE		ERROR		
				DE INDICACION		DE HISTERESIS
ASCENSO (bar)	DESCENSO (bar)	ASCENSO (bar)	DESCENSO (bar)	ASCENSO (bar)	DESCENSO (bar)	DIFERENCIA (bar)
0	0	0	0	0	0	0
106	104	100	100	-4	-4	0
206	202	200	200	-2	-2	0
308	302	300	300	-2	-2	0
410	402	400	400	-2	-2	0
510	500	500	500	0	0	0
610	598	600	600	2	2	0

MAXIMO ERROR DE INDICACION: MAXIMO ERROR DE HISTERESIS:	- 4 bar 0 bar
--	------------------

El error máximo permitido para manómetros de 0 / 650 bar de clase de exactitud 1,0 es de $\pm 6,5$ bar

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

**EVALUACION DEL PROCESO CONSTRUCTIVO
DEL PUENTE CUICUA - APURIMAC**

**ANEXO D : PRESUPUESTO APROBADO
POR LICITACION PUBLICA**

Navarro Neyra, Marco Antonio – Octubre 2008

Trabajo de Tesis de Grado
Bach. Marco A. Navarro Neyra

PRESUPUESTO DE LICITACION

Obra : **Rehabilitación y Construcción de Puentes**
 Fórmula : **Puente Culcua**
 Propietario : **MTCVC - PERT**
 Lugar : **Abancay - Apurímac**

Fecha : **20-feb-98**
 Precio : **Sofes**
1 US\$: 2,85 S/.

Item	Descripción de partida	Unidad	Metrado	P. U.	Parcial	Sub - Total
01.00	Obras Preliminares					
01.01	Movilización y desmovilización de equipo	Lote	1,00	18000,00	18000,00	
01.02	Campamento	Lote	1,00	8000,00	8000,00	
01.03	Trazo de niveles y replanteo	m2	2080,00	1,19	2475,20	
01.04	Cisterna de 24 m3 y captación de agua	Und	1,00	3195,29	3195,29	31670,49
02.00	Movimiento de Tierras					
02.01	Excavación conglomerado bolonería en seco	m3	312,00	17,65	5506,80	
02.03	Excavación en caisson abierto bajo agua	m3	117,40	34,82	4087,87	
02.04	Excavación en roca fija en seco	m3	86,20	44,64	3847,97	
02.05	Excavación en roca fija bajo agua	m3	53,00	69,68	3693,04	
02.06	Relleno compactado de excavación remanente	m3	104,40	18,10	1889,64	
02.08	Enrocado de protección	m3	579,15	79,13	45828,14	64853,46
03.00	Encofrados					
03.03	Encofrado de caisson	m2	185,40	43,78	8116,81	
03.04	Encofrado de columnas y estribos en seco	m2	488,80	43,26	21145,49	
03.06	Encofrado en vigas, losas y diafragmas	m2	1214,00	58,32	70800,48	
03.07	Encofrado de veredas	m1	104,00	17,14	1782,56	101845,34
04.00	Falso Puente					
04.01	Falso puente H = 6 m / A = 10 m	Und	1,00	69422,26	69422,26	69422,26
05.00	Concretos					
05.01	Concreto ciclópeo f'c = 140 Kg/cm2 en seco	m3	19,60	170,46	3341,02	

Trabajo de Tesis de Grado
Bach. Marco A. Navarro Neyra

PRESUPUESTO DE LICITACION

Obra : **Rehabilitación y Construcción de Puentes**
 Fórmula : **Puente Cuiçua**
 Propietario : **MTCVC - PERT**
 Lugar : **Abancay - Apurímac**

Item	Descripción de partida	Unidad	Metrado	P. U.	Parcial	Sub - Total
						Fecha : 20-feb-98
						Precio : Soles
						1 US\$: 2,85
						S/.
05.04	Concreto f'c = 210 Kg/cm2 en seco	m3	101,10	274,96	27798,46	
05.07	Concreto f'c = 320 Kg/cm2 en seco	m3	436,00	349,53	152395,08	
05.08	Concreto f'c = 320 Kg/cm2 bajo agua	m3	50,50	368,29	18598,65	202133,21
06.00	Armadura					
06.01	Acero de refuerzo	Kg	31576,06	2,06	65046,68	65046,68
07.00	Unidades Postensoras					
07.01	Tendón postensor	Tn-m	126000,00	1,45	182700,00	
07.02	Anclaje	Kg	800,00	18,50	14800,00	197500,00
08.00	Pavimentos					
08.01	Imprimación asfáltica	m2	416,00	2,13	886,08	
08.02	Carpeta asfáltica en frío	m2	416,00	13,67	5686,72	6572,80
09.00	Varios					
09.01	Acabado de veredas	ml	104,00	25,18	2618,72	
09.02	Tubos de drenaje	Und	18,00	23,21	417,78	3036,50
09.04	Baranda Metálica					
09.04 A	Postes de baranda	Und	68,00	113,38	7709,84	
09.04 B	Pasamanos	ml	104,00	48,13	5005,52	
09.05	Albañilería hueca en veredas	ml	104,00	28,85	3000,40	
09.06	Junta metálica de dilatación - contracción	ml	9,00	812,98	7316,82	
09.07	Borde cortante del caisson	ml	22,70	54,27	1231,93	
09.08	Pintura de postes de baranda y pasamanos	ml	104,00	50,75	5278,00	

Trabajo de Tesis de Grado
Bach. Marco A. Navarro Neyra

PRESUPUESTO DE LICITACION

Obra : **Rehabilitación y Construcción de Puentes**
Fórmula : **Puente Culcua**
Propietario : **MTCVC - PERT**
Lugar : **Abancay - Apurímac**

Fecha : **20-feb-98**
Precio : **Soles**
1 US\$: 2,85 **S/.**

Item	Descripción de partida	Unidad	Metrado	P. U.	Parcial	Sub - Total
09.10	Articulaciones	Und	4,00	1977,74	7910,96	37453,47
10.00	Conservación del Medio Ambiente					
10.01	Medidas de mitigación del impacto ambiental	Glb	1,00	7000,00	7000,00	7000,00
						786534,21
						117980,13
						86518,76
						991033,10
						178385,96
						1169419,06

SON : UN MILLON CIENTO SESENTA Y NUEVE MIL CUATROCIENTOS DIECINUEVE CON 06/100 NUEVOS SOLES.

212201	Cemento Portland Tipo I	Bis	0,000	49,920	11,53	575,58	
390101	Agua	m3	0,000	0,936	5,00	4,68	
430234	Madera tornillo	p2	0,000	0,655	1,81	1,19	
440194	Plancha de triplay lupuna 4' x 8' x 19 mm Mano de Obra	Pza	0,000	4,000	72,80	291,20	1098,72
470101	Capataz	HH	0,100	2,286	7,25	16,57	
470102	Operario	HH	1,000	22,857	7,50	171,43	
470113	Oficial	HH	1,000	22,857	5,38	122,97	
470114	Peón	HH	8,000	182,857	4,75	868,57	1179,54
480103	Mezcladora de concreto / tambor 23 HP 11 - 12 p3	HM	1,000	22,857	25,37	579,88	
497303	Vibrador de concreto 4 HP	HM	1,000	22,857	12,17	278,17	
370101	Herramientas manuales	%MO	0,000	0,050	1179,54	58,98	917,03
N° 02.01	Excavación conglomerado bolonería en seco			Rendimiento:		Total	17,65
Observación:	Con personal	m3	Unidad	Cuadrilla	Precio	Parcial	Sub - Total
Código	Descripción						
	Mano de Obra						
470101	Capataz	HH	0,100	0,031	7,25	0,22	
470113	Oficial	HH	1,000	0,314	5,38	1,69	
470114	Peón	HH	10,000	3,137	4,75	14,90	16,81
370101	Herramientas manuales	%MO	0,000	0,050	16,81	0,84	0,84
N° 02.03	Excavación en caisson abierto bajo agua			Rendimiento:		Total	34,82
Observación:	Con personal y empleo de bomba	m3	Unidad	Cuadrilla	Precio	Parcial	Sub - Total
Código	Descripción						
	Mano de Obra						
470101	Capataz	HH	0,100	0,056	7,25	0,41	
470113	Oficial	HH	1,000	0,563	5,38	3,03	
470114	Peón	HH	8,000	4,507	4,75	21,41	24,85
480119	Bomba neumática	HM	1,000	0,563	15,50	8,73	
370101	Herramientas manuales	%MO	0,000	0,050	24,85	1,24	9,97
N° 02.04	Excavación en roca fija en seco			Rendimiento:		Total	44,64
Observación:	Empleo de dinamita	m3	Unidad	Cuadrilla	Precio	Parcial	Sub - Total
Código	Descripción						
	Materiales						
270101	Fulminante N° 6	Pza	0,000	0,550	0,22	0,12	
270201	Guía para explosivos	ml	0,000	0,955	0,22	0,21	

280101	Dinamita unidad de 30 cm (65%)	Und	0,000	0,329	6,14	2,02	
305107	Barreno integral de 7/8" x 5' Mano de Obra	Pza	0,000	0,016	250,00	4,00	6,35
470101	Capataz	HH	0,100	0,028	7,25	0,20	
470102	Operario	HH	1,000	0,281	7,50	2,11	
470113	Oficial	HH	1,000	0,281	5,38	1,51	
470114	Peón	HH	4,000	1,123	4,75	5,33	9,15
491302	Compresora neumática 700 - 800 PCM	HM	1,000	0,281	95,00	26,70	
498701	Martillo neumático 29 Kg	HM	1,000	0,281	7,05	1,98	
370101	Herramientas manuales	%MO	0,000	0,050	9,15	0,46	29,14
N° 02.05 Excavación en roca fija bajo agua				Rendimiento:			
Observación: Empleo de dinamita y bomba							
Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
	Materiales			42,500			69,68
270101	Fulminante N° 6	Pza	0,000	0,550	0,22	0,12	
270201	Guía para explosivos	ml	0,000	0,955	0,22	0,21	
280101	Dinamita unidad de 30 cm (65%)	Und	0,000	0,329	6,14	2,02	
305107	Barreno integral de 7/8" x 5' Mano de Obra	Pza	0,000	0,016	250,00	4,00	6,35
470101	Capataz	HH	0,600	0,113	7,25	0,82	
470102	Operario	HH	6,000	1,129	7,50	8,47	
470113	Oficial	HH	2,000	0,376	5,38	2,02	
470114	Peón	HH	3,000	0,565	4,75	2,68	13,99
480119	Bomba neumática	HM	1,000	0,188	15,50	2,91	
491302	Compresora neumática 700 - 800 PCM	HM	1,000	0,188	95,00	17,86	
498501	Retroexcavadora 195 HP	HM	1,000	0,188	120,00	22,56	
498703	Martillo neumático 29 Kg	HM	4,000	0,753	7,05	5,31	
370101	Herramientas manuales	%MO	0,000	0,050	13,99	0,70	49,34
N° 02.06 Relleno compactado de excavación remanente				Rendimiento:			
Observación: En capas de 0.30 m compactado							
Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
	Materiales			23,000			18,10
390101	Agua	m3	0,000	0,120	5,00	0,60	0,60
470101	Capataz	HH	0,100	0,035	7,25	0,25	
470102	Operario	HH	1,000	0,348	7,50	2,61	
470114	Peón	HH	3,000	1,043	4,75	4,95	7,81

		<i>Equipos</i>							
Código	Descripción	Unidad	Rendimiento: Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total		
482001	Plancha compactadora 4 HP	HM	2,000	0,696	13,36	9,30			
370101	Herramientas manuales	%MO	0,000	0,050	7,81	0,39	9,69		
N° 02.08	Enrocado de protección	m3	43,000	43,000	79,13				
<i>Observación: Sobre la margen izquierda</i>									
		<i>Materiales</i>							
Código	Descripción	Unidad	Rendimiento: Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total		
050201	Roca seleccionada de cantera	m3	0,000	1,400	24,24	33,94	33,94		
470101	Capataz	HH	0,400	0,074	7,25	0,54			
470114	Peón	HH	4,000	0,744	4,75	3,53	4,07		
<i>Equipos</i>									
480603	Camión volquete 6x4 / 330 HP 10 m3	HM	1,000	0,186	95,00	17,67			
491111	Cargador frontal sobre llanta / 125 - 155 HP 3.0 y3	HM	1,000	0,186	125,00	23,25			
370101	Herramientas manuales	%MO	0,000	0,050	4,07	0,20	41,12		
N° 03.03	Encofrado de caisson	m2	10,400	10,400	43,78				
<i>Observación: Sobre la napa freática</i>									
		<i>Materiales</i>							
Código	Descripción	Unidad	Rendimiento: Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total		
020207	Alambre negro N°8 BWG / N°16 BWG	Kg	0,000	0,350	1,61	0,56			
020551	Ciavo con cabeza tipo BWG	Kg	0,000	0,400	1,61	0,64			
430193	Madera para encofrado	p2	0,000	3,550	1,81	6,43	7,63		
<i>Mano de Obra</i>									
470102	Operario	HH	2,000	1,538	7,50	11,54			
470113	Oficial	HH	2,000	1,538	5,38	8,27			
470114	Peón	HH	4,000	3,077	4,75	14,62	34,43		
370101	Herramientas manuales	%MO	0,000	0,050	34,43	1,72	1,72		
N° 03.04	Encofrado de columnas y estribos en seco	m2	10,000	10,000	43,26				
<i>Observación: En ambas márgenes</i>									
		<i>Materiales</i>							
Código	Descripción	Unidad	Rendimiento: Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total		
020207	Alambre negro N°8 BWG / N°16 BWG	Kg	0,000	0,290	1,61	0,47			
020551	Ciavo con cabeza tipo BWG	Kg	0,000	0,520	1,61	0,84			
430193	Madera para encofrado	p2	0,000	3,280	1,81	5,94			
440194	Plancha de triplay lupuna 4' x 8' x 19 mm	Pza	0,000	0,095	72,80	6,92	14,17		
<i>Mano de Obra</i>									
470102	Operario	HH	2,000	1,600	7,50	12,00			

470113	Oficial		HH	1,000		0,800	5,38	4,30	
470114	Peón		HH	3,000		2,400	4,75	11,40	27,70
370101	Herramientas manuales	Equipos	%MO	0,000		0,050	27,70	1,39	1,39
N° 03.06	Encofrado en vigas, losas y diafragmas								
Observación:	En superestructura								
Código	Descripción	Unidad	Rendimiento:	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Total	Parcial	Sub - Total
	Materiales								
020551	Clavo con cabeza tipo BWG	Kg	0,000		1,020	1,61	1,64		
430193	Madera para encofrado	p2	0,000		10,330	1,81	18,70		
440194	Plancha de triplay lupuna 4' x 8' x 19 mm	Pza	0,000		0,220	72,80	16,02		
530505	Petróleo	Gln	0,000		0,250	3,19	0,80		37,16
	Mano de Obra								
470102	Operario	HH	3,000		1,143	7,50	8,57		
470113	Oficial	HH	3,000		1,143	5,38	6,15		
470114	Peón	HH	3,000		1,143	4,75	5,43		20,15
370101	Herramientas manuales	Equipos	%MO	0,000		0,050	20,15	1,01	1,01
N° 03.07	Encofrado de veredas								
Observación:	Sobre la losa del puente								
Código	Descripción	Unidad	Rendimiento:	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Total	Parcial	Sub - Total
	Materiales								
020551	Clavo con cabeza tipo BWG	Kg	0,000		0,550	1,61	0,89		
430193	Madera para encofrado	p2	0,000		3,400	1,81	6,15		
440194	Plancha de triplay lupuna 4' x 8' x 19 mm	Pza	0,000		0,069	72,80	5,02		12,06
	Mano de Obra								
470102	Operario	HH	1,000		0,222	7,50	1,67		
470114	Peón	HH	3,000		0,667	4,75	3,17		4,84
370101	Herramientas manuales	Equipos	%MO	0,000		0,050	4,84	0,24	0,24
N° 04.01	Falso puente H = 6 m / A = 10 m								
Observación:	Altura = 6.00 m / Ancho = 10.00 m								
Código	Descripción	Und	Rendimiento:	Cuadrilla	Und/día	Precio	Total	Parcial	Sub - Total
	Materiales								
020551	Clavo con cabeza tipo BWG	Kg	0,000		350,500	1,61	564,31		
430193	Madera para encofrado	p2	0,000		2700,250	1,81	4887,45		
481101	Puntales y elementos metálicos	MD	0,000		2340,000	22,50	52650,00		
920101	Concreto f'c = 140 Kg/cm2	m3	0,000		0,800	196,13	156,90		58258,66

Mano de Obra		Unidad	Cuadrilla	Rendimiento:	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
Código	Descripción	m3		m3/día	m3/día			
470101	Capataz	HH	0,400	80,000	7,25	580,00		
470102	Operario	HH	4,000	800,000	7,50	6000,00		
470113	Oficial	HH	2,000	400,000	5,38	2152,00		
470114	Peón	HH	2,000	400,000	4,75	1900,00		10632,00
370101	Herramientas manuales	%MO	0,000	0,050	10632,00	531,60		531,60
N° 05.01 Concreto ciclópeo f'c = 140 Kg/cm2 en seco				22,000			Total	170,46
<i>Observación: Empleo en cimentación del margen izquierdo</i>				<i>m3/día</i>			<i>Parcial</i>	<i>Sub - Total</i>
Código Descripción		Unidad	Cuadrilla	Rendimiento:	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
Materiales								
040201	Arena gruesa	m3	0,000	0,350	30,00	10,50		
050102	Piedra chancada de 1"	m3	0,000	0,700	30,00	21,00		
050105	Piedra grande de cantera	m3	0,000	0,750	16,10	12,08		
212201	Cemento Portland Tipo I	Bls	0,000	4,200	11,53	48,43		
320101	Flete terrestre (carga seca)	Kg	0,000	191,250	0,18	34,43		
390101	Agua	m3	0,000	0,150	5,00	0,75		127,19
Mano de Obra								
470101	Capataz	HH	0,300	0,109	7,25	0,79		
470102	Operario	HH	3,000	1,091	7,50	8,18		
470113	Oficial	HH	1,000	0,364	5,38	1,96		
470114	Peón	HH	10,000	3,636	4,75	17,27		28,20
Equipos								
480103	Mezcladora de concreto / tambor 23 HP 11 - 12 p3	HM	1,000	0,364	25,37	9,23		
497303	Vibrador de concreto 4 HP	HM	1,000	0,364	12,17	4,43		
370101	Herramientas manuales	%MO	0,000	0,050	28,20	1,41		15,07
N° 05.04 Concreto f c = 210 Kg/cm2 en seco				18,000			Total	274,96
<i>Observación: Empleo en cimentación del margen derecho</i>				<i>m3/día</i>			<i>Parcial</i>	<i>Sub - Total</i>
Código Descripción		Unidad	Cuadrilla	Rendimiento:	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
Materiales								
040201	Arena gruesa	m3	0,000	0,500	30,00	15,00		
050101	Piedra chancada de 1/2" - 3/4"	m3	0,000	0,750	45,00	33,75		
212201	Cemento Portland Tipo I	Bls	0,000	9,000	11,53	103,77		
320101	Flete terrestre (carga seca)	Kg	0,000	382,500	0,18	68,85		
390101	Agua	m3	0,000	0,150	5,00	0,75		222,12
Mano de Obra								
470101	Capataz	HH	0,300	0,133	7,25	0,96		
470102	Operario	HH	3,000	1,333	7,50	10,00		
470113	Oficial	HH	1,000	0,444	5,38	2,39		

Código	Descripción principal	Unidad	Cuadrilla	Rendimiento:	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
470114	Peón	HH	10,000	4,444	4,75	21,11	34,46	
480103	Mezcladora de concreto / tambor 23 HP 11 - 12 p3	HM	1,000	0,444	25,37	11,26		
497303	Vibrador de concreto 4 HP	HM	1,000	0,444	12,17	5,40		
370101	Herramientas manuales	%MO	0,000	0,050	34,46	1,72	18,38	
N° 05.07	Concreto f'c = 320 Kg/cm2 en seco	m3		18,000		Total	349,53	
Observación:	Empleo en estructura principal	Unidad	Cuadrilla	Rendimiento:	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
	Descripción							
	Materiales							
040201	Arena gruesa	m3	0,000	0,500	30,00	15,00		
050101	Piedra chancada de 1/2" - 3/4"	m3	0,000	0,700	45,00	31,50		
212201	Cemento Portland Tipo I	Bls	0,000	13,000	11,53	149,89		
320101	Flete terrestre (carga seca)	Kg	0,000	552,500	0,18	99,45		
390101	Agua	m3	0,000	0,170	5,00	0,85	296,69	
470101	Capataz	HH	0,300	0,133	7,25	0,96		
470102	Operario	HH	3,000	1,333	7,50	10,00		
470113	Oficial	HH	1,000	0,444	5,38	2,39		
470114	Peón	HH	10,000	4,444	4,75	21,11	34,46	
480103	Mezcladora de concreto / tambor 23 HP 11 - 12 p3	HM	1,000	0,444	25,37	11,26		
497303	Vibrador de concreto 4 HP	HM	1,000	0,444	12,17	5,40		
370101	Herramientas manuales	%MO	0,000	0,050	34,46	1,72	18,38	
N° 05.08	Concreto f'c = 320 Kg/cm2 bajo agua	m3		15,000		Total	368,29	
Observación:	Empleo en estructura principal	Unidad	Cuadrilla	Rendimiento:	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
	Descripción							
	Materiales							
040201	Arena gruesa	m3	0,000	0,500	30,00	15,00		
050101	Piedra chancada de 1/2" - 3/4"	m3	0,000	0,700	45,00	31,50		
212201	Cemento Portland Tipo I	Bls	0,000	13,000	11,53	149,89		
320101	Flete terrestre (carga seca)	Kg	0,000	552,500	0,18	99,45		
390101	Agua	m3	0,000	0,150	5,00	0,75	296,59	
470101	Capataz	HH	0,300	0,160	7,25	1,16		
470102	Operario	HH	3,000	1,600	7,50	12,00		
470113	Oficial	HH	1,000	0,533	5,38	2,87		
470114	Peón	HH	10,000	5,333	4,75	25,33	41,36	
480103	Mezcladora de concreto / tambor 23 HP 11 - 12 p3	HM	1,000	0,533	25,37	13,52		

481801	Motobomba / 7 - 10 HP Ø 3" - 4"	HM	1,000	0,533	15,50	8,26	
497303	Vibrador de concreto 4 HP	HM	1,000	0,533	12,17	6,49	
370101	Herramientas manuales	%MO	0,000	0,050	41,36	2,07	30,34
N° 06.01 Acero de refuerzo		Kg	Rendimiento:	300,000	Precio	Total	2,06
Observación: fy = 4200 Kg/cm2 (G - 60)		Unidad	Cuadrilla	Kg/día		Parcial	Sub - Total
Código	Descripción			Cantidad			
	Materiales						
020207	Alambre negro N°8 BWG / N°16 BWG	Kg	0,000	0,050	1,61	0,08	
030301	Acero corrugado fy = 4200 Kg/cm2 (G - 60)	Kg	0,000	1,030	1,40	1,44	
320101	Flete terrestre (carga seca)	Kg	0,000	1,030	0,18	0,19	1,71
	Mano de Obra						
470102	Operario	HH	1,000	0,027	7,50	0,20	
470114	Peón	HH	1,000	0,027	4,75	0,13	0,33
370101	Herramientas manuales	%MO	0,000	0,050	0,33	0,02	0,02
N° 07.01 Tendón postensor		Tn-m	Rendimiento:	70000,000	Precio	Total	1,45
Observación: Colocación, tensado e inyección		Unidad	Cuadrilla	Tn-m/día		Parcial	Sub - Total
Código	Descripción			Cantidad			
	Materiales						
330301	Tendón postensor	Tn-m	0,000	1,000	1,45	1,45	1,45
N° 07.02 Anclaje		Kg	Rendimiento:	400,000	Precio	Total	18,50
Observación: Se considera el fijo y el móvil		Unidad	Cuadrilla	Kg/día		Parcial	Sub - Total
Código	Descripción			Cantidad			
	Materiales						
330302	Anclaje	Kg	0,000	1,000	18,50	18,50	18,50
N° 08.01 Imprimación asfáltica		m2	Rendimiento:	1200,000	Precio	Total	2,13
Observación: Sobre losa del puente		Unidad	Cuadrilla	m2/día		Parcial	Sub - Total
Código	Descripción			Cantidad			
	Materiales						
320101	Flete terrestre (carga seca)	Kg	0,000	0,447	0,18	0,08	
530601	Asfalto líquido RC - 250	Gln	0,000	0,250	1,49	0,37	
530701	Kerosene Industrial	Gln	0,000	0,050	2,50	0,13	0,58
	Mano de Obra						
470101	Capataz	HH	0,100	0,001	7,25	0,01	
470113	Oficial	HH	1,000	0,007	5,38	0,04	
470114	Peón	HH	6,000	0,040	4,75	0,19	0,24
	Equipos						

481901	Camión imprimador 6x2 / 178 - 210 HP 1800 Gln	HM	1,000	0,007	110,00	0,77	
491301	Compresora neumática 125 - 175 PCM	HM	1,000	0,007	75,00	0,53	
370101	Herramientas manuales	%MO	0,000	0,050	0,24	0,01	1,31
N° 08.02		m2	Rendimiento:	1500,000	Total	13,67	Sub - Total
Observación:		Unidad	Cuadrilla	m2/día	Precio	Parcial	Sub - Total
Código	Descripción			Cantidad			
	Observación:						
	Espesor de carpeta e = 2"						
	Descripción						
	Materiales						
040201	Arena gruesa	m3	0,000	0,053	30,00	1,59	
050101	Piedra chancada de 1/2" - 3/4"	m3	0,000	0,053	45,00	2,39	
530601	Asfalto líquido RC - 250	Gln	0,000	1,950	1,49	2,91	
530701	Kerosene Industrial	Gln	0,000	1,750	2,50	4,38	11,27
	Mano de Obra						
470101	Capataz	HH	0,300	0,002	7,25	0,01	
470102	Operario	HH	3,000	0,016	7,50	0,12	
470113	Oficial	HH	2,000	0,011	5,38	0,06	
470114	Peón	HH	6,000	0,032	4,75	0,15	0,34
	Equipos						
491301	Compresora neumática 125 - 175 PCM	HM	1,000	0,005	75,00	0,38	
496665	Rodillo vib. liso autop. 70 - 100 HP / 7 - 9 Tn	HM	1,000	0,005	80,00	0,40	
496701	Rodillo neum. autop. 81 - 100 HP / 5.5 - 20 Tn	HM	1,000	0,005	67,50	0,34	
496801	Pavimentadora sobre orugas 69 HP - 10'	HM	1,000	0,005	93,76	0,47	
497001	Amasadora de asfalto 23.5 HP - 5.4 m3	HM	1,000	0,005	90,00	0,45	
370101	Herramientas manuales	%MO	0,000	0,050	0,34	0,02	2,06
N° 09.01		ml	Rendimiento:	14,000	Total	25,18	Sub - Total
Observación:		Unidad	Cuadrilla	m/día	Precio	Parcial	Sub - Total
Código	Descripción			Cantidad			
	Observación:						
	Acabado de veredas						
	Empleando pintura esmalte						
	Descripción						
	Materiales						
040201	Arena gruesa	m3	0,000	0,022	30,00	0,66	
540107	Pintura esmalte	Gln	0,000	0,063	120,00	7,56	8,22
	Mano de Obra						
470102	Operario	HH	2,500	1,429	7,50	10,72	
470114	Peón	HH	2,000	1,143	4,75	5,43	16,15
370101	Herramientas manuales	%MO	0,000	0,050	16,15	0,81	0,81
N° 09.02		Und	Rendimiento:	10,000	Total	23,21	Sub - Total
Observación:		Unidad	Cuadrilla	Und/día	Precio	Parcial	Sub - Total
Código	Descripción			Cantidad			
	Observación:						
	Tubos de drenaje						
	Tubería PVC - P Φ 3" x 16"						
	Descripción						
	Materiales						

020207	Alambre negro N°8 BWG / N°16 BWG	Kg	0,000	0,220	1,61	0,35	
720303	Tubería PVC - P φ 3" <i>Mano de Obra</i>	ml	0,000	0,650	12,39	8,05	8,40
470102	Operario	HH	1,000	0,800	7,50	6,00	
470113	Oficial	HH	1,000	0,800	5,38	4,30	
470114	Peón	HH	1,000	0,800	4,75	3,80	14,10
370101	Herramientas manuales <i>Equipos</i>	%MO	0,000	0,050	14,10	0,71	0,71
N° 09.04 A Postes de baranda							
<i>Observación: Empotrada en veredas</i>							
Código	Descripción	Und	Rendimiento:	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
	<i>Materiales</i>		<i>Cuadrilla</i>	<i>Und/día</i>			
020302	Tubo acero galvanizado redondo 2 1/2" x 2.0 mm x 6 ml	ml	0,000	0,800	23,13	18,50	
303101	Soldadura cellacord 1/8" E - 6011 (20 Kg) <i>Mano de Obra</i>	Kg	0,000	0,300	7,38	2,21	20,71
470102	Operario	HH	2,000	4,000	7,50	30,00	
470113	Oficial	HH	1,000	2,000	5,38	10,76	
470114	Peón	HH	5,000	10,000	4,75	47,50	88,26
370101	Herramientas manuales <i>Equipos</i>	%MO	0,000	0,050	88,26	4,41	4,41
N° 09.04 B Pasamanos							
<i>Observación: Protección de vía y peatonal</i>							
Código	Descripción	ml	Rendimiento:	ml/día	Precio	Parcial	Sub - Total
	<i>Materiales</i>		<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>			
020302	Tubo acero galvanizado redondo 2 1/2" x 2.0 mm x 6 ml	ml	0,000	1,000	23,13	23,13	
303101	Soldadura cellacord 1/8" E - 6011 (20 Kg) <i>Mano de Obra</i>	Kg	0,000	0,400	7,38	2,95	26,08
470102	Operario	HH	2,000	1,067	7,50	8,00	
470113	Oficial	HH	1,000	0,533	5,38	2,87	
470114	Peón	HH	4,000	2,133	4,75	10,13	21,00
370101	Herramientas manuales <i>Equipos</i>	%MO	0,000	0,050	21,00	1,05	1,05
N° 09.05 Albañilería hueca en veredas							
<i>Observación: Con ladrillo de cemento vibrado</i>							
Código	Descripción	ml	Rendimiento:	ml/día	Precio	Parcial	Sub - Total
	<i>Materiales</i>		<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>			
170101	Ladrillo hueco c / cemento vibrado 0.30 x 0.30 x 0.15 m <i>Mano de Obra</i>	Und	0,000	23,000	0,72	16,56	16,56
					Total	113,38	
					Total	48,13	
					Total	28,85	

Código	Descripción	Unidad	Rendimiento: C cuadrilla	Cantidad m/día	Precio	Parcial	Sub - Total
470102	Operario	HH	2,000	0,800	7,50	6,00	
470114	Peón	HH	3,000	1,200	4,75	5,70	11,70
370101	Herramientas manuales	%MO	0,000	0,050	11,70	0,59	0,59
N° 09.06	Junta metálica de dilatación - contracción			4,000			812,98
<i>Observación: Entre tablero de puente y estribo</i>							
Código	Descripción	m/	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
<i>Materiales</i>							
020401	Perfil de acero 3/8" x 1" x 6 ml	ml	0,000	2,000	43,97	87,94	
020402	Perfil de acero 3/4" x 4" x 6 ml	ml	0,000	2,000	43,97	87,94	
024502	Perno hexagonal Φ 5/8" x 2 1/2"	Und	0,000	3,500	9,88	34,58	
030301	Acero corrugado fy = 4200 Kg/cm2 (G - 60)	Kg	0,000	4,870	1,40	6,82	
304114	Neopreno	cm3	0,000	2800,000	0,20	560,00	777,28
<i>Mano de Obra</i>							
470102	Operario	HH	1,000	2,000	7,50	15,00	
470114	Peón	HH	2,000	4,000	4,75	19,00	34,00
370101	Herramientas manuales	%MO	0,000	0,050	34,00	1,70	1,70
N° 09.07	Borde cortante del caisson			6,000			54,27
<i>Observación: Caisson del margen izquierdo</i>							
Código	Descripción	m/	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
<i>Materiales</i>							
020214	Angulo FN 6" x 6" x 3/8" x 6 ml	ml	0,000	1,000	27,67	27,67	
030301	Acero corrugado fy = 4200 Kg/cm2 (G - 60)	Kg	0,000	2,000	1,40	2,80	30,47
<i>Mano de Obra</i>							
470102	Operario	HH	1,000	1,333	7,50	10,00	
470114	Peón	HH	2,000	2,667	4,75	12,67	22,67
370101	Herramientas manuales	%MO	0,000	0,050	22,67	1,13	1,13
N° 09.08	Pintura de postes de baranda y pasamanos			30,000			50,75
<i>Observación: Empleo de pintura anticorrosiva</i>							
Código	Descripción	m/	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
<i>Materiales</i>							
040201	Arena gruesa	m3	0,000	0,250	30,00	7,50	
306001	Disolvente para epóxicos	Gln	0,000	0,060	14,51	0,87	
540104	Pintura anticorrosiva	Gln	0,000	0,020	150,00	3,00	11,37
<i>Mano de Obra</i>							
470101	Capataz	HH	0,200	0,053	7,25	0,38	

N° 09.10 Código	Articulaciones Observación: Canastillas en conexión columna - cimentación	Descripción	Und Unidad	Cuantrilla	Rendimiento: Und/día	Cantidad	Precio	Total 1977,74	
								Parcial	Sub - Total
Equipos									
470102	Operario		HH	2,000		0,533	7,50	4,00	
470114	Peón		HH	5,000		1,333	4,75	6,33	10,71
480115	Equipo de arenado		HM	1,000		0,267	30,32	8,10	
491301	Compresora neumática 125 - 175 PCM		HM	1,000		0,267	75,00	20,03	
370101	Herramientas manuales		%MO	0,000		0,050	10,71	0,54	28,67
Mano de Obra									
040201	Arena gruesa		m3	0,000		0,070	30,00	2,10	
050102	Piedra chancada de 1"		m3	0,000		0,098	30,00	2,94	
212201	Cemento Portland Tipo I		Bls	0,000		2,500	11,53	28,83	
390101	Agua		m3	0,000		0,021	5,00	0,11	
430234	Madera tornillo		p2	0,000		0,062	1,81	0,11	
600101	Tecnopor e = 2.5 cm		m2	0,000		6,500	5,60	36,40	70,49
470101	Capataz		HH	0,100		1,455	7,25	10,55	
470102	Operario		HH	1,000		14,545	7,50	109,09	
470114	Peón		HH	4,000		58,182	4,75	276,36	396,00
Equipos									
480103	Mezcladora de concreto / tambor 23 HP 11 - 12 p3		HM	1,000		14,545	25,37	369,01	
497303	Vibrador de concreto 4 HP		HM	1,000		14,545	12,17	177,01	
498002	Winche eléctrico		HM	1,000		14,545	65,00	945,43	
370101	Herramientas manuales		%MO	0,000		0,050	396,00	19,80	1511,25
Medidas de mitigación del impacto ambiental									
N° 10.01	Observación: Condiciones del impacto ambiental		Glb Unidad	Cuantrilla	Rendimiento: Glb/día	Cantidad	Precio	Parcial	Sub - Total
330201	Mitigación de impacto ambiental		Glb	0,000		1,000	7000,00	7000,00	7000,00

Trabajo de Tesis de Orado
Bach. Marco A. Navarro Neyra

LISTA DE INSUMOS

Obra : **Rehabilitación y Construcción de Puentes**
Fórmula : **Puente Cuicua**

Fecha : **20-feb-98**

Código	Ensamble	Código	Insumos	Unidad	Cantidad	Licitación FEB 1998		Actualizado JUN 2008		Totales SJ.		Variación Precios
						Precio S/.	Precio US\$	Precio S/.	Precio US\$	1998	2008	
020207	A001	AC	Alambre negro N°8 BWG / N°16 BWG	Kg	1789,95	1,61	0,56	3,80	1,33	2881,82	6801,81	3919,99
020214	A002	AC	Angulo FN 6" x 6" x 3/8" x 6 ml	ml	22,70	27,67	9,71	63,18	22,17	628,11	1434,19	806,08
020302	A003	AC	Tubo acero galvanizado redondo 2 1/2" x 2,0 mm x 6 ml	ml	159,40	23,13	8,12	18,50	6,49	3663,79	2930,40	-733,39
020401	A004	AC	Perfil de acero 3/8" x 1" x 6 ml	ml	18,00	43,97	15,43	12,00	4,21	791,46	216,00	-575,46
020402	A005	AC	Perfil de acero 3/4" x 4" x 6 ml	ml	18,00	43,97	15,43	38,50	13,51	791,46	693,00	-98,46
020551	A006	AC	Clavo con cabeza tipo BWG	Kg	1974,62	1,61	0,56	3,80	1,33	3179,14	7503,56	4324,42
024502	A007	AC	Perno hexagonal Ø 5/8" x 2 1/2"	Und	31,50	9,88	3,47	1,20	0,42	311,22	37,80	-273,42
030301	A008	AC	Aceros corrugado fy = 4200 Kg/cm ² (G - 60)	Kg	32612,57	1,40	0,49	2,90	1,02	45657,60	94576,45	48918,85
040201	A009	AG	Arena gruesa	m ³	354,40	30,00	10,53	32,00	11,23	10632,00	11340,80	708,80
050101	A010	AG	Piedra chancada de 1 1/2" - 3/4"	m ³	438,43	45,00	15,79	55,00	19,30	19729,35	24113,65	4384,30
050105	A011	AG	Piedra chancada de 1"	m ³	18,48	30,00	10,53	50,00	17,54	554,40	924,00	369,60
050105	A012	AG	Piedra grande de cantera	m ³	14,70	16,10	5,65	32,00	11,23	236,67	470,40	233,73
050201	A013	AG	Roca seleccionada de cantera	m ³	810,81	24,24	8,51	30,00	10,53	19654,03	24324,30	4670,27
170101	A014	IN	Ladrillo hueco c / cemento vibrado 0.30 x 0.30 x 0.15 m	Und	2392,00	0,72	0,25	2,50	0,88	1722,24	5980,00	4257,76
212201	A015	CE	Cemento Portland Tipo I	Bls	7376,64	11,53	4,05	16,50	5,79	85052,66	12714,56	36661,90
212301	A016	IN	Cel de construcción	Kg	624,00	0,25	0,09	0,50	0,18	156,00	312,00	156,00
270101	A017	IN	Fulminante N° 6	Pza	76,56	0,22	0,08	0,50	0,18	16,84	38,28	21,44
270201	A018	IN	Guía para explosivos	ml	132,94	0,22	0,08	0,50	0,18	29,25	66,47	37,22
280101	A019	IN	Diamita unidad de 30 cm (65%)	Und	45,80	6,14	2,15	7,50	2,63	281,21	343,50	62,29
303101	A020	IN	Soldadura cellacord 1/8" E - 6011 (20 Kg)	Kg	62,00	7,38	2,59	12,00	4,21	457,56	744,00	286,44
304114	A021	IN	Neopreno	cm ³	25200,00	0,20	0,07	0,30	0,11	5040,00	7560,00	2520,00
305107	A022	IN	Barreno integral de 7/8" x 5'	Pza	2,23	250,00	87,72	265,00	92,98	557,50	590,95	33,45
306001	A023	IN	Disolvente para epóxicos	Gln	6,24	14,51	5,09	30,00	10,53	90,54	187,20	96,66
320101	A024	IN	Flete terrestre (carga seca)	Lote	1,00	18000,00	6315,79	22000,00	7719,30	18000,00	22000,00	4000,00
320301	A025	IN	Movilización y desmovilización de equipo	Lote	1,00	8000,00	2807,02	10000,00	3508,77	8000,00	10000,00	2000,00
330101	A026	IN	Campamento	Glb	1,00	7000,00	2456,14	9000,00	3157,89	7000,00	9000,00	2000,00
330201	A027	IN	Mitigación de impacto ambiental	Tn - m	126000,00	1,45	0,51	1,60	0,56	182700,00	201600,00	18900,00
330301	A028	PR	Tendón postensor	Kg	800,00	18,50	6,49	22,50	7,89	14800,00	8000,00	-6800,00
330302	A029	PR	Anclaje	%MO	5987,12	0,00	0,00	0,00	0,00	5987,12	11461,56	5474,44
370101	A030	IN	Herramientas manuales	m ³	113,36	5,00	1,75	5,50	1,93	566,80	623,48	56,68
390101	A031	IN	Agua	p2	17855,90	1,81	0,64	2,40	0,84	32319,18	42854,16	10534,98
430193	A032	IN	Madera para encofrado	Pza	0,91	1,81	0,64	3,00	1,05	1,65	2,73	1,08
430234	A033	IN	Madera tornillo	Pza	324,70	72,80	25,54	98,50	34,56	23638,16	31982,95	8344,79
440194	A034	IN	Plancha de triplay/lupuna 4 x 8 x 19 mm	HH	247,68	7,25	2,54	13,50	4,74	1795,68	3343,68	1548,00
470101	A035	MO	Capataz	HH	5889,58	7,50	2,63	12,35	4,33	44171,85	72736,31	28564,46
470102	A036	MO	Operario	HH	3228,55	5,38	1,89	11,00	3,86	17369,60	35514,05	18144,45
470113	A037	MO	Oficial	HH	11339,10	4,75	1,67	9,95	3,49	53860,73	112824,05	58963,32
470114	A038	MO	Peón	HH	47,84	7,40	2,60	12,95	4,54	354,02	619,53	265,51
470127	A039	MO	Topógrafo	HM	353,56	25,37	8,90	17,50	6,14	8969,82	6187,30	-282,52
480103	A040	EQ	Mezcladora de concreto / tambor 23 HP 11 - 12 p.3	HM	25,77	30,32	10,64	20,00	7,02	841,99	555,40	-286,59
480115	A041	EQ	Equipo de arenado	HM	27,77	30,32	10,64	20,00	7,02	841,99	555,40	-286,59
480119	A042	EQ	Bomba neumática	HM	76,06	15,50	5,44	20,00	7,02	1176,93	1521,20	342,27

Trabajo de Tesis de Grado
Bach. Marco A. Navarro Neyra

LISTA DE INSUMOS

Obra : Rehabilitación y Construcción de Puentes
Fórmula : Puente Culcua

Fecha : 20-feb-08

Código	Ensamble	Código	Insumos	Unidad	Cantidad	Licitación FEB 1998		Actualizado JUN 2008		Totales \$i. 1998	Totales \$i. 2008	Variación Precios
						Precio \$i.	Precio US\$	Precio \$i.	Precio US\$			
480603	A043	EQ	Camión volquete 6x4 / 130 HP 10 m3	HM	107,72	95,00	33,33	72,00	25,26	10233,40	7755,84	-2477,56
481101	A044	IN	Puntales y elementos metálicos	MD	2340,00	22,50	7,89	24,00	8,42	52650,00	56160,00	3510,00
481801	A045	EQ	Motobomba 7.7 - 10 HP Ø 3" - 4"	HM	26,92	15,50	5,44	16,50	5,79	417,26	444,18	26,92
481901	A046	EQ	Camión imprimador 6x2 / 178 - 210 HP 1800 Gln	HM	2,91	110,00	38,60	120,00	42,11	320,10	349,20	29,10
482001	A047	EQ	Plancha compactadora 4 HP	HM	72,66	13,36	4,69	10,50	3,68	970,74	762,93	-207,81
491111	A048	EQ	Cargador frontal sobre llanta / 125 - 155 HP 3.0 Y3	HM	107,72	125,00	43,86	90,00	31,58	13465,00	9694,80	-3770,20
491301	A049	EQ	Compresora neumática 125 - 175 PCM	HM	32,76	75,00	26,32	36,00	12,63	2457,00	1179,36	-1277,64
491302	A050	EQ	Compresora neumática 700 - 800 PCM	HM	34,18	95,00	33,33	46,00	16,14	3247,10	1572,28	-1674,82
496685	A051	EQ	Rodillo vib liso autop 70 - 100 HP / 7.7 - 9 Tn	HM	2,08	80,00	28,07	42,00	14,74	166,40	87,36	-79,04
496701	A052	EQ	Rodillo neum. autop. 81 - 100 HP / 5.5 - 20 Tn	HM	2,08	67,50	23,68	80,00	28,07	140,40	166,40	26,00
496801	A053	EQ	Pavimentadora sobre orugas 69 HP - 10'	HM	2,08	93,76	32,90	90,00	31,58	195,02	187,20	-7,82
497303	A054	EQ	Amasadora de concreto 4 HP	HM	353,56	12,17	4,27	10,50	3,68	4302,83	3712,38	-590,45
498002	A055	EQ	Vibrador de concreto 4 HP	HM	58,18	65,00	22,81	60,00	21,05	3781,70	3490,80	-290,90
498501	A056	EQ	Winche eléctrico	HM	9,96	120,00	42,11	140,00	49,12	1195,20	1394,40	199,20
498701	A057	EQ	Retroexcavadora 195 HP	HM	64,13	7,05	2,47	8,00	2,81	452,12	513,04	60,92
498801	A058	EQ	Martillo neumático 29 Kg	HM	47,84	10,00	3,51	12,00	4,21	478,40	574,08	95,68
498802	A059	EQ	Teodolito	HM	47,84	10,00	3,51	8,00	2,81	478,40	392,72	-85,68
530605	A060	EQ	Nivel	HM	303,50	3,19	1,12	8,70	3,05	968,17	2640,45	1672,28
530601	A061	IN	Petróleo	Gln	915,20	1,49	0,52	4,50	1,58	1363,65	4*18,40	2754,75
530701	A062	IN	Asfalto líquido RC - 250	Gln	748,80	2,50	0,88	8,50	2,98	1872,00	6364,80	4492,80
540104	A063	IN	Kerosene Industrial	Gln	2,08	150,00	52,63	42,90	15,05	312,00	89,23	-222,77
540107	A064	IN	Pintura anticorrosiva	Gln	6,55	120,00	42,11	42,90	15,05	786,00	281,00	-505,00
600101	A065	IN	Pintura esmalte	Gln	26,00	5,60	1,96	7,10	2,49	145,60	184,60	39,00
720303	A066	IN	Tecnopor e = 2.5 cm	m2	11,70	12,39	4,35	15,00	5,26	144,96	175,50	30,54
920101	A067	IN	Tubería PVC - P Ø 3"	m3	0,80	196,13	68,82	229,50	80,53	156,90	183,60	26,70
	A068	IN	Concreto f c = 140 Kg/cm2	m3								

Obra : Construcción del Puente Cuicua - Apurímac
Ejecutado : Bachiller Marco A. Navarro Neyra

CALCULO DE LA FORMULA POLINOMICA Y REAJUSTE DE PRESUPUESTO

Obra : Construcción de Puente tipo Postensado de 52.00 m
Fórmula : Todo costo

Fecha : 2-jun-08

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Precio S/. 1998	Precio S/. 2008	% INCI 1998	REAJUSTE	CORRECCION
			FP CO	P2008 / P1998	ACTUALIZAR
Agrupación de Insumos Incidentes en Partidas					
AC	57904,60	114193,21	0,0584	1,9721	0,1152
AG	50806,45	61173,15	0,0513	1,2040	0,0617
CE	85052,66	121714,56	0,0858	1,4311	0,1228
EQ	53479,01	40697,27	0,0540	0,7610	0,0411
IN	224168,89	299924,81	0,2262	1,3379	0,3027
MO	117551,88	225037,62	0,1186	1,9144	0,2271
PR	197500,00	219600,00	0,1993	1,1119	0,2216
GU	204498,89	281408,56	0,2064	1,3761	0,2840

(6)

Σ = 990962,38

1,3762

FP CO 1998 = $0,0584 * AC/ACo + 0,0513 * AG/AGo + 0,0858 * CE/CEo + 0,2262 * EQ/EQo + 0,2262 * IN/INo + 0,1186 * MO/MOo + 0,1993 * PR/PRo + 0,2064 * GU/GUo$

Siendo:

FP CO : Fórmula polinómica evaluada según presupuesto de licitación en Febrero 1998

INDICE / INDICEo : Índice de variación de precios para reajuste y actualización a Junio 2008

Aplicando los valores de reajuste de la columna (4), obtenemos un nuevo factor (5) para el sub total del presupuesto, actualizado a Junio del 2008.

PRESUPUESTO ACTUALIZADO - SUB TOTAL = 1.3762 X 991 033, 10 = S/. 1 363 859, 75

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

**EVALUACION DEL PROCESO CONSTRUCTIVO
DEL PUENTE CUICUA - APURIMAC**

**ANEXO E : PANEL FOTOGRAFICO
POR ETAPAS DE CONSTRUCCION**

Navarro Neyra, Marco Antonio – Octubre 2008

EXCAVACIÓN DE CIMENTACIONES



Foto N° 01: Excavación de la cimentación de la margen izquierda, se aprecia el empleo de motobombas para drenar la napa.



Foto N° 02: Vista de la cimentación izquierda, nótese la transición en el suelo de un conglomerado con bolonería a roca.

DETALLE DE ARTICULACIÓN – PIE DE PÓRTICO



Foto N° 03: Detalle de encofrado de articulación; se puede apreciar la preparación de pasantes de acero $\varnothing 3/4"$ del pie del pórtico.

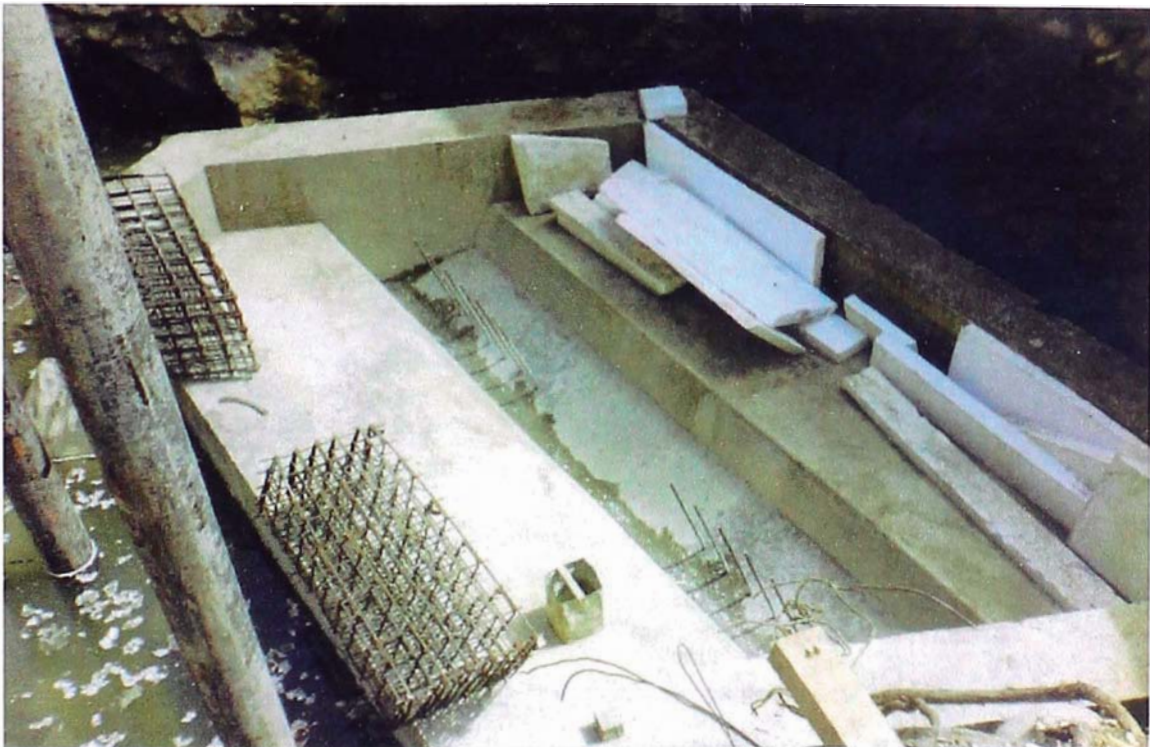


Foto N° 04: Cimentación de la margen izquierda, con aceros $\varnothing 3/4"$ colocados y canastillas listas para su colocación.

FALSO PUENTE



Foto N° 05: Proceso de hincado de pilotes sobre el lecho del río Chalhuanca. El equipo usado es una grúa LINK BELT de 25 toneladas la cual dispone de una columna de acero que sirve como guía; y un martillo DELMAG de 12 toneladas. El nivel de rechazo se acepta en 5 mm., por 10 golpes, alcanzando una profundidad mínima de 1.50 m. El falso puente consta de un sistema de 13 filas de pilotes de 04 hileras cada una, en total 52 pilotes.



Foto N° 06: Finalización del hincado de pilotes; la imagen se muestra desde el margen izquierdo, la labor que continua es realizar el entramado de las vigas de acero. Previamente se deben cortar los pilotes de tal forma que el acabado de la estructura incluyendo las vigas alcancen el nivel 2670.34 msnm. Se puede apreciar el bajo nivel de aguas (noviembre 1998), el lecho se compone de conglomerado con bolonería \varnothing 1.20 m en promedio lo cual dificultó el hincado de algunos pilotes que se ven inclinados, además; se observa el encofrado de la columna del margen derecho.



Foto N° 07: Proceso de encofrado del tercio derecho de la superestructura, simultáneamente se avanza con el entramado de vigas metálicas del falso puente.



Foto N° 08: Detalle del avance del encofrado de vigas y losas, tal como se muestra en la lámina CU 6/7, aún el nivel de aguas del río es bajo.

VIGAS Y LOSA INFERIOR



Foto N° 09: Se aprecia el incremento del nivel de aguas, el material que arrastra el río es atrapado por los arriostres del falso puente.



Foto N° 10: Colocación de concreto $f'c$ 320 Kg/cm² hasta el nivel de ochavo de vigas, con apoyo de una grúa de 4 toneladas. Se aprecian los ductos del sistema postensado.

VIGAS Y LOSA SUPERIOR



Foto N° 11: Las vigas y losa inferior se encuentran culminadas, se han dejado los empalmes de acero tipo V 401 @ 0.30 m para empalmar con los aceros de la losa superior.



Foto N° 12: Detalle del encofrado de los voladizos de la losa superior, segunda etapa del encofrado de la superestructura.



Foto N° 13: Colocación del concreto en la losa superior con apoyo de grúa de 4 toneladas, esto se realizó en tres etapas considerando los tercios de la longitud del puente.



Foto N° 14: Se aprecia lo crítico del nivel de aguas que cruza por encima del nivel de falso puente, se adicionó en la mezcla Plastocrete para acelerar el proceso del fraguado inicial del concreto.

DESENCOFRADO DE VIGAS Y LOSAS



Foto N° 15: Se retiró el encofrado a los 21 días, luego de haber tensado columnas y vigas, se observa el entablado sobre el falso puente.

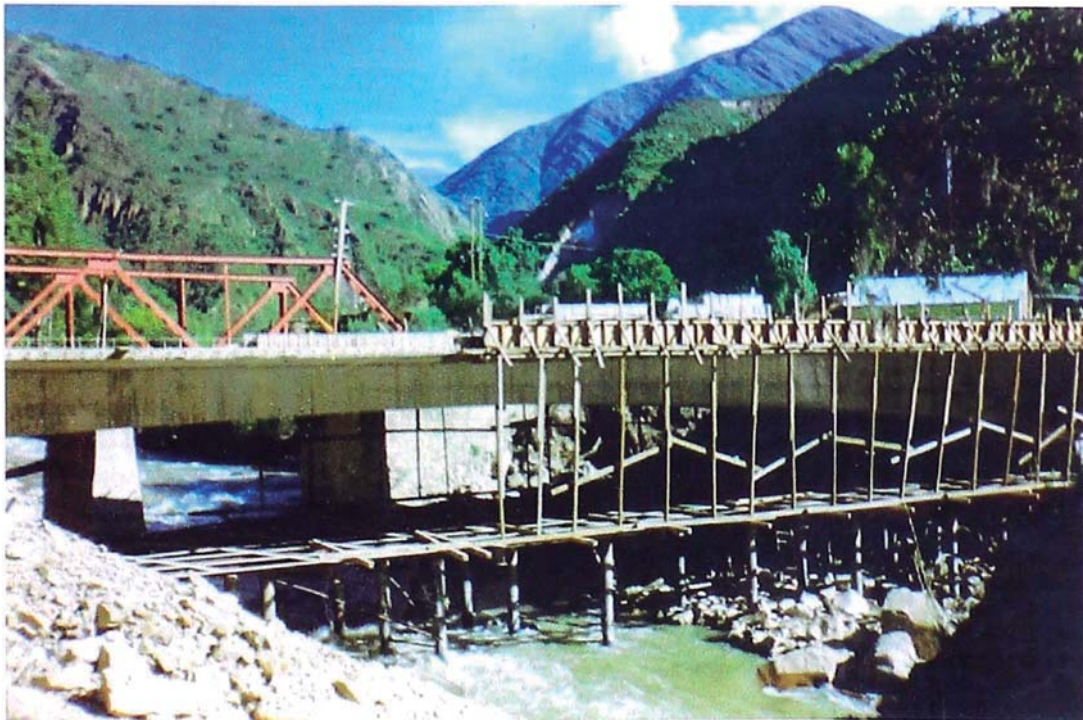


Foto N° 16: Se aprecia el encofrado de las veredas, algunos pilotes han sido arrancados de su posición por el río.

SISTEMA POSTENSADO – DIWIDAG

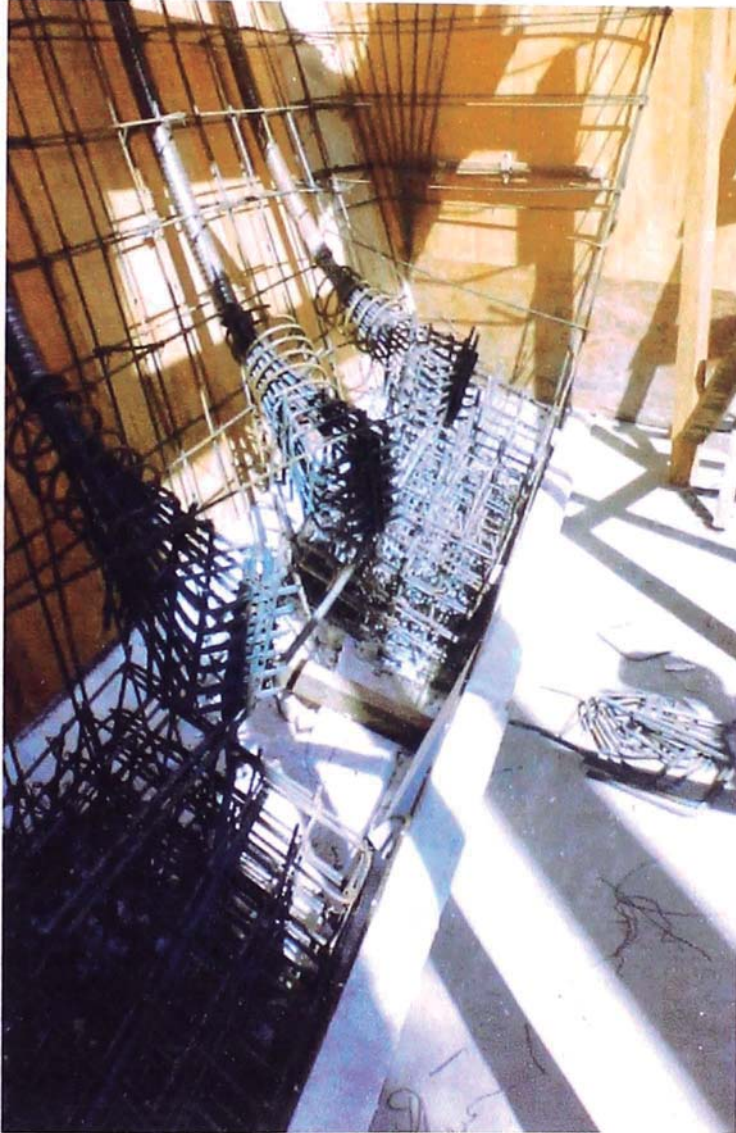


Foto N° 17: Anclajes fijos en columna, nótese que el alineamiento de los ductos concuerdan con el alineamiento del puente (desviado 27°). Estos anclajes se colocan por encima de las articulaciones del pie del pórtico, son 04 tendones de 12 torones de $\varnothing 5/8"$ por columna con una fuerza final de 600 toneladas.



Foto N° 18: Anclaje del tipo móvil colocado en la viga, son 04 tendones de 10 torones de $\varnothing 5/8"$ por viga con una fuerza final de 1250 toneladas, la cajuela de entrega se dispone según el esviaje del puente.

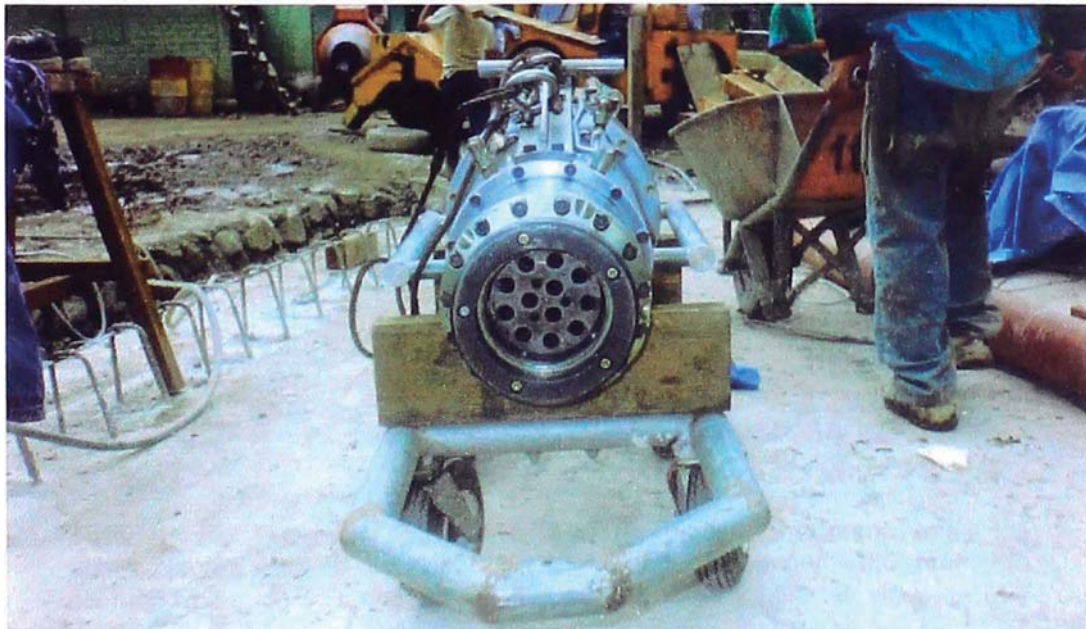


Foto N° 19: Gato hidráulico para múltiples torones de 508.90 cm² es accionado mediante una bomba modelo M – 8 de 800 Kg/cm².



Foto N° 20: Procedimiento de tensado de vigas, el operario mide los alargamientos que se producen en el tendón. El alargamiento promedio estimado para las columnas es de 52 mm. +/- 10 % y para las vigas de 353 mm. +/- 10 %.

Dentro del gato se encuentran colocadas las cuñas que evitan que el tendón regrese a su estado inicial antes del alargamiento.

VISTA GENERAL DEL PUENTE CUICUA



Foto N° 21: Vista del puente tomada desde el margen derecho, se observa el encofrado de la losa superior y el nivel elevado de las aguas del río.

En esta etapa del proceso constructivo no se habían aprobado los adicionales de excavación en roca del acceso del puente, precisamente en este margen. Cuando se culminó con el llenado de concreto y la labor del postensado, se procedió a cubrir las estructuras (puente antiguo y puente nuevo) con paneles y vegetación para protegerlos de la caída de material ocasionada por las explosiones.



Foto N° 22: Vista general del puente Cuicua tomada desde el margen izquierdo en la culminación de la colocación del concreto sobre la losa superior $f'c$ 320 Kg/cm².

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

**EVALUACION DEL PROCESO CONSTRUCTIVO
DEL PUENTE CUICUA - APURIMAC**

**ANEXO F : CORROSION EN EL CONCRETO Y
ENSAYOS DE SUELOS Y CONCRETO**

Navarro Neyra, Marco Antonio – Octubre 2008

EVALUACION DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL PUENTE CUICUA ANEXO F – CORROSION EN EL CONCRETO

Como se conoce la acumulación de líquidos alrededor de los elementos estructurales puede contener encerrado **iones OH^-** , entonces debido al fenómeno electrolítico se forma corrosión en el acero (zona corroída o ánodo) siendo el concreto un pasivo conductor (zona pasiva o cátodo). Se presenta a continuación los distintos ataques o corrosiones típicas en el concreto:

- **Corrosión uniforme o generalizada:** pérdida generalizada de la película pasiva, carbonatación del concreto o presencia excesiva de iones cloruro ó “lixiviación” del concreto producida por la percolación y lavado por aguas puras o ligeramente ácidas.
- **Corrosión galvánica o localizada:** por agresión de cloruros o sulfatos. En presencia de sulfatos la mezcla reacciona con el hidróxido de calcio ó **Ca (OH)₂** liberando en el proceso de hidratación yeso ó **Ca SO₄** quien juntamente con los sulfo aluminatos producen rotura del concreto por expansión del volumen de estas sales. La presencia de cloruros que producen sustancias ácidas destruyen el concreto en las capas superficiales de protección cuya velocidad de reacción se duplica en cada 10 °C de incremento de temperatura.

El concreto debe mantener un PH balanceado entre 8.0 y 10.0; la tabla B-1 muestra los valores de concentración de iones cloruros considerados críticos de acuerdo a distintas normas.

Se considera un ataque en medio básico cuando el **PH > 11.0**; y considerado un ataque en medio ácido cuando el **PH < 7.0**.

Tabla Nº 14.- Valor Crítico de Ión Cloruro en Concretos Reforzados

País	Norma	Límite máximo de Cl	referido a
USA	ACI-318	≤ 0.15 % ambiente de Cl	cemento
USA	ACI-318	≤ 0.30 % ambiente normal	cemento
USA	ACI-318	≤ 1.00 % ambiente seco	cemento
Inglaterra	CP-110	≤ 0.35 % al menos en 95%	cemento
Australia	AS-3600	≤ 0.22 %	cemento
Noruega	NS-3474	≤ 0.60 %	cemento
España	EH-91	≤ 0.40 %	cemento
Japón	JSCE-SP2	≤ 0.60 Kg/m ³	concreto
Brasil	NBR-6118	≤ 0.05 %	agua

Fuente: Tesis de Grado T01-211 “Corrosión en estructuras de Concreto Armado” – Verano Porta, Víctor Raúl, edición 2002.

Se presenta la siguiente tabla B-2 como una técnica de aplicación para controlar la corrosión en las armaduras de refuerzo:

**Tabla N° 15.- Protección de las Armaduras de Refuerzo
(Técnicas de Control de la Corrosión)**

Protección Directa:

	Protección Catódica	Galvanizado	Recubrimientos Epóxicos
Aplicación	Aplicación a cualquier estructura	Aplicación a estructuras carbonatadas	Aplicación a cualquier estructura
Ventaja	Aplicación única y eficaz en corrosión ya iniciada	Facilidad de aplicación, costo relativo, sin mantenimiento	Sin mantenimiento
Desventaja	Es necesario personal calificado, necesita mantenimiento	Deterioros localizados por manipulación y mantenimiento	Costo elevado, deterioro localizado por manipulación

Protección Indirecta: A través del concreto

	Recubrimientos	Inhibidores	Alcalinizado
Aplicación	Aplicación a cualquier estructura	Aplicación a cualquier estructura	Estructuras en ambientes húmedos y carbonatados
Ventaja	Facilidad de aplicación	Facilidad de aplicación, sin mantenimiento	No se remueve el material carbonatado
Desventaja	Si el concreto es carbonatado puede acelerar la corrosión	Deterioro si no se garantiza la difusión adecuada	Costo elevado, difícil aplicación en campo

No se advierte sobre el método de extracción electroquímica de los cloruros por ser un tratamiento costoso y de difícil aplicación en campo.



MINISTERIO DE TRANSPORTES
CONSTRUCCION DE PUENTES
TRAMO: CHALHUANCA - ABANCAY
Contrato No.14-96-MTC/15.03.PERT.01
INFORME DIARIO DE OBRA
PUENTE *CUCUA*



Frente de Trabajo: N° 01 - Manguera de 10' de diámetro

Fecha 21 de ABRIL 2000

Controlador Marco Antonio Navarro Neyra

No.	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
02.08	<i>Prueba de Ejecución</i>	<i>Se comprueba la capa N° 1ª de 0,20m. de espesor y se realizó la prueba respectiva cuyo resultado fue del 75% siendo aprobada.</i>
04.00	<i>Trazo Fuente</i>	<i>Se observaron desvíos de excentricidades máximas a 0,40m. en los pilotes colocados. El nivel de Recheo promedio fue de 4mm.</i>
05.07	<i>Concreto f'c = 220 Kg/cm²</i>	<i>Se realizó el Dúctil de Concreto f'c = 220 Kg/cm² de la Compañía en la margen derecha del Río Chichuena. Se inició a las 7:00 am y se terminó a las 2:45 pm. Rend = 7,4 m³/hora. (aprox. 60 m³) 02 Mezcladoras de 11 p³ + 02 Vibradores de 1 1/2" - 2".</i>

Clima Seco De 7 am A 2:45 pm De A De A
 Lluvias De 6 pm A 8 pm De A De A

Observaciones

** Se ordenó lavar continuamente el escurridor grueso contaminado.*

Controlador
Controlador 21-04-2000

Ing°. Supervisor

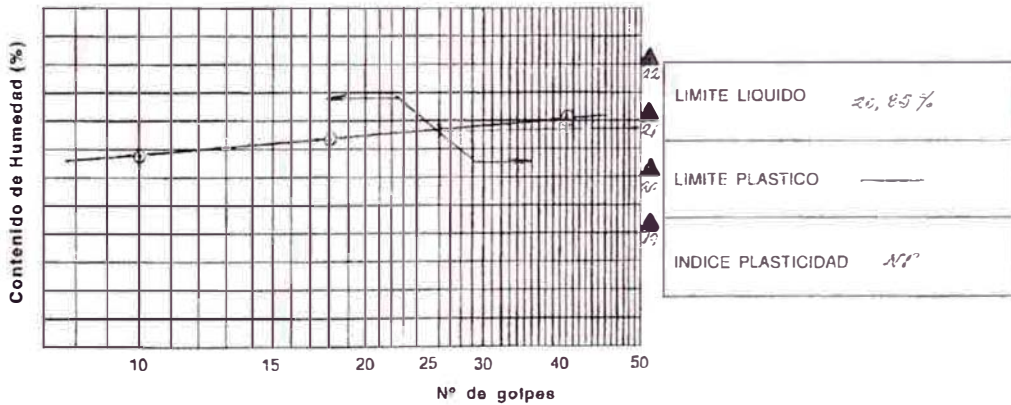
OBRA : CONSTRUCCIÓN PUENTES TRAMO: CHALHUANCA - ABANCAY
 PROPIETARIO : MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES, VIVIENDA Y CONSTRUCCIÓN
 CONTRATISTA : BRUCE CONTRATISTAS GENERALES - PROME CONTRATISTAS GENERALES - ASOCIADOS
 SUPERVISION : ASOCIACIÓN INTEGRAL - S & Z CONSULTORES ASOCIADOS S.A.

LIMITES DE CONSISTENCIA
LIMITES DE ATTERBERG

UBICACIÓN	CANTERA FUENTE CUICUA Km 103 + 015,97	CONTROL	01.
MUESTRA	BASE GRANULAR - Reloac di Material type A?	FECHA	05-03-1999.

LIMITE LIQUIDO

Lata Nº	9	10	11
1 Peso de lata + suelo húmedo	47,50	49,00	46,00
2 Peso de lata + suelo seco	44,40	45,75	45,50
3 Peso de la lata	30,00	30,00	29,00
4 Peso del agua (1 - 2)	2,90	3,25	3,30
5 Peso del suelo seco (2 - 3)	14,20	15,75	15,50
6 Humedad (5 x 100 / 4)	20,42	20,63	21,02
7 Número de golpes	10	18	20



LIMITE PLASTICO

Lata Nº				
1 Peso de lata + suelo húmedo				
2 Peso de lata + suelo seco				
3 Peso de la lata				
4 Peso del suelo seco (2 - 3)			N.P.	
5 Peso del agua (1 - 2)				
6 Humedad (5 / 4 x 100)				

OBSERVACIONES se presenta muy poco material arcilloso para realizar la muestra, no hay limite plástico ; por lo tanto, no hay indice de plasticidad.

TEC. LABORATORIO

ING. JEFE DE SECTOR

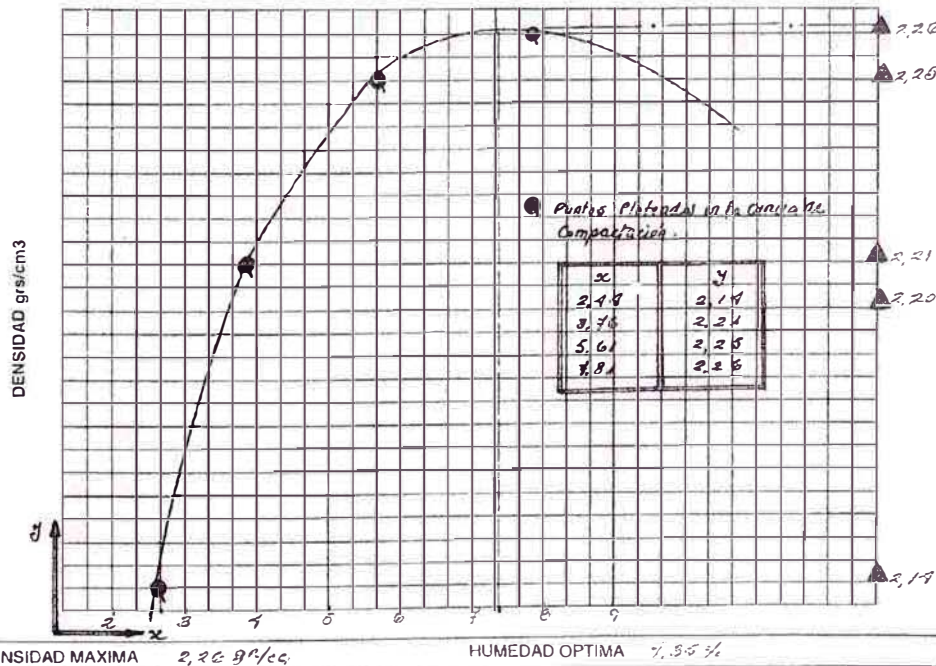
OBRA : CONSTRUCCIÓN PUENTES TRAMO: CHALHUANCA - ABANCAY
 PROPIETARIO : MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES, VIVIENDA Y CONSTRUCCION
 CONTRATISTA : BRUCE CONTRATISTAS GENERALES - PROIME CONTRATISTAS GENERALES ASOCIADOS
 SUPERVISIÓN : ASOCIACIÓN INTEGRAL - S & Z CONSULTORES ASOCIADOS S.A.

ENSAYO DE COMPACTACION
ENSAYO PROCTOR

TIPO <i>A-1-B</i>	CONTROL <i>SI</i>
UBICACION <i>CANTERA PUENTE CUICUA KM 103+645.97</i>	FECHA <i>05-05-1999</i>
MATERIAL <i>BASE GRANULAR - RECUBO de Materiales tipo A-1</i>	

Metodo de compactación <i>Paccón Modificado</i>	Número de golpes por capa <i>56</i>
Número de capas <i>05</i>	

CALCULO DENSIDAD HUMEDA - Muestra de Suelo golpeada					
1	Peso del suelo húmedo + molde	<i>7383</i>	<i>7585</i>	<i>7780</i>	<i>7905</i>
2	Peso del molde	<i>2790</i>	<i>2790</i>	<i>2790</i>	<i>2790</i>
3	Volumen del molde	<i>2095</i>	<i>2095</i>	<i>2095</i>	<i>2095</i>
4	Peso del suelo húmedo (1-2)	<i>4593</i>	<i>4795</i>	<i>4990</i>	<i>5115</i>
5	Densidad del suelo húmedo	<i>2.19</i>	<i>2.29</i>	<i>2.38</i>	<i>2.44</i>
DENSIDAD SECA - Contenido de Humedad por Muestra					
1	Cápsula	<i>4</i>	<i>4</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
2	Peso del suelo húmedo + cápsula	<i>226.7</i>	<i>690.2</i>	<i>690.8</i>	<i>640.3</i>
3	Peso del suelo seco + cápsula	<i>222.0</i>	<i>657.3</i>	<i>663.2</i>	<i>613.2</i>
4	Peso del agua (2-3)	<i>4.7</i>	<i>32.9</i>	<i>27.6</i>	<i>27.1</i>
5	Peso de la cápsula	<i>21.2</i>	<i>158.7</i>	<i>173.0</i>	<i>150.0</i>
6	Peso del suelo seco (3-5)	<i>198.2</i>	<i>518.6</i>	<i>490.2</i>	<i>465.2</i>
7	% de humedad (4/6)	<i>2.44</i>	<i>3.70</i>	<i>5.61</i>	<i>7.81</i>
8	Promedio Humedad	<i>2.44</i>	<i>3.70</i>	<i>5.61</i>	<i>7.81</i>
9	Densidad del suelo seco	<i>2.14</i>	<i>2.21</i>	<i>2.25</i>	<i>2.26</i>



[Signature]

TEC. LABORATORIO

ING. JEFE DE SECTOR

CONTROL DE ROTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROPIETARIO: MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES, VIVIENDA Y CONSTRUCCION
 CONTRATISTA: BUJES S.A. CONTRATISTAS GENERALES S.A. - PROMOCIONISTAS GENERALES S.A.
 SUPERVISOR: ASOCIACION INGENIERAL S.A. - SICA CONSULTORES ASOCIADOS S.A.

