

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



**“ALTERNATIVAS PARA LA CONSTRUCCION DE UN TUNEL POR  
DEBAJO DE LA CARRETERA LIMA - HUARAZ”**

**TESIS  
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**JORGE ABEL ESTRADA JUGO**

**LIMA - PERÚ  
2013**

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero empezar agradeciendo a Dios por permitirme llegar hasta aquí y haberme acompañado en todo momento.

A mis padres; en especial a mi mamá, por depositar su confianza en mí, apoyándome siempre aun en momentos difíciles. A mis hermanos; a mi esposa Victoria, por su apoyo incondicional que me permitieron culminar la presente.

Agradezco a la Ing. Isabel Moromi Nakata por su asesoramiento, consejos y observaciones, que me permitieron culminar con este trabajo.

A mis amigos Daniel y Carlos, porque siempre me animaron a seguir y que de diferentes formas colaboraron conmigo en la elaboración de esta tesis; también quiero agradecer a las empresas GCZ Ingenieros SAC y Eduardo Ríos y Asociados SAC, por el apoyo y facilidades prestadas.

---

**INDICE**

<b>RESUMEN</b>	<b>5</b>
<b>LISTA DE CUADROS</b>	<b>7</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>8</b>
<b>LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS</b>	<b>11</b>
<b>INTRODUCCION</b>	<b>12</b>
<b>CAPITULO I: MEMORIA DESCRIPTIVA</b>	<b>14</b>
1.1 Generalidades	14
1.2 Ubicación del proyecto	16
1.3 Descripción de la zona existente	16
1.4 Características de la zona existente	20
1.5 Descripción de los procedimientos de ejecución	30
<b>CAPITULO II: ALTERNATIVAS PARA LA CONSTRUCCION DEL TUNEL</b>	<b>43</b>
2.1 Alternativa N°01: "Concreto lanzado"	43
2.2 Alternativa N°02: "Método de Tunnel Liner"	47
2.3 Alternativa N°03: "Método por encofrado de madera"	51
2.4 Alternativa N°04: "Método por encofrado metálico permanente"	53
<b>CAPITULO III: INFORME DE SEGURIDAD</b>	<b>59</b>
3.1 Plan de seguridad vial	60
3.2 Plan de seguridad en obra	64

---

<b>CAPITULO IV: ESPECIFICACIONES TECNICAS</b>	<b>71</b>
<b>CAPITULO V: MEMORIA DE CALCULOS JUSTIFICATIVOS</b>	<b>95</b>
5.1 Análisis y diseño de las estructuras	95
5.2 Planeamiento y Presupuesto de las alternativas	141
<b>CAPITULO VI: EVALUACION TECNICA, ECONOMICA, SEGURA Y VIABLE DE LAS ALTERNATIVAS</b>	<b>175</b>
<b>CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>183</b>
7.1 Conclusiones	183
7.2 Recomendaciones	183
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>184</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>185</b>

## RESUMEN

La presente tesis forma parte del proyecto “*Optimización de las centrales hidroeléctricas CAHUA S.A. Pariac CH2-CH3*”, específicamente de la central hidroeléctrica CH2 que para optimizar su producción de energía requiere incrementar el caudal existente hasta  $2.20\text{m}^3/\text{s}$ ; para ello se debe incrementar el diámetro de la tubería forzada existente de 0.65m a 0.95m.

El tramo de la tubería forzada existente que pasa por debajo de la carretera está ubicada en el caserío de Pariac-Huaraz-Ancash, a la altura del km. 560.50 de la carretera Lima Huaraz a 3142 m.s.n.m. en la margen derecha del río Santa; su construcción data desde hace aproximadamente 35 años de acuerdo a lo indicado por los pobladores de la zona, por lo que se supone que el material que circunda a esta tubería existente es un relleno compactado con material propio (terraplén) sobre el que se construyó la carretera Lima-Huaraz.

La nueva tubería forzada de  $\phi$  0.95 m, necesariamente debe pasar por debajo de la carretera Lima-Huaraz; por esto se ha decidido construir un túnel que permita el pase de ésta, justo debajo de la tubería forzada existente.

Para este tipo de terreno, el procedimiento se basa en el refuerzo de roca donde los elementos de sostenimiento integran la masa rocosa reforzada (sostenimiento activo). Se utilizan los siguientes criterios para la construcción del túnel:

- Actualmente, en los grandes centros urbanos, es indeseable abrir zanjas para instalar colectores sanitarios, túneles de transporte, etc. en función del costo social resultante. La congestión de vías de tránsito, bloqueo de accesos comerciales y riesgos de accidentes con peatones son factores que deben tenerse en cuenta en el análisis de proyectos.
- Las excavaciones en terreno deleznable pueden sellarse recubriendo las caras expuestas con una capa delgada de concreto lanzado reforzado con malla de acero de construcción.
- La ejecución de túneles por métodos no destructivos, con planchas metálicas de estructura para revestimiento, permite la excavación modular del suelo exponiendo un área reducida en función del largo, otorgando gran seguridad de operación en el frente de excavación.

Los riesgos de desmoronamiento del frente de excavación se pueden controlar empleando un escudo metálico de protección soportado debidamente con puntales metálicos extensibles.

Las alternativas se evalúan de manera técnica, económica, segura y viable. Para determinar la viabilidad de las alternativas se usará el **Proceso de Análisis Jerárquico** (PAJ).

- De acuerdo con la **Evaluación Viable**, todas las alternativas están dentro del rango de 81 a 100, con lo que se concluye que todas las alternativas son viable.
- El mayor puntaje lo obtiene la “**Alternativa N°04**” por brindar la mayor seguridad al personal de obra en este tipo de trabajos subterráneos.
- La “**Alternativa N°02**” obtiene la mayor calificación técnica y económica; sin embargo, no brinda la debida seguridad en estos tipos de trabajos subterráneos, debido a que este túnel tiene una pendiente considerable. Las corrugas de la alcantarilla causarían inestabilidad, presentando grave riesgo para el personal que ejecutaría la obra; y de igual manera para la contratista encargada de la colocación de la nueva tubería forzada.

Para este tipo de terrenos, terraplén compactado, se recomienda:

- La “**Alternativa N°02**” en túneles con pendiente moderada hasta 2%, para la construcción de cruces de entubamiento de aguas cloacales, construcción de galerías de aguas pluviales, recuperación de galerías deterioradas, canalización de ríos y cursos de agua, pasaje de vehículos y peatones, drenaje subterráneos de ríos y cursos de agua, y en general cualquier tipo de pase.
- En ningún caso se recomienda trabajar con la “**Alternativa N°01**”, por ser la más costosa y por la poca disponibilidad de los equipos necesarios para ejecutarla.

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.- Valores típicos del ángulo de fricción drenado.....	99
Cuadro 2.- Parámetros elásticos de varios suelos.....	100
Cuadro 3.- Cálculo del factor de seguridad por estabilidad de talud.....	124
Cuadro 4.- Cargas vivas carretera y ferroviaria.....	138
Cuadro 5.- Esfuerzos máximos de pared o pandeo para tuberías de acero corrugado de distintos diámetros y corrugaciones.....	139
Cuadro 6.- Propiedades de las chapas y planchas de acero corrugado para conductos subterráneos.....	140
Cuadro 7.- Cálculo del recurso mano de obra (alternativa N°01).....	144
Cuadro 8.- Cálculo del recurso mano de obra (alternativa N°02).....	149
Cuadro 9.- Cálculo del recurso mano de obra (alternativa N°03).....	154
Cuadro 10.- Cálculo del recurso mano de obra (alternativa N°04).....	159
Cuadro 11.- Costo de mano de obra vigente en obras de edificación.....	165
Cuadro 12.- Costo de equipos.....	166
Cuadro 13.- Puntaje plazo de entrega.....	176
Cuadro 14.- Evaluación técnica.....	177
Cuadro 15.- Evaluación económica.....	177
Cuadro 16.- Evaluación de seguridad.....	179
Cuadro 17.- Escala de prioridades en el PAJ.....	180
Cuadro 18.- Matriz para determinar los pesos de las evaluaciones.....	181
Cuadro 19.- Evaluación viable.....	182

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.- Carretera Lima Huaraz Km. 560.50.....	17
Figura 2.- Tubería forzada existente cruzando la carretera Lima Huaraz (vista transversal).....	17
Figura 3.- Tubería forzada existente cruzando la carretera Lima Huaraz (vista frontal).....	18
Figura 4.- Muro de contención existente (vista transversal).....	18
Figura 5.- Muro de contención existente (vista en planta).....	19
Figura 6.- Muro de contención existente (vista frontal).....	19
Figura 7.- Muro de contención existente (vista frontal detalle de zapata).....	20
Figura 8.- Vista en planta zona de estudio.....	21
Figura 9.- Vista transversal zona de estudio.....	22
Figura 10.- Detalle de principales estructuras existentes.....	23
Figura 11.- Mapa geológico de la subcuenca de Huaraz.....	25
Figura 12.- Mapa de máximas intensidades sísmicas.....	29
Figura 13.- Vista en planta encauzamiento de drenaje.....	32
Figura 14.- Sección transversal de estructuras de drenaje.....	33
Figura 15.- Detalle de junta de construcción.....	34
Figura 16.- Isométrico afrontamiento de ingreso (vista frontal).....	35
Figura 17.- Isométrico afrontamiento de ingreso (vista posterior).....	35
Figura 18.- Detalle de afrontamiento de ingreso.....	36
Figura 19.- Isométrico afrontamiento de salida (vista frontal).....	38
Figura 20.- Isométrico afrontamiento de salida (vista posterior).....	38
Figura 21.- Detalle de afrontamiento de salida.....	39
Figura 22.- Detalle de apoyos exteriores.....	40
Figura 23.- Detalle de apoyos interiores.....	42

Figura 24.- Detalle de obras de reposición (ingreso).....	42
Figura 25.- Excavación modular (frente de ingreso).....	45
Figura 26.- Excavación modular (frente de salida).....	45
Figura 27.- Detalle de malla de sostenimiento (Alternativa N°01).....	46
Figura 28.- Detalle módulo de túnel (concreto lanzado).....	46
Figura 29.- Excavación modular (frente de ingreso).....	48
Figura 30.- Excavación modular (frente de salida).....	48
Figura 31.- Detalle de malla de sostenimiento (Alternativa N°02).....	49
Figura 32.- Detalle de planchas metálicas.....	50
Figura 33.- Distribución de planchas metálicas.....	50
Figura 34.- Colocado de concreto (Alternativa N°03).....	52
Figura 35.- Detalle módulo de túnel (Alternativa N°03).....	53
Figura 36.- Excavación modular (frente de ingreso).....	54
Figura 37.- Excavación modular (frente de salida).....	54
Figura 38.- Detalle de malla de sostenimiento (Alternativa N°03).....	55
Figura 39.- Detalle del acero de refuerzo.....	56
Figura 40.- Detalle de encofrado metálico permanente.....	56
Figura 41.- Colocado de concreto (Alternativa N°04).....	57
Figura 42.- Detalle módulo de túnel (Alternativa N°04).....	58
Figura 43.- Control de señales.....	61
Figura 44.- Medidas de las señales.....	62
Figura 45.- Operación de señales.....	63
Figura 46.- Plan de señalización.....	64
Figura 47.- Zona restringida.....	66
Figura 48.- Perfil estratigráfico de la zona de estudio.....	98
Figura 49.- Diagrama de cuerpo libre de fuerzas.....	108
Figura 50.- Presión lateral de tierra activa.....	109

Figura 51.- Presión lateral por sobrecarga vehicular.....	110
Figura 52.- Presión geostática del relleno compactado.....	111
Figura 53.- Detalle de Section cut.....	111
Figura 54.- Diagrama de momentos flectores alrededor de X (M1-1).....	112
Figura 55.- Diagrama de momentos flectores alrededor de Y (M2-2).....	112
Figura 56.- Diagrama de momentos flectores alrededor de X (M1-1).....	113
Figura 57.- Diagrama de momentos flectores alrededor de Y (M2-2).....	114
Figura 58.- Diagrama de cuerpo libre de fuerzas en el apoyo.....	122
Figura 59.- Talud de corte del apoyo.....	125
Figura 60.- Presión vertical total.....	127
Figura 61.- Presión horizontal total.....	127
Figura 62.- Presión por carga viva.....	128
Figura 63.- Presión del apoyo interior.....	129
Figura 64.- Resultados del análisis del piso y la bóveda.....	130
Figura 65.- Resultados del análisis del hastial.....	134
Figura 66.- Diagrama de interacción para section cut 4.....	135
Figura 67.- Diagrama de interacción para section cut 5 y section cut 6.....	138
Figura 68.- Coeficientes de carga para tuberías de acero.....	142
Figura 69.- Fases de obra (Alternativa N°01).....	143
Figura 70.- Fases y Subfases de obra (Alternativa N°01).....	143
Figura 71.- Distribución del recurso mano de obra (Alternativa N°01).....	146
Figura 72.- Fases de obra (Alternativa N°02).....	147
Figura 73.- Fases y Subfases de obra (Alternativa N°02).....	148
Figura 74.- Distribución del recurso mano de obra (Alternativa N°02).....	151
Figura 75.- Fases de obra (Alternativa N°03).....	152
Figura 76.- Fases y Subfases de obra (Alternativa N°03).....	162

Figura 77.- Distribución del recurso mano de obra (Alternativa N°03).....	153
Figura 78.- Fases de obra (Alternativa N°04).....	156
Figura 79.- Fases y Subfases de obra (Alternativa N°04).....	157
Figura 80.- Distribución del recurso mano de obra (Alternativa N°04).....	158

### **LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS**

A.C.I.: Instituto Americano del Concreto (American Concrete Institute)

A.I.S.C.: Instituto Americano del Acero de Construcción (American Institute of Steel Construccin)

A.I.S.I.: Instituto Americano del Acero (American Iron and Steel Institute)

A.S.T.M.: Sociedad Americana de Ensayo de Materiales (American Society for Testing Materials)

A.W.S.: Sociedad Americana de Acero estructural (American Welding Society)

C.H.2.: Central Hidroeléctrica N°02.

C.H.3.: Central Hidroeléctrica N°03.

I.T.I.N.T.E.C.: Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas.

M.T.C.: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

N.T.P.: Norma Técnica Peruana.

R.N.E.: Reglamento Nacional de Edificaciones.

S.S.P.C.: Consejo de la Pintura para Estructuras de Acero (Steel Structures Painting Council)

## INTRODUCCION

Según el artículo *“Aspectos importantes para conseguir una buena calidad en la construcción de túneles”* de la revista técnica IngeoPres, los túneles tienen actualmente una consideración similar a la de otras estructuras, diferenciándose en la precisión de conocer la calidad del terreno en el que se excava el túnel y cuyo control de calidad durante la construcción está limitado a la falta de espacio, en estas circunstancias no son ajenos de encontrarse de vez en cuando con incidentes que tienen una repercusión en los costos de la obra.

El objetivo de este trabajo, es desarrollar una evaluación técnica, económica, segura y viable de las alternativas con el fin de seleccionar la mejor de estas para construir el túnel; es decir, se analizarán las alternativas propuestas como solución para la construcción del túnel que atravesará la carretera Lima Huaraz; tomando en cuenta, el óptimo uso de los materiales, de las herramientas y maquinarias, la eficiente disposición del personal y los tiempos de ejecución de las tareas programadas dentro de un marco de seguridad.

Consta de 7 capítulos, la bibliografía y en la parte final se agregan los anexos con información complementaria relacionada con el proyecto.

El Capítulo I está dedicado a la memoria descriptiva del proyecto, inicia con las generalidades la cual resume los métodos de sostenimiento en obras subterráneas, luego se precisa la ubicación de la zona del proyecto, se describe la zona existente, se señalan las características de la zona existente, se describen los procedimientos de ejecución del túnel bajo las condiciones favorables y las limitaciones que presenta la zona existente.

El Capítulo II describe de manera detallada las alternativas para la construcción del túnel que se acomodan a los procedimientos de ejecución mencionados anteriormente.

El Capítulo III se refiere al informe de seguridad por la importancia que se debe tener en la disminución de riesgos en trabajos de tipo subterráneo. Este informe se compone del *Plan de seguridad vial* que corresponde al de los vehículos que transitan por encima durante la ejecución de los trabajos y del *Plan de seguridad en obra* que abarca puntos importantes para la seguridad del personal durante la ejecución de los trabajos subterráneos.

En el Capítulo IV se desarrollan las especificaciones técnicas de las partidas del presupuesto involucrados en la elaboración del proyecto.

El Capítulo V hace uso de la información vertida en los capítulos anteriores para poder elaborar: *El análisis y diseño de las estructuras* involucradas con los que se desarrollan los planos del proyecto y *El planeamiento y presupuesto de las alternativas* para obtener los tiempos de ejecución, distribución de los recursos y los costos del proyecto.

El Capítulo VI desarrolla la evaluación técnica, económica, segura y viable de las alternativas. La aprobación o “visto bueno” de cada alternativa, la llamaremos **Evaluación Viable**; estas viabilidades se deben dar al mismo tiempo para alcanzar la factibilidad de las alternativas. Para determinar la viabilidad de las alternativas se usa el **Proceso de Análisis Jerárquico** (PAJ).

El Capítulo VII desarrolla las *Conclusiones y Recomendaciones*.

En la parte final están la Bibliografía utilizada para la elaboración de este proyecto materia del presente estudio y se adjuntan tres anexos que contienen información complementaria, el anexo N°01 (Planos del proyecto), Anexo N°02 (Cronograma y presupuesto del proyecto) y el Anexo N°03 (Hojas técnicas de los materiales más importantes).

## **CAPITULO I: MEMORIA DESCRIPTIVA**

Proyecto: “Alternativas para la construcción de un túnel por debajo de la carretera Lima - Huaraz”

Propietario: Empresa de generación eléctrica CAHUA S.A.

Supervisión: Cesel Ingenieros S.A.C.

Contratista: GCZ Ingenieros S.A.C.

Ubicación: Carretera Lima Huaraz Km. 560.50, caserío de Pariac, distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.

### **1.1 Generalidades.**

El proyecto materia del presente estudio contempla la evaluación in situ y recopilación de información de la zona donde se construirá el túnel. A partir de esto se proponen alternativas que resuelvan la posibilidad de construir el túnel.

La caracterización de un macizo rocoso constituye la fase inicial en todo estudio geológico – geotécnico e implica la descripción de las características particulares que intervienen y que juegan un papel importante en el comportamiento geomecánico del macizo frente a procesos de desestabilización, como pueden ser la ejecución de excavaciones a cielo abierto y subterráneas, o cualquier otro mecanismo que altere el estado inicial del macizo rocoso como elemento de construcción.

El éxito de las obras subterráneas, depende de:

- Calidad de los estudios geológicos.
- Comportamiento de la propia roca cuando se excava el túnel.
- Diseño del sostenimiento temporal y definitivo.
- Equipo utilizado para la construcción.

Se construyen excavaciones en roca para una variedad de propósitos y diferentes tipos de roca, una gama de aplicación en la ingeniería civil, como: presas, túneles de derivación, de transporte metropolitano, carreteros y ferroviarios, etc.

Las rocas, en general, pueden ser clasificadas de acuerdo con varios principios. Algunos de los sistemas de clasificación empleada son:

- Clasificación por el origen o génesis.
- Clasificación geológica o litológica.
- Clasificación ingenieril de la roca, basada en la resistencia de la roca intacta.

De acuerdo a estas clasificaciones podemos ubicar el terreno existente (terraplén compactado), por su origen como roca sedimentaria detrítica (clásticas), por su geología como un conglomerado; y por su clasificación ingenieril como roca porosa de baja densidad.

El presente trabajo se basa en el refuerzo de roca donde los elementos de sostenimiento integran la masa rocosa reforzada (sostenimiento activo). Se utilizan los siguientes criterios para la construcción del túnel:

- Actualmente, en los grandes centros urbanos, es indeseable abrir zanjas para instalar colectores sanitarios, túneles de transporte, etc. en función del costo social resultante. La congestión de vías de tránsito, bloqueo de accesos comerciales y riesgos de accidentes con peatones son factores que deben tenerse en cuenta en el análisis de proyectos.
- Las excavaciones en este terreno deleznable pueden sellarse recubriendo las caras expuestas con una capa delgada de concreto lanzado reforzado con malla de acero de construcción.
- La ejecución de túneles por métodos no destructivos, con planchas metálicas de estructura para revestimiento, permite la excavación modular del suelo exponiendo un área reducida en función del largo otorgando gran seguridad de operación en el frente de excavación.
- Los riesgos de desmoronamiento del frente de excavación se pueden controlar empleando un escudo metálico de protección soportado debidamente con puntales metálicos extensibles.

## 1.2 Ubicación del Proyecto.

La zona en estudio pertenece al caserío de Pariac, distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Ancash. Exactamente se ubica a la altura del **Km. 560.50 de la carretera Lima Huaraz** a 3142m.s.n.m. en la margen derecha del río Santa. Referencialmente se podría decir que se encuentra a 200 m norte del inicio del puente Pariac el cual soporta una capacidad máxima de 36 ton y tiene una longitud de 41.20 m.

Se adjunta el plano de ubicación en el **anexo N°01**.

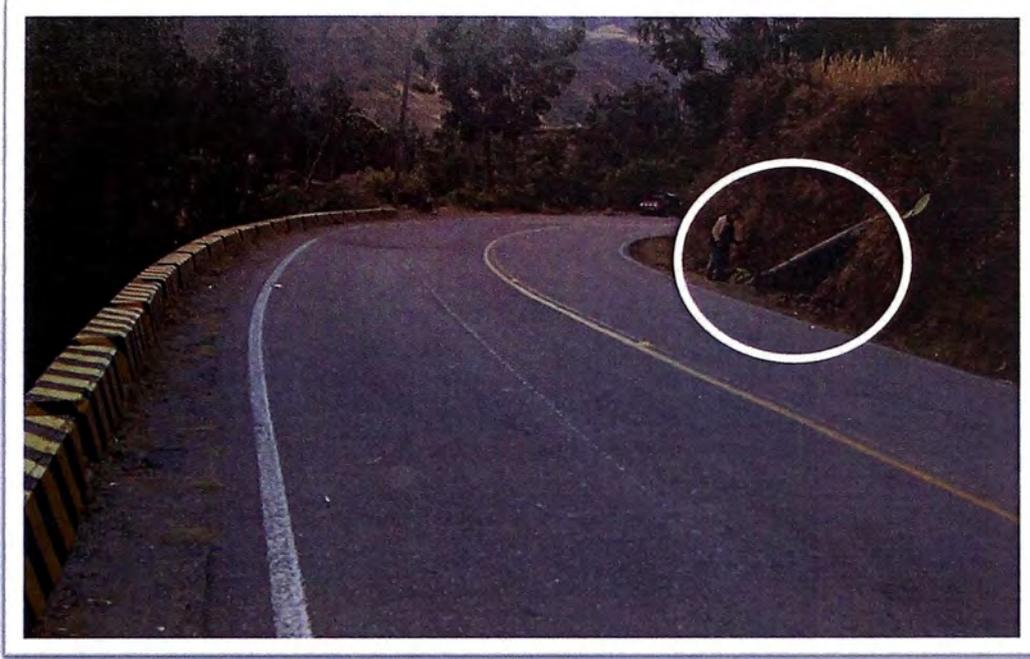
## 1.3 Descripción de la zona existente.

La zona del proyecto corresponde a un tramo curvo de la carretera a media ladera en la que se puede observar la existencia de una tubería forzada, un muro de contención cuya parte superior termina en un sardinel que funciona como guardavías. Estas estructuras datan desde hace aproximadamente 35 años de acuerdo a lo indicado por los pobladores de la zona.

A continuación en la *Figura 1* se muestra una vista panorámica del tramo de carretera en dirección a la ciudad de Huaraz, a la izquierda se puede apreciar la parte superior del muro de contención pintado de amarillo y negro, y a la derecha la tubería forzada cruzando por debajo la carretera Lima - Huaraz.

En las *Figuras 2 y 3* haciendo un acercamiento a la tubería forzada existente de color negro, se puede observar una estructura de afrontamiento justo al ingreso de la carretera; además en la *Figura 2* se puede observar un buzón de drenaje pluvial protegido con piedras (canto rodado), también se observa la presencia de vegetación a lo largo de la cuneta existente.

En las *Figuras 4 y 5*, haciendo un acercamiento al muro de contención se puede observar la parte superior del muro de contención existente con más detalle, se puede apreciar también el desfogue o la salida circular del sistema de drenaje existente. Particularmente en la *Figura 5* se observa la salida aguas debajo de la tubería forzada existente con dirección a la casa de maquinas la cual está ubicada a orillas del río Santa. Cabe resaltar que se ha tomado una medida referencial de 8.50m desde la parte superior del muro de contención hasta la corona de la tubería forzada justo a la salida de la carretera.



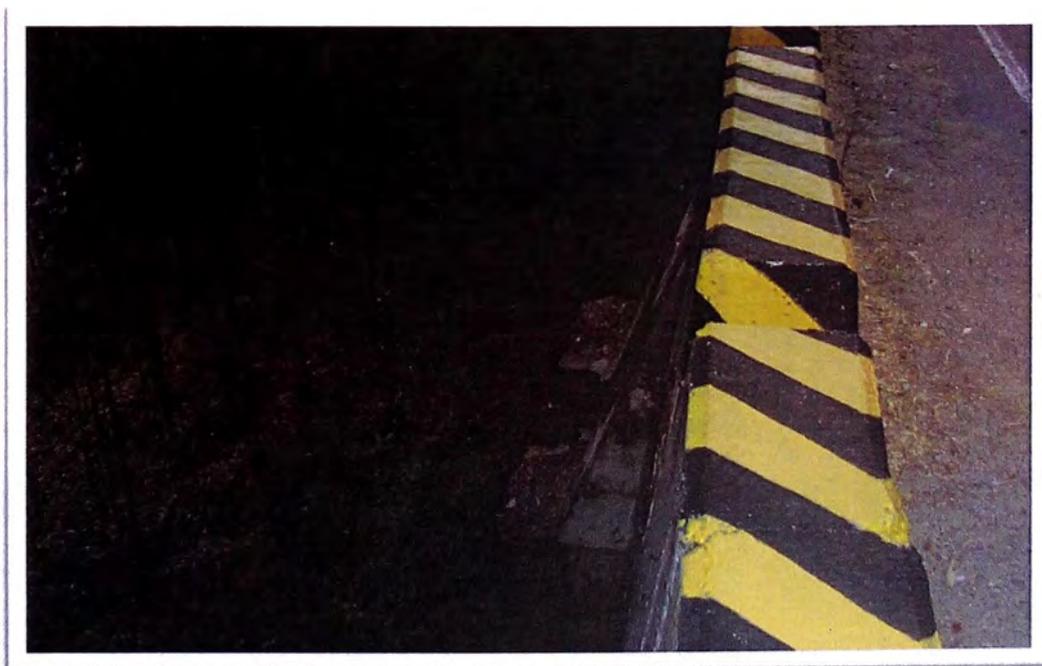
**Figura 1.- Carretera Lima Huaraz Km. 560.50**  
(Fuente: GCZ Ingenieros S.A.C., AGO 2006)



**Figura 2.- Tubería forzada existente cruzando la carretera Lima Huaraz (vista transversal)**  
(Fuente: GCZ Ingenieros S.A.C., AGO 2006)



**Figura 3.- Tubería forzada existente cruzando la carretera Lima Huaraz (vista frontal)**  
(Fuente: GCZ Ingenieros S.A.C., AGO 2006)



**Figura 4.- Muro de contención existente (vista transversal)**  
(Fuente: GCZ Ingenieros S.A.C., AGO 2006)



**Figura 5.- Muro de contención existente (vista en planta)**

(Fuente: GCZ Ingenieros S.A.C., AGO 2006)

En la *Figura 6*, se puede observar un tramo de la pantalla del muro de contención, se ha medido referencialmente una altura de pantalla de 5.25 m; además en la *Figura 7* una vista en detalle del espesor de la zapata del muro de contención, se ha medido referencialmente un altura de zapata de 0.45 m.



**Figura 6.- Muro de contención existente (vista frontal)**

(Fuente: GCZ Ingenieros S.A.C., AGO 2006)



**Figura 7.- Muro de contención existente (vista frontal detalle de zapata)**  
(Fuente: GCZ Ingenieros S.A.C., AGO 2006)

#### **1.4 Características de la zona existente.**

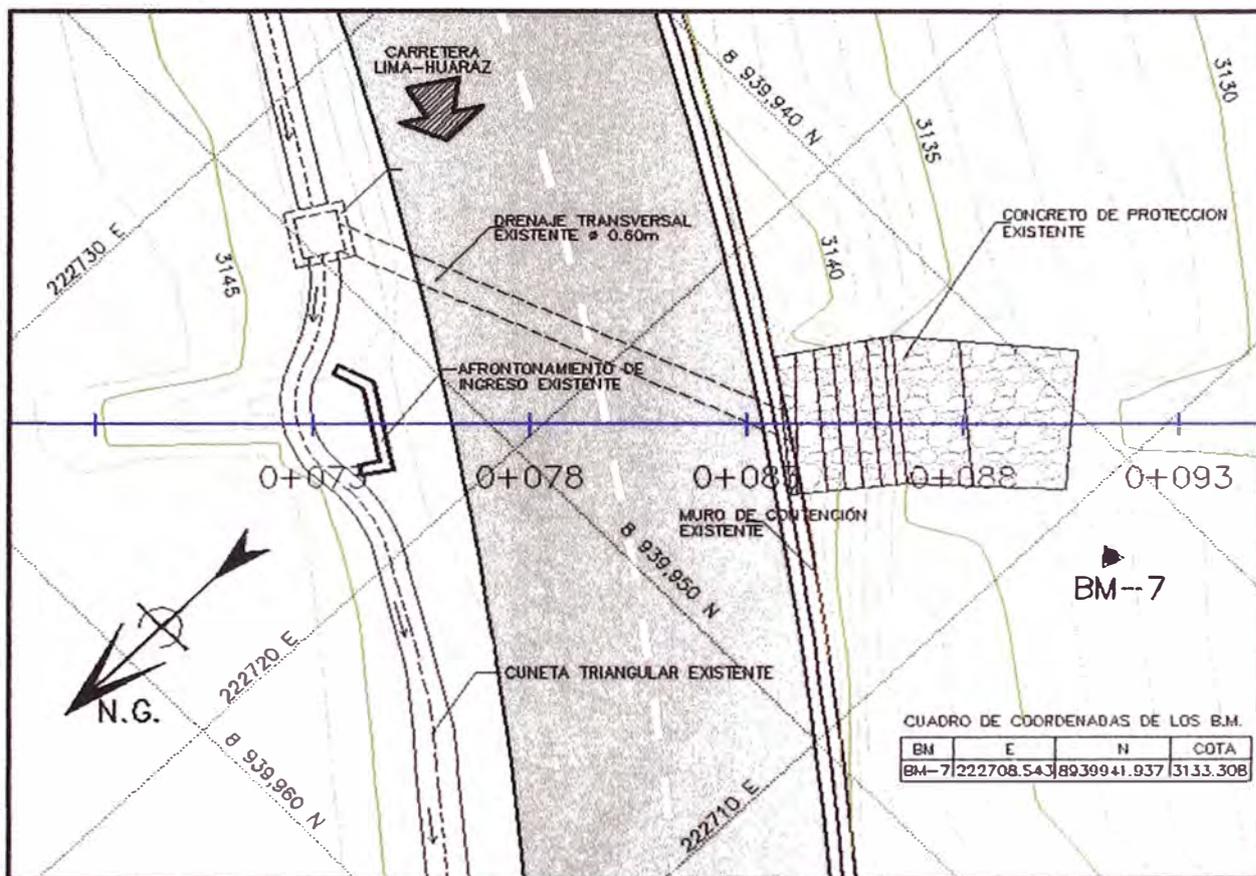
Se ha obtenido información de la zona de estudio referente a aspectos de : topografía, geología, hidrología, hidráulica, clima y peligro sísmico; que a continuación trataremos en detalle.

##### **Topografía:**

Previamente al levantamiento topográfico, se ha realizado una calicata en el ingreso de la tubería forzada existente, esto con la finalidad de determinar las dimensiones del afrontamiento al ingreso de la tubería a la carretera. Conjuntamente con el levantamiento topográfico se ha elaborado la sección transversal de la carretera Lima - Huaraz siguiendo la dirección longitudinal del eje de la tubería forzada.

Tal y como lo muestran las *Figuras 8 y 9*, podemos observar la vista en planta y sección transversal respectivamente de las estructuras existentes como son: la cuneta, el afrontamiento de inicio, la tubería forzada (ingresando y saliendo de la carretera), el muro de contención, y el sistema de drenaje existente.

En la *Figura 10*, se observa el dimensionamiento de las estructuras existentes. Cabe mencionar que el ancho de la zapata del muro de contención ha tenido que ser estimado debido a las dificultades que presenta el terreno.



**Figura 8.- Vista en planta zona de estudio**  
 (Fuente: GCZ Ingenieros S.A.C., AGO 2006)

**Geología regional:**

La corteza terrestre que sirve de base al ámbito regional relacionado a la zona de estudio (cuenca del río Pariac) consta de rocas que datan desde la era Cenozoico-Paleógeno y Neógeno hasta el cuaternario que es la última fase de la era cenozoica. A finales del cretáceo empieza un afloramiento de magma que se hace paso a través de diversas fracturas originadas por plegamientos anteriores. De esta manera, se tiene rocas volcánicas (volcánico Calipuy) en el sector de la Cordillera Negra y rocas intrusivas, que datan ya del cenozoico, en el sector de la Cordillera Blanca. Estos plegamientos y la acción del magmatismo han dado origen de manera directa a la actual fisiografía regional. La erosión realizada por la acción directa de glaciares ha esculpido el relieve, cuyo material residual del tipo morrénico ha cubierto gran parte del valle del río Santa. Finalmente, el material más reciente es el de origen aluvial que es producto de la red de ríos propio de la cuenca.

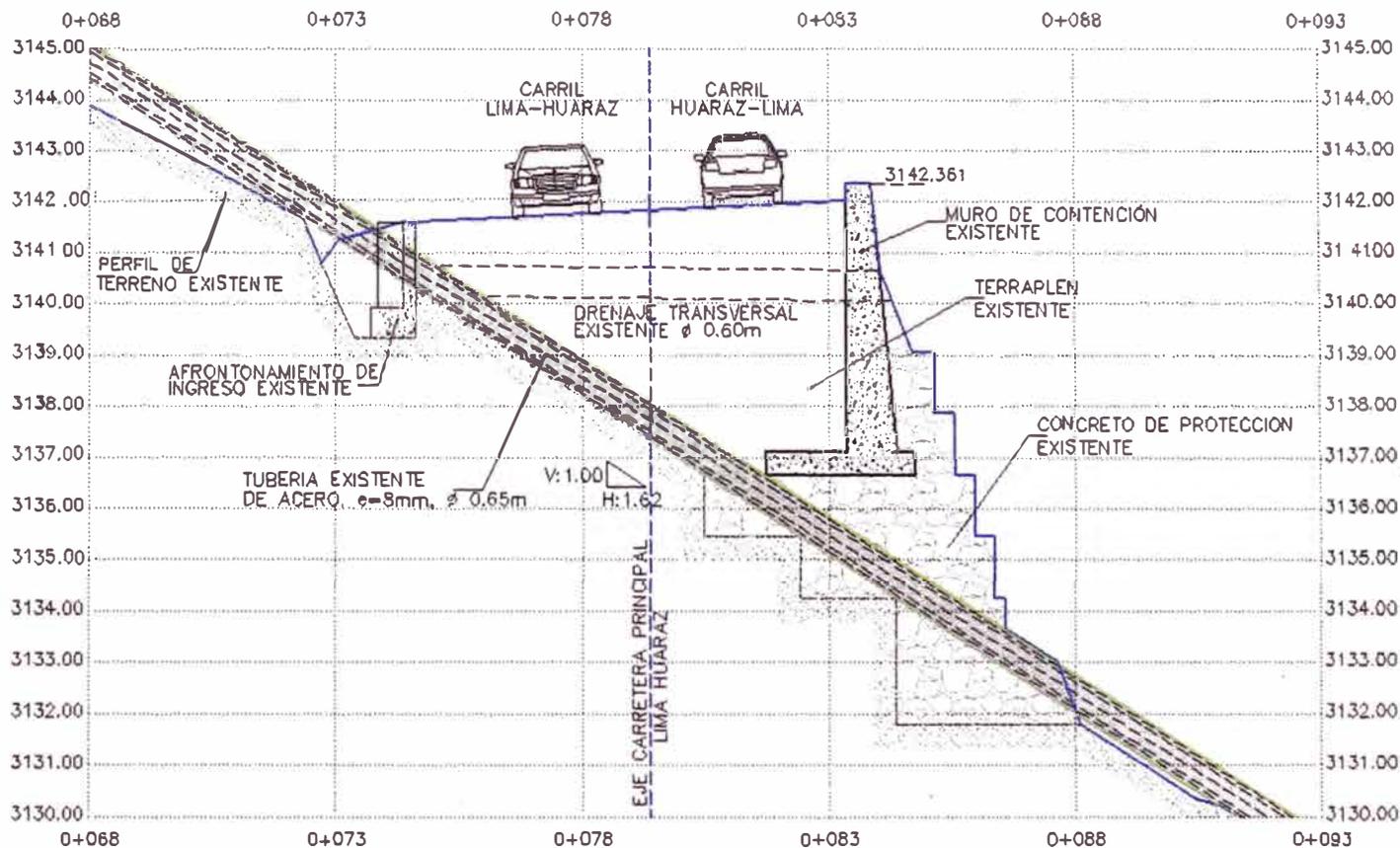


Figura 9.- Vista transversal zona de estudio  
 (Fuente: GCZ Ingenieros S.A.C., AGO 2006)

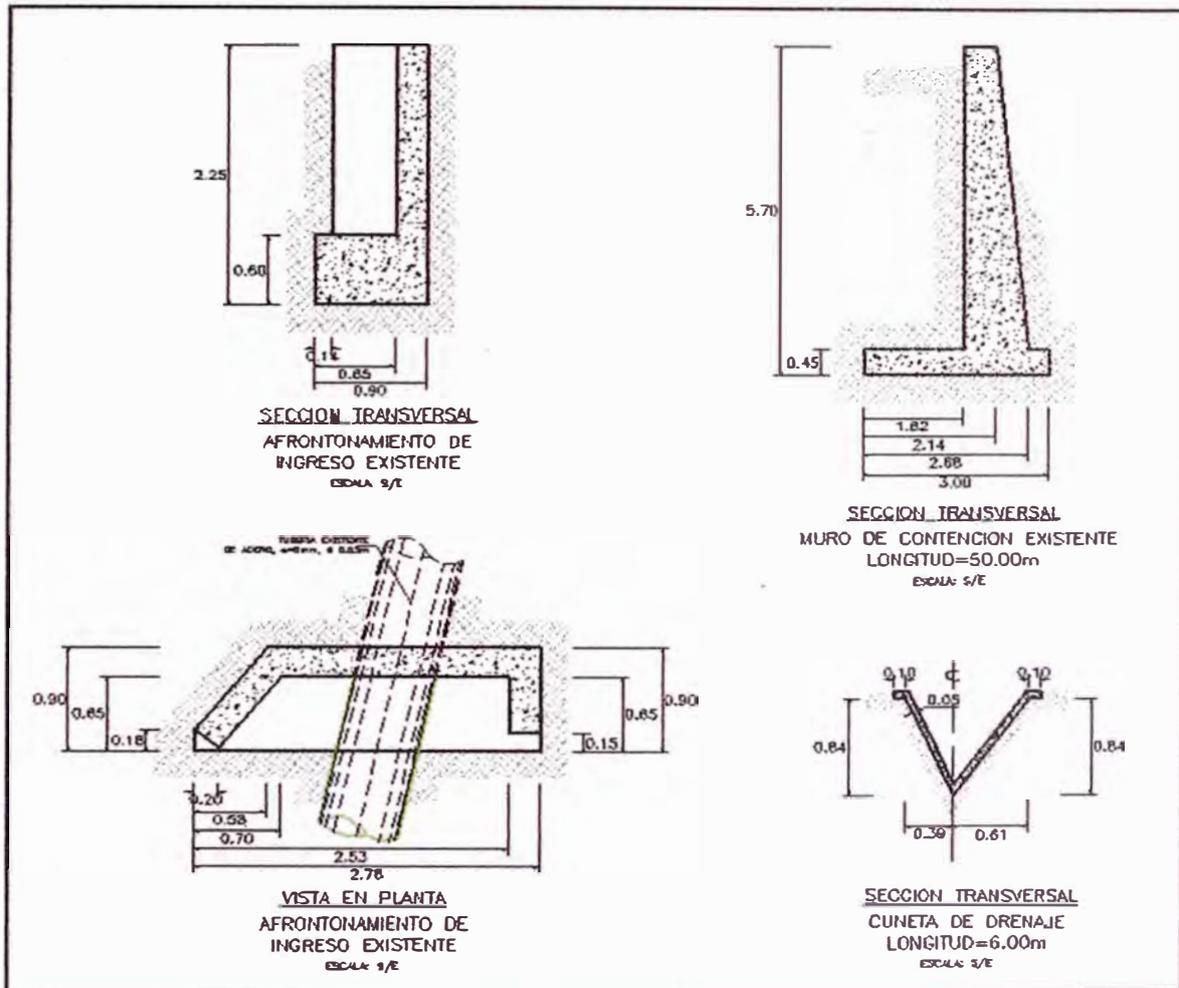


Figura 10.- Detalle de principales estructuras existentes

(Fuente: GCZ Ingenieros S.A.C., AGO 2006)

Se procede a un recuento de formaciones rocosas presenciales y el tipo específico de roca o material que las componen. Esta información se complementa con la *Figura 11*, que muestra las zonas geológicas.

- **Rocas volcánicas o extrusivas**

Cenozoico-Paleógeno y Neógeno:

- Grupo Volcánico Calipuy:
  - *Calipuy Inferior* (P-ca1): Andesíticas, correspondiente al eje magnético de Ututo.
  - *Calipuy Superior* (P-ca2): Dacíticas y riolíticas, correspondiente al eje magnético de Choruro.
- Formación Yungay (Nmp-yu): Ignimbritas.

- **Rocas intrusivas**

Cenozoico-Neógeno:

- Batolito de la Cordillera Blanca (N-gd): granodiorita.

- **Depósitos recientes**

Cenozoico-Cuaternario:

- Depósitos Morrénicos (Q-mo): detritos acumulados por la acción de glaciares.
- Depósitos Aluviales (Q-al): cantos rodados y materiales más finos transportados por la acción de los ríos.

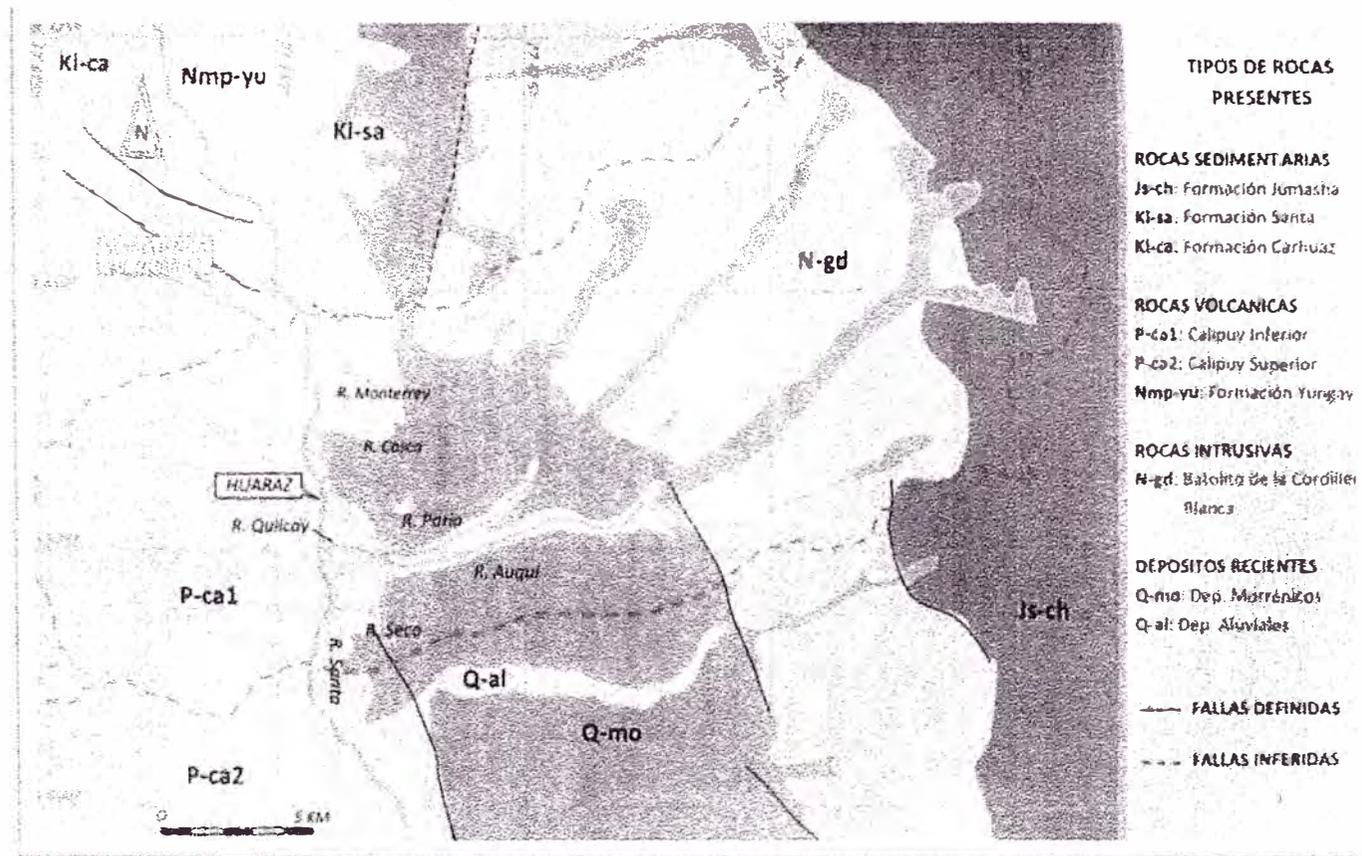


Figura 11.- Mapa geológico de la subcuenca de Huaraz  
(Fuente: INGEMMET, 2008)

## Hidrología.

El principal río que atraviesa la ciudad de Huaraz es el río Santa. La urbe se encuentra en un área de varias microcuencas colindantes y que conforman la *Subcuenca de Huaraz*; pero la cuenca a la cual pertenece nuestra zona de estudio es la del río Pariac que está ubicado inmediatamente al sur de la *Subcuenca de Huaraz* en la cordillera blanca (Ver plano de ubicación en ANEXOS).

El río Pariac hace un recorrido aproximado de 22.50 Km desde la *Laguna de Tambillo o Rajo Colta* a 4200 m.s.n.m., hasta su desembocadura en el río Santa a 3200 m.s.n.m., con una pendiente promedio de 4.45 %.

## Hidráulica.

Como se puede observar en las *Figuras 8 y 9*, existe un sistema de drenaje pluvial en la zona de estudio el cual está compuesto por: un buzón de drenaje pluvial, colector de desagüe, y cunetas.

El buzón de drenaje pluvial se encuentra protegido con piedras (canto rodado) como se puede apreciar en la *Figura 2*, el colector de desagüe es circular con un diámetro de 0.60m y cruza subterráneamente la carretera, en la *Figura 5* se puede apreciar la salida del agua provenientes del buzón de drenaje pluvial.

Las cunetas captan las aguas de la carretera proveniente de las lluvias y son dirigidas hacia el buzón de drenaje pluvial; en esta zona de estudio la dirección que sigue el agua de las cunetas es hacia la ciudad de Huaraz como se muestra en la *Figura 8*. El dimensionamiento de la cuneta típica se muestra en la *Figura 10*.

## Clima.

- La ciudad de Huaraz presenta las siguientes características meteorológicas:

- La precipitación pluvial en la urbe ha sido registrada a través de tres estaciones meteorológicas ubicadas en sus inmediaciones, denominadas

Huaraz, Colegio La Libertad y San Lorenzo. La precipitación anual en la zona de estudio está oscilando entre los 700 y 800 mm, según los registros mensuales de las tres estaciones. En tales registros mencionados, los meses que muestran mayor precipitación son a partir de octubre a abril, de los cuales el mes de marzo presenta 150 mm en promedio.

- La temperatura varía con la altitud de manera inversa. Así, los niveles de 2200 a 3000 m.s.n.m. presencian temperaturas promedio anual de 16 °C (piso más bajo) a 12 °C (piso más alto) aproximadamente. Para niveles entre 3000 hasta 3800 m.s.n.m., la temperatura promedio anual oscila alrededor de 11 °C. La ciudad de Huaraz al estar ubicada alrededor de los 3000 m.s.n.m. alcanza una temperatura promedio anual entre los 9 °C a 14 °C, según registros de sus tres estaciones aledañas.
- La humedad relativa promedio anual, en la ciudad de Huaraz, está alrededor de 56 %. Los valores promedio mensuales extremos son de 65 % en febrero y 45 % para agosto. Dichos valores han sido tomados de la estación más representativa de la urbe que es la del Colegio La Libertad.
- La insolación en la urbe de Huaraz registra un promedio total anual de 2700 horas, según información proporcionada por sus tres estaciones. En un examen de los registros mensuales, existen dos periodos bien marcados en cuanto a las horas de sol: periodo en invierno que es mayor y cuyo promedio total mensual es de 258 horas de sol, lo que equivale a 9 horas diarias; y el periodo en verano que es menor y cuyo promedio total mensual es de 194 horas de sol, lo que equivale a 6 horas diarias. Cabe recordar que los periodos de verano e invierno corresponden al contexto latitudinal de la región, según la ubicación del Perú. De esta manera, el verano toma los meses de diciembre a marzo y el invierno hace lo propio en los meses de junio a setiembre.
- En las inmediaciones de la ciudad de Huaraz, los mayores vientos surcan los cielos con orientación hacia el sur, algunas veces de noreste a suroeste, durante los meses de invierno y primavera. Estas corrientes no ofrecen mayor incidencia en la habitual actividad de la urbe, a pesar de

presentarse como fuertes corrientes a menudo. La velocidad promedio de estos vientos es de 16 Km/h que corresponde a brisa débil o moderada, según la escala de Beaufort.

- Según el método de Köppen, el clima de la urbe de Huaraz se identifica como **Cwb**, cuya descripción corresponde a un clima templado con periodo seco durante el invierno y con temperaturas medias superiores a 10 °C en gran parte del año. Según el método de Thornthwaite modificado, el clima de la urbe de Huaraz puede clasificarse como **C<sub>2</sub>B'<sub>1</sub>wa'**, que quiere indicar un clima templado, no muy húmedo con presencia de lluvias (subhúmedo lluvioso). Tal clima no presenta mucha variación extrema de temperatura a lo largo del año y muestra cierta aridez en la estación de mayor temperatura.

### **Peligro sísmico.**

La ciudad de Huaraz tiene dos principales focos cercanos de sismos. El primero es la zona de subducción que está al frente del litoral ancashino, a 120 Km al oeste de Huaraz. El segundo es la falla longitudinal que recorre el flanco occidental de la Cordillera Blanca, a 10 Km al este de Huaraz.

Los sismos más notables y documentados que han sido producto de los focos mencionados son el de 10 de noviembre de 1946 al norte de la falla de la Cordillera Blanca, en las localidades de Pallasca y Siguan (intensidad X-XI MM); y, el de 31 de mayo de 1970 originario de la zona de subducción al frente de Chimbote y que afectó a Huaraz con una intensidad sentida de VIII MM. Esto demuestra que los sismos producto de la subducción se expanden a mayor área, como ocurrió con el sismo de 1970; sin embargo, los de origen de fallas corticales, como el de la Cordillera Blanca, pueden tener un efecto localizado y mucho más devastador. En la *Figura 12* se muestra el mapa regional de Ancash con el registro de las máximas intensidades sísmicas ocurridas.

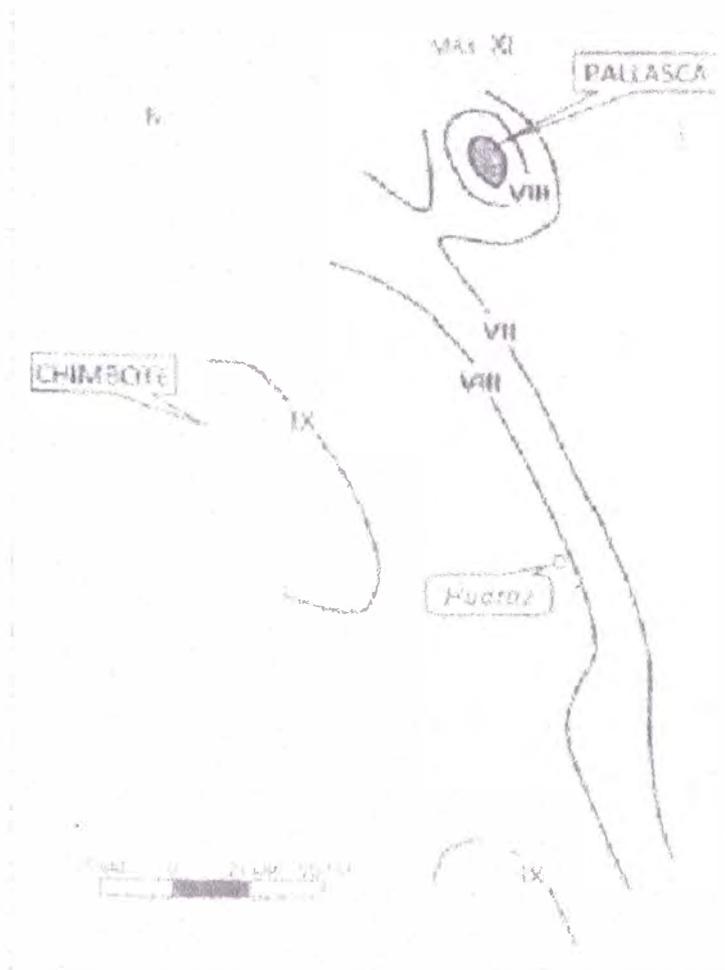


Figura 12.- Mapa de máximas intensidades sísmicas registradas en Ancash  
Escala de Mercalli Modificado (Fuente: INGEMMET, 2008)

### 1.5 Descripción de los procedimientos de ejecución.

Para la construcción del proyecto se plantean dos procedimientos constructivos: uno **Directo** y otro **Indirecto**; de los cuales, se usará el que aproveche mejor las condiciones favorables y que posea menores limitaciones por las condiciones desfavorables que presenta el terreno.

Las condiciones favorables que se pueden aprovechar son las siguientes:

- Durante la excavación subterránea del túnel, la tubería forzada existente hará las veces de viga de sostenimiento, con lo cual la estabilidad del terreno queda garantizada.
- Se tiene la ventaja de que se restringe el tránsito diario por pocos días en una de las vías mediante señales informativas y reguladoras.

Las condiciones desfavorables que limitan la construcción, son las siguientes:

- La carretera Lima Huaraz es una vía importante de comunicación y constituye el principal y único ingreso permanente de vehículos de pasajeros y carga entre Lima y el departamento de Ancash; por lo tanto, sería imposible paralizar el tránsito y por las condiciones del terreno sería imposible desviarlo en su totalidad.
- Un tramo de la tubería forzada existente de  $\phi$  0.65 m atraviesa por debajo la carretera Lima Huaraz; por lo tanto, el desmontaje de la tubería existente en este tramo no sería conveniente desde ningún punto de vista.

Bajo estas condiciones se evalúan los procedimientos constructivos para la construcción del proyecto teniendo en cuenta principalmente disminuir los efectos del tránsito.

### 1.5.1 Procedimiento constructivo Directo.

Plantea construir el proyecto en dos etapas; en la primera etapa se construirá: el drenaje provisional, los sistemas de afrontamiento al ingreso y a la salida del túnel, los apoyos exteriores (primera fase), luego se procederá a construir el túnel mediante excavación manual y un adecuado sostenimiento.

La segunda etapa comenzará después de la colocación de la nueva tubería forzada de  $\phi$  0.90 m por parte de la empresa contratista a quienes corresponde esta actividad, teniendo como plazo máximo de entrega 6 días laborales. En la segunda etapa se construirá: los apoyos interiores, los apoyos exteriores (segunda fase), tapar el ingreso y la salida del túnel, y las obras de reposición que corresponden al relleno compactado y la reconstrucción del tramo de cuneta en la zona de ingreso.

Durante la ejecución de todos los trabajos, la central hidroeléctrica CH2 estará fuera de servicio y la tubería de presión existente estará vacía y desmontada aguas arriba del ingreso y aguas abajo de la salida del túnel.

Previo al inicio de las labores en la zona de estudio, debemos seguir las medidas que señala el plan de seguridad en obra y vial; es por ello que se ha elaborado en el **Capítulo III** un informe de seguridad que se deberá aplicar durante la construcción.

**Drenaje provisional.**- Debido a la construcción del afrontamiento de ingreso, se demolerá un tramo de la cuneta existente por este motivo se presume que en épocas de lluvias el agua se empozará durante la construcción del afrontamiento; es por ello que ejecutarán las siguientes obras:

Primero, un encauzamiento pegado a la línea del pavimento frente al afrontamiento el cual guiará las aguas captadas de la carpeta asfáltica al buzón de drenaje y en el lado opuesto se empalme con la cuneta existente tal y como se muestra en la *Figura 13*.

Segundo, una poza rellena con canto rodado que funcionará como dren en la base del afrontamiento de ingreso, tal y como se muestra en la *Figura 14*.

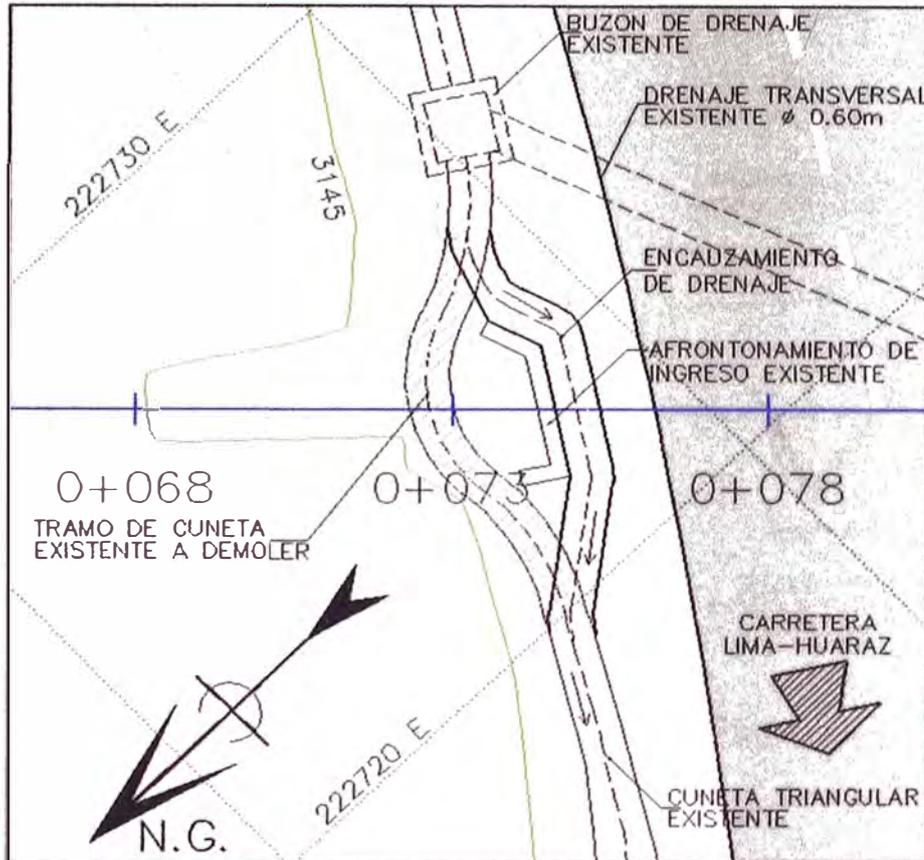


Figura 13.- Vista en planta encauzamiento de drenaje

(Fuente: GCZ Ingenieros S.A.C., AGO 2006)

**Afrontamiento de ingreso.-** Para garantizar que no exista posibilidad de que la carpeta de rodadura existente falle durante la construcción del túnel, se plantea la construcción de un sistema de afrontamiento al ingreso de este. La construcción del afrontamiento no solo conseguirá el sostenimiento durante la excavación, sino que generará los espacios necesarios para eliminar material excedente durante la construcción del túnel.

El procedimiento detallado para la ejecución del afrontamiento es el siguiente:

- Teniendo ya conocimiento de las características de la zona de estudio, se procede a ejecutar la excavación del terreno en corte vertical. La excavación y acumulación de material será realizada con herramientas manuales como lampas y buguies de tal forma de no interferir con el tránsito normal en la vía principal.

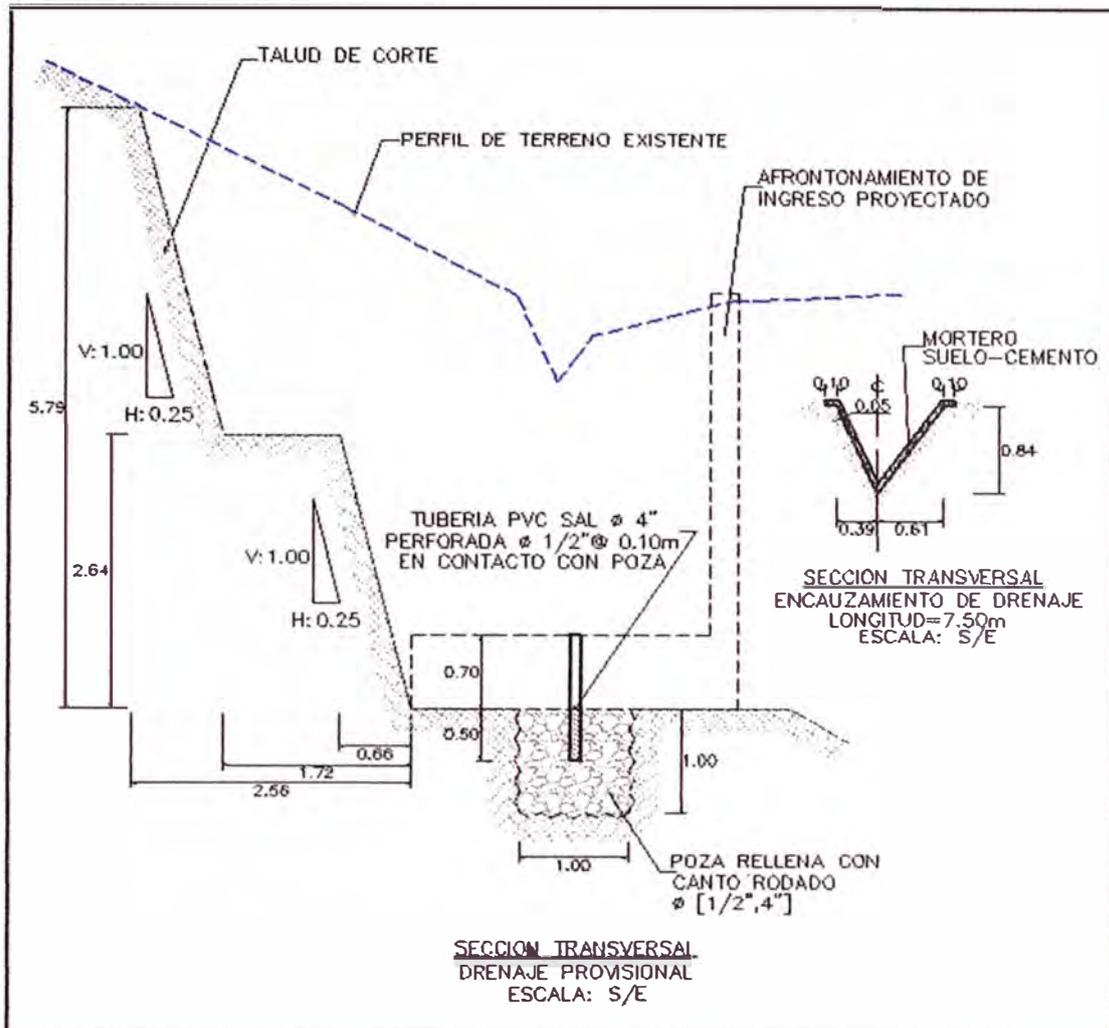
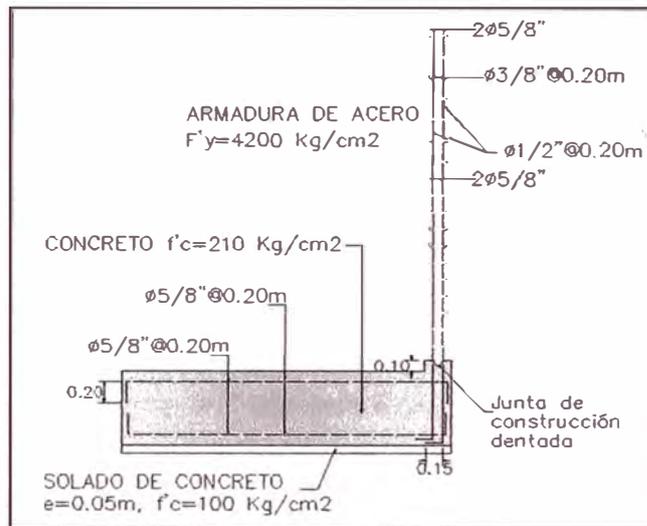


Figura 14.- Sección transversal de estructuras de drenaje

(Fuente: GCZ Ingenieros S.A.C., AGO 2006)

- Conforme se va descendiendo en la excavación se realizara el pañeteo con mortero del área de corte pegada al pavimento con el fin de darle mayor estabilidad al terreno.
- Los excedentes procedentes de la excavación se deberán acumular en zonas adecuadas de tal manera de lograr su eliminación posterior.
- Luego de realizar la nivelación del terreno de fundación se procede a colocar el solado de regularización de tal modo de lograr una distribución uniforme de la cargas hacia el terreno.
- Luego del solado se procederá a ejecutar el armado del acero de refuerzo del muro de contención o Afrontamiento según se indica en los planos que se adjuntan en el **anexo N°01**.

- Luego se colocará el concreto estructural  $f'c= 210.00 \text{ Kg/cm}^2$  en toda el área de la zapata hasta lograr la altura de la misma más 10.00 cm en el espesor del muro, dejándole además un diente para lograr una adecuada junta de construcción con la pantalla del muro de contención o Afrontamiento; tal y como se muestra en la *Figura 15*.



**Figura 15.- Detalle de junta de construcción**

(Fuente: GCZ Ingenieros S.A.C., AGO 2006)

- Luego de ejecutar la zapata se procede a ejecutar el encofrado de la pantalla del muro de contención o Afrontamiento; para este trabajo, se hará uso de paneles de triplay de 19.00 mm, cuarterones y soleras de madera de 2" x 3". Solo se encofrará una cara ya que la otra es el propio terreno que previamente se trató con mortero pañeteado.
- Luego de ejecutar el encofrado de la pantalla se procede a colocar el concreto estructural  $f'c= 210.00 \text{ Kg/cm}^2$ , adicionándole aditivo acelerante de fragua para lograr su resistencia en menor tiempo. El desencofrado se realizará con un mínimo de cuatro días desde la fecha de concretado. Ver *Figuras 16, 17 y 18*.

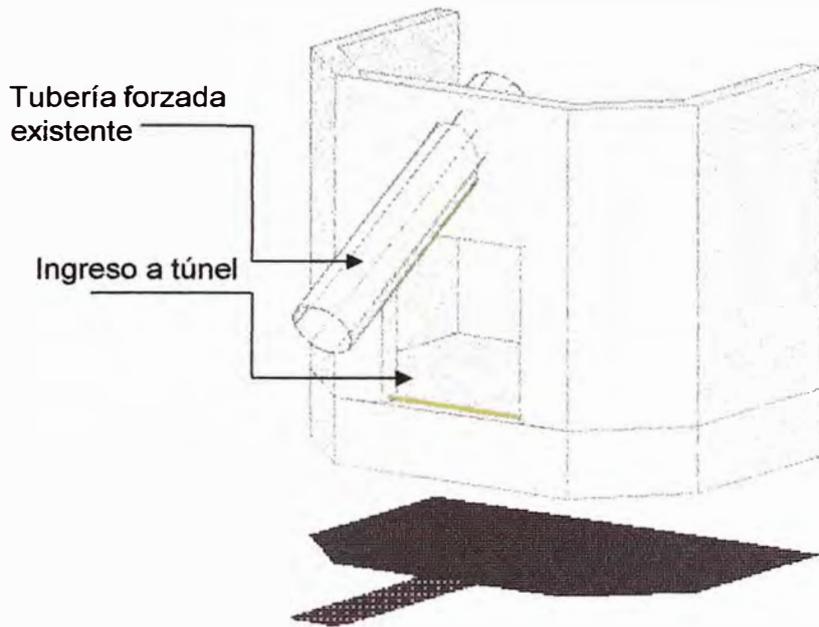


Figura 16.- Isométrico afrontamiento de ingreso (vista frontal)  
(Fuente: GCZ Ingenieros S.A.C., AGO 2006)

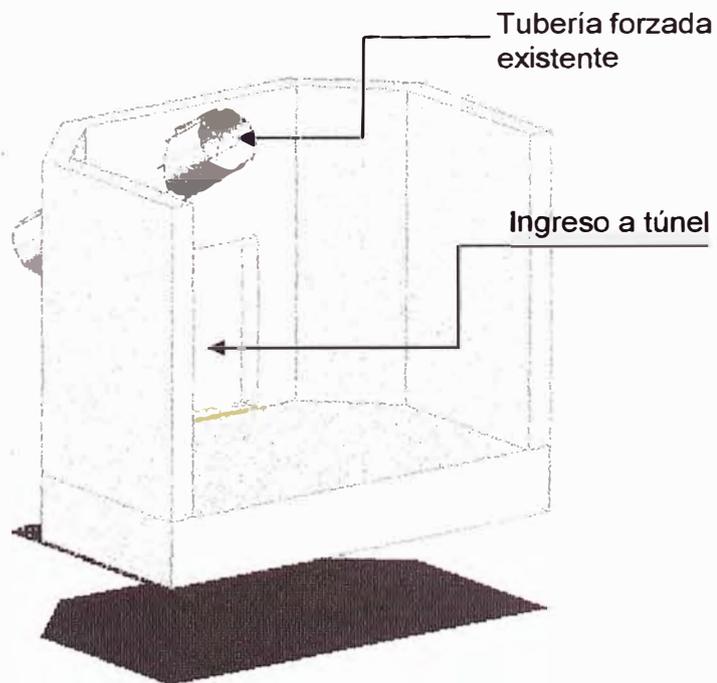


Figura 17.- Isométrico afrontamiento de ingreso (vista posterior)  
(Fuente: GCZ Ingenieros S.A.C., AGO 2006)

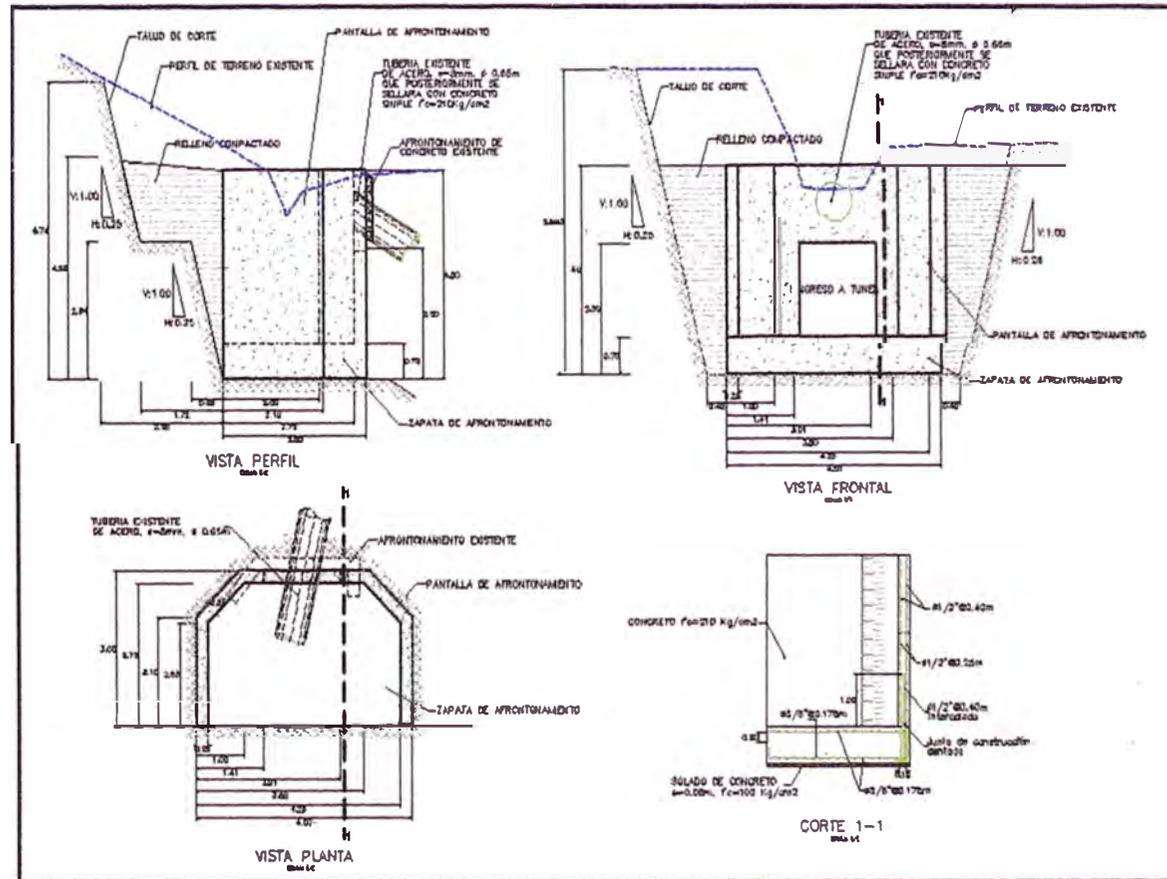


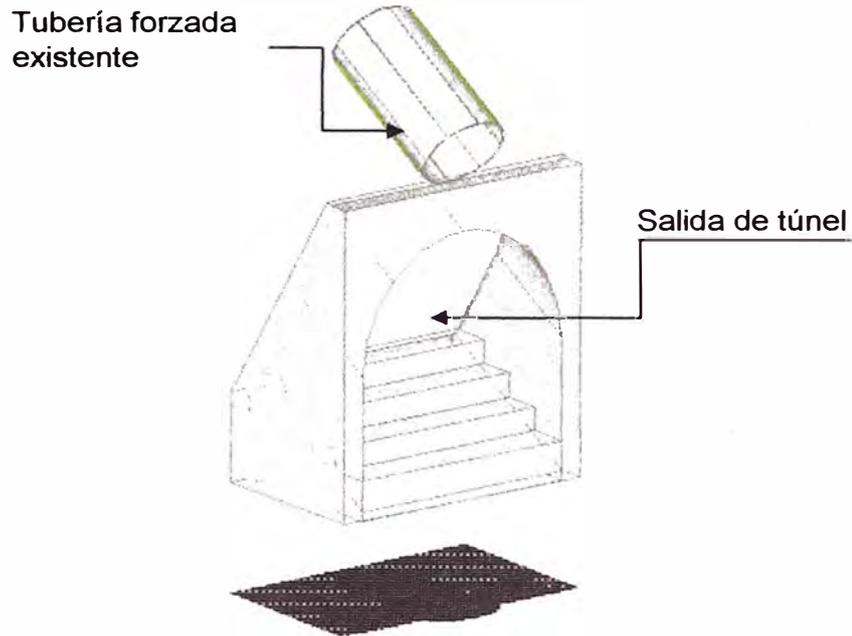
Figura 18.- Detalle de Afrontamiento de Ingreso

(Fuente: GCZ Ingenieros S.A.C., AGO 2006)

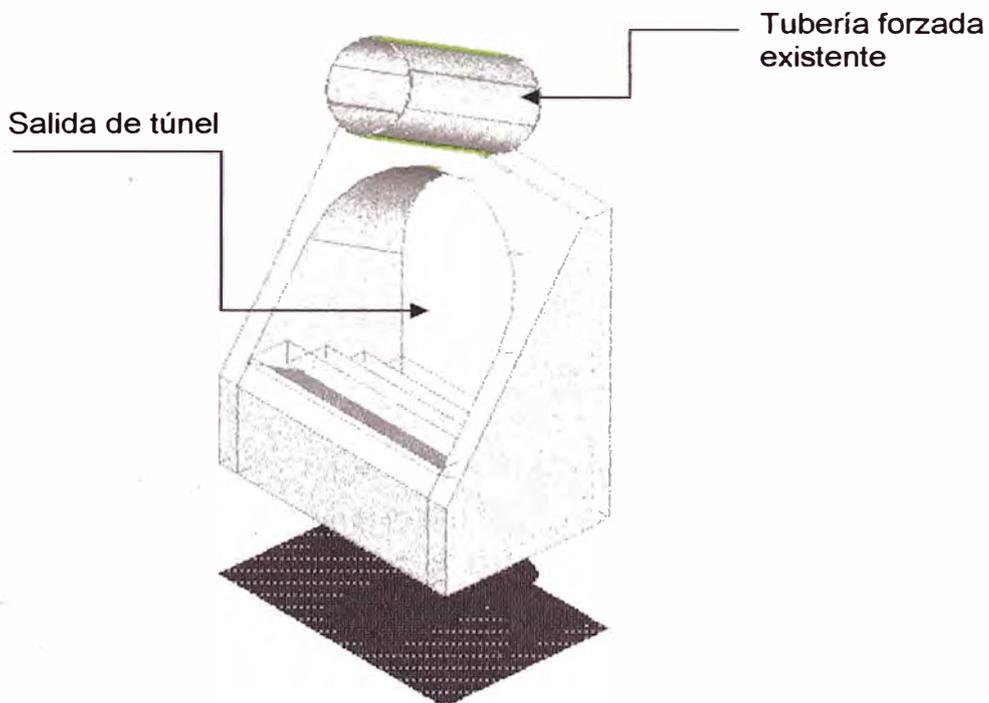
**Afrontamiento de salida.-** Debido a que la construcción del túnel se ejecutará en dos frentes de trabajo, uno al ingreso y otro a la salida, es necesario construir un afrontamiento en la salida que dé el sostenimiento necesario a esta zona de trabajo durante la excavación.

El procedimiento detallado para la ejecución del afrontamiento es el siguiente:

- Teniendo ya conocimiento de las características de la zona de estudio, se procede a ejecutar la excavación del terreno en corte vertical. La excavación y acumulación de material será realizada con herramientas manuales como lampas y buguies, y con martillo eléctrico, pues se presume la existencia de concreto ciclópeo debajo de la tubería forzada existente en esta zona.
- Los excedentes procedentes de la excavación se deberán acumular en zonas adecuadas de tal manera de lograr su eliminación posterior.
- Luego se procederá a ejecutar el armado del acero de sostenimiento, armado del acero de refuerzo y encofrado interior siguiendo los mismos procedimientos como se ejecuta el túnel.
- Para el encofrado exterior del afrontamiento, se hará uso de paneles de triplay de 19.00 mm, cuarterones y soleras de madera de 2" x 3".
- Luego de ejecutar el encofrado exterior del afrontamiento se procede a colocar el concreto estructural  $f'c = 280.00 \text{ Kg/cm}^2$ . Para optimizar el proceso de vaciado de concreto se utilizara la tubería forzada existente como chute. Ver Figuras 19, 20 y 21.



**Figura 19.- Isométrico afrontonamiento de salida (vista frontal)**  
(Fuente: GCZ Ingenieros S.A.C., AGO 2006)



**Figura 20.- Isométrico afrontonamiento de salida (vista posterior)**  
(Fuente: GCZ Ingenieros S.A.C., AGO 2006)

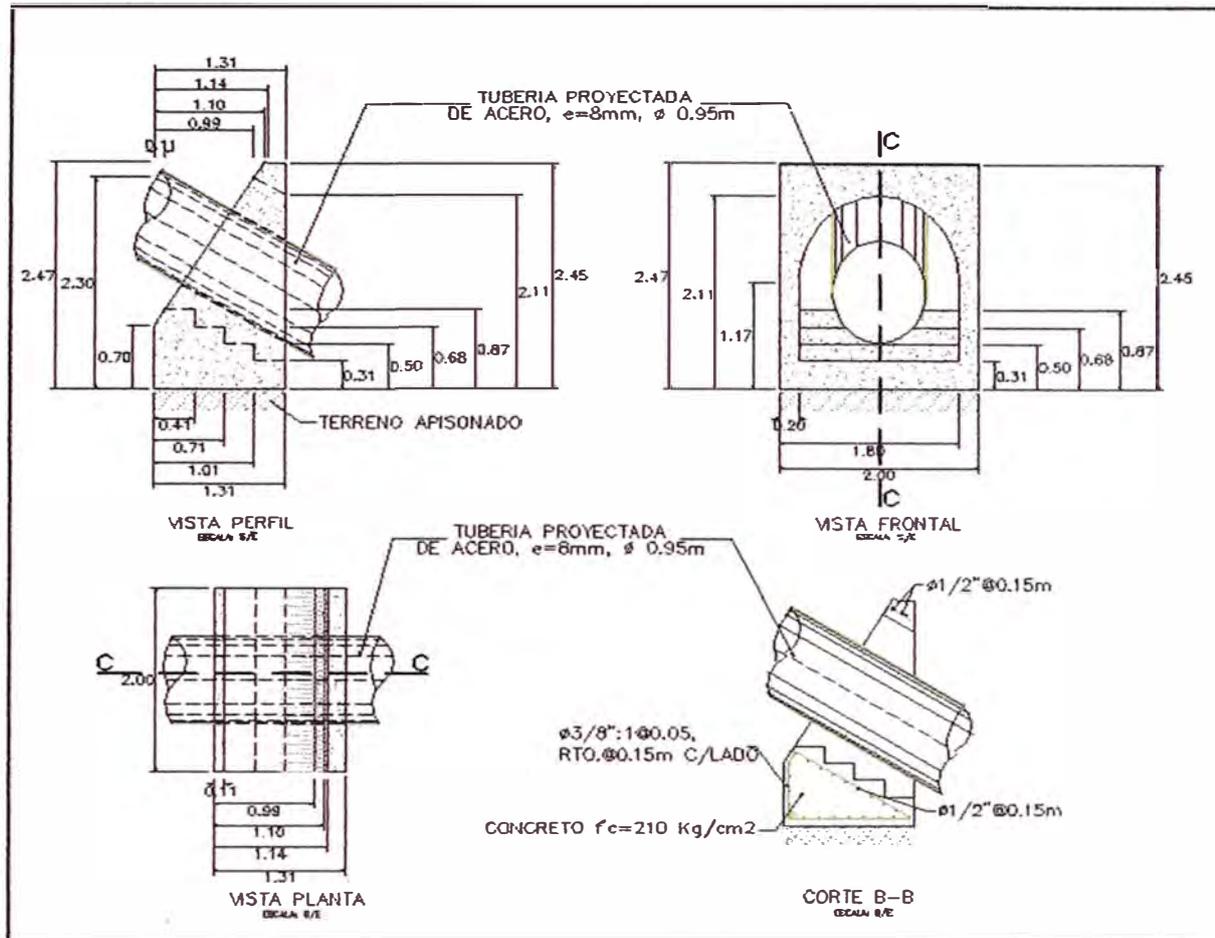


Figura 21.- Detalle de afrontamiento de salida

(Fuente: GCZ Ingenieros S.A.C., AGO 2006)

**Apoyos exteriores.-** Después de la excavación, nivelación, colocación de solado de regularización, armado del acero de refuerzo, se procede al encofrado de los dos apoyos exteriores ubicados uno al ingreso y otro a la salida de la tubería forzada; para este trabajo, se hará uso de paneles de triplay de 19.00 mm, cuartones y soleras de madera de 2" x 3". El vaciado de los apoyos exteriores con concreto estructural  $f_c=210.00 \text{ Kg/cm}^2$  se realizará en dos fases. El vaciado de segunda fase se realizará después de que se haya colocado la nueva tubería forzada tal y como se muestra en la *Figura 22*.

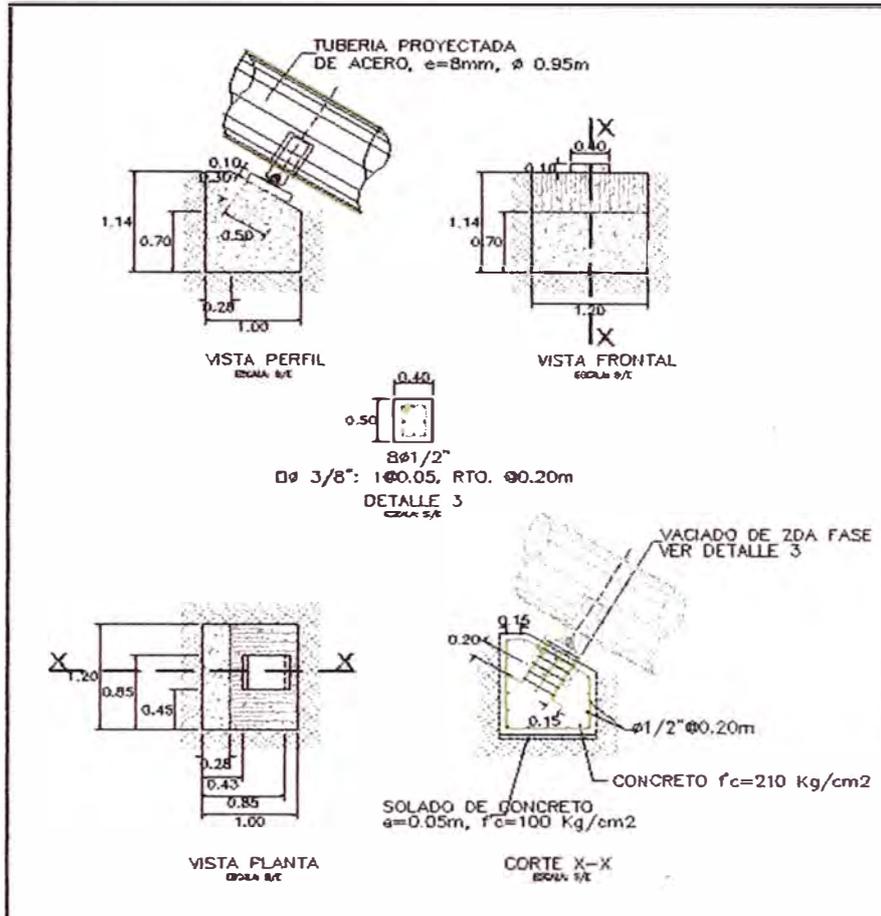


Figura 22.- Detalle de apoyos exteriores

(Fuente: GCZ Ingenieros S.A.C., AGO 2006)

**Túnel.-** Debido a que existen varias alternativas para la ejecución del túnel, se tratará con más detalle el procedimiento constructivo de este, en el **Capítulo II**.

**Apoyos interiores.-** Consisten en tres apoyos de concreto armado ubicados dentro del túnel, y van a soportar el peso de la nueva tubería forzada. El armado del acero de refuerzo, encofrado (triplay de 19.00 mm, cuarterones y soleras de madera de 2" x 3") y colocado de concreto estructural  $f'_c= 210.00 \text{ Kg/cm}^2$  se realizarán después de que se haya colocado la nueva tubería forzada. Durante la ejecución del túnel se dejarán dowells de 30 cm de longitud en las zonas donde se ubiquen los apoyos interiores para poder realizar el armado del acero de refuerzo.

**Obras de reposición:** Estas obras comienzan con el tapado del ingreso y la salida, del túnel proyectado y de la tubería forzada existente; justo después de la colocación de concreto en los apoyos interiores. El tapado se realizará

colocando compuertas de acero. Después de tapar el ingreso del túnel y de la tubería forzada existente, se rellenará esta zona con material de las excavaciones cumpliendo con las especificaciones técnicas de compactación que se detallan en el Capítulo IV. Finalmente se ejecutará la construcción del tramo de cuneta anteriormente demolida (Ver *Figura 24*).

### **1.5.2 Procedimiento constructivo Indirecto.**

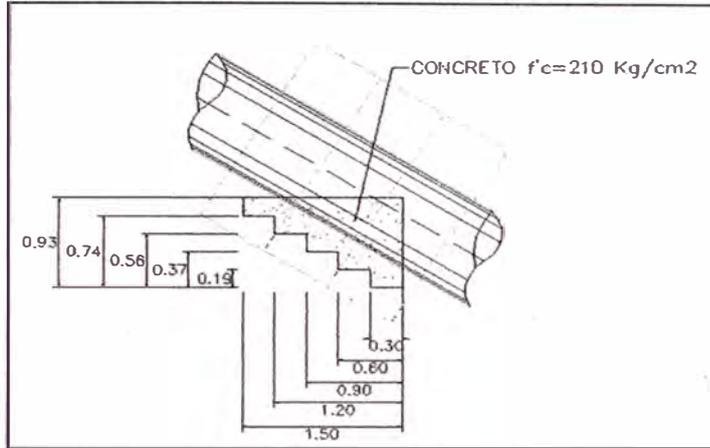
Plantea el desarrollar una excavación a tajo abierto hasta la mitad de la vía, impidiendo la circulación normal de los vehículos en esta vía de gran importancia. En la segunda mitad se contemplaría realizar una excavación subterránea siguiendo los lineamientos del procedimiento constructivo Directo.

Este procedimiento ha sido descartado porque tendríamos mucho problemas de seguridad vial; ya que el paso de los vehículos se acortaría hasta 3.00 m de ancho ocasionando un congestionamiento de vehículos debido a que esta vía es de doble sentido.

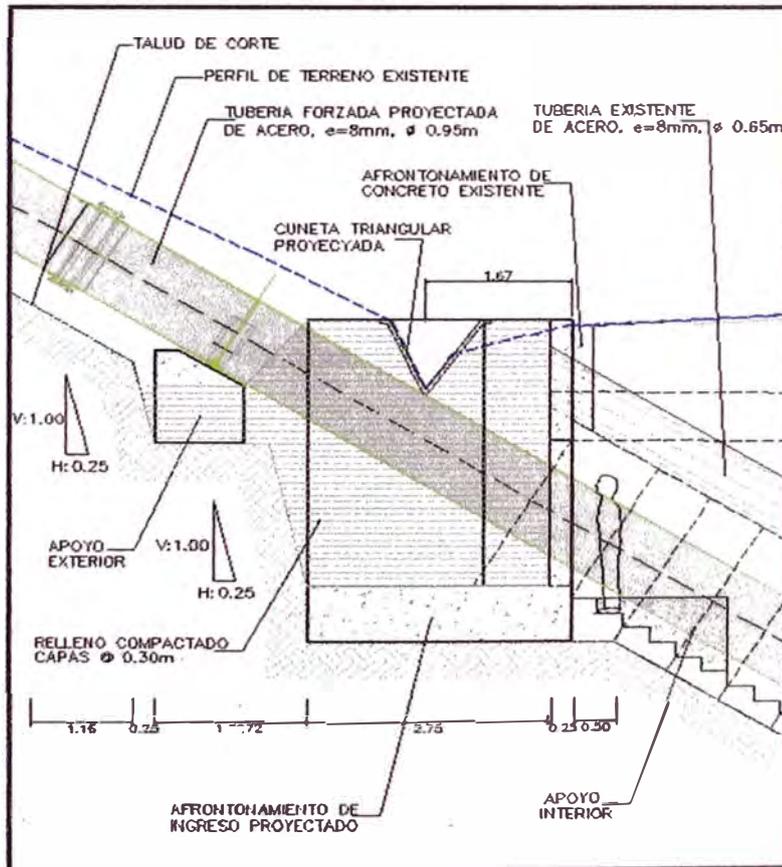
Adicionalmente a esto que la inseguridad se incrementaría en el horario nocturno pues se tendría mayor probabilidad de que se ocasionan accidentes inesperados.

Además se tendría que plantear la construcción de un muro de contención y el entibado del terreno en todo el tajo abierto luego de la excavación para garantizar que los 4.00 m de vía libre de circulación no colapse.

Las especificaciones técnicas de los materiales se indican en el **Capítulo IV**, los planos del proyecto se adjuntan en el **anexo N°01**.



**Figura 23.- Detalle de apoyos interiores**  
(Fuente: GCZ Ingenieros S.A.C., AGO 2006)



**Figura 24.- Detalle de obras de reposición (ingreso)**  
(Fuente: GCZ Ingenieros S.A.C., AGO 2006)

## CAPITULO II: ALTERNATIVAS PARA LA CONSTRUCCION DEL TUNEL

La construcción del túnel se ejecutará en dos frentes de trabajo, uno al ingreso y otro a la salida, después de que se hayan terminado de construir los afrontamientos respectivos.

Los trabajos contenidos en esta estructura tienen que ver específicamente con la excavación subterránea, para el cual inicialmente se siguen los siguientes procedimientos:

- Previo al inicio de las excavaciones se deberán montar los sistemas de ventilación e iluminación con la finalidad que conforme se va realizando la excavación se logre desplazar estos sistemas para garantizar la debida seguridad del personal.
- Una vez montado el sistema de iluminación y ventilación se inicia la excavación subterránea que se realizará en forma manual, con ayuda de picos, lampas, buguies, baldes, poleas y sogas acondicionados adecuadamente para facilidad de la excavación.
- El material excedente de esta excavación se acumulará en espacios adecuados de tal modo que no impidan el normal desarrollo de las actividades. Para ello se utilizarán a peones quienes acumularán los materiales excedentes en la carretera a 10 ó 15 m del lugar de excavación.

Para la construcción del túnel se plantean cuatro alternativas que se detallan a continuación:

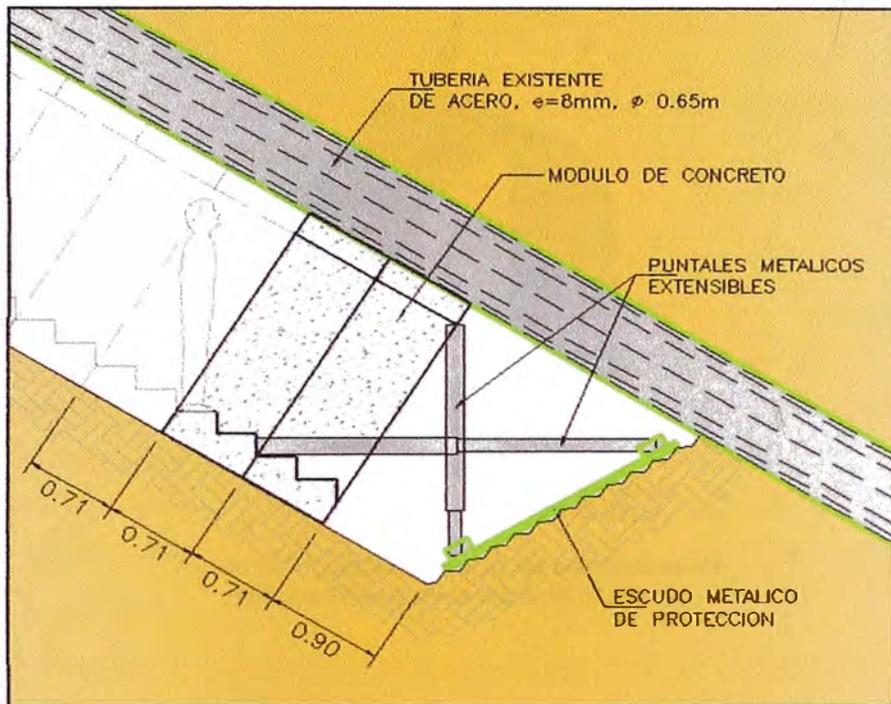
### 2.1 Alternativa N°01: “Concreto lanzado”

La alternativa concibe la construcción de un túnel dándole la forma de sección baúl con un diámetro acabado en la bóveda de 1.60m y una altura en el hastial de 0.90 m, por debajo de la tubería forzada existente.

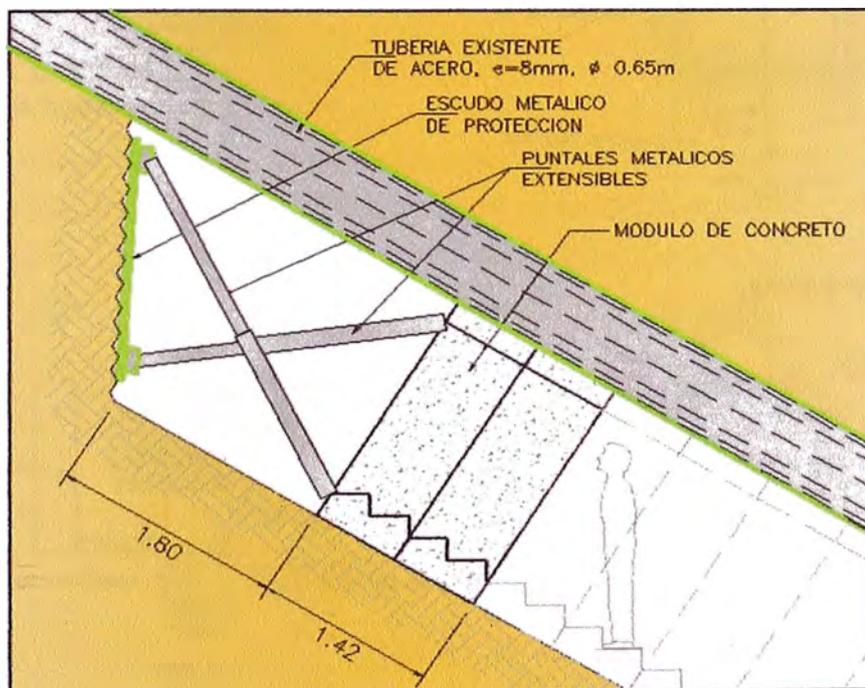
- Se define excavar en módulos espaciados a cada 0.71 m en el frente de ingreso y de 1.42 m en el frente de salida de la carretera. Se debe conseguir que la excavación tenga una sección baúl con un diámetro en la bóveda de 2.20 m y una altura en el hastial de 1.10 m. El

desmoronamiento del frente de excavación se controlará usando un escudo metálico de protección, el cual traspasa los esfuerzos a puntales metálicos extensibles que se apoyarán en la tubería forzada existente y en la base del túnel, tal y como lo muestran las *Figuras 25 y 26*.

- Una vez concluida la excavación del primer módulo, se colocará la malla de protección que cumplirá la función de una jaula de seguridad, conformado por una malla metálica de 1/8" de acero liso con cocada de 1" x 1", reforzada con acero corrugado de construcción de 1/2". Se debe conseguir que el sostenimiento tenga una sección baúl con un diámetro en la bóveda de 2.20 m y una altura en el hastial de 1.10 m y debe estar pegado al corte excavado y fijado con la base de la tubería forzada existente, impidiendo el desmoronamiento de material en la bóveda y en los hastiales. Ver *Figura 27*.
- Inmediatamente después de colocar, fijar y asegurar la malla de protección del primer módulo, se reforzará con concreto lanzado de 280.00 Kg/cm<sup>2</sup>. Se debe lograr un espesor mínimo de concreto de 10 cm para garantizar el sostenimiento y lograr contener los desprendimientos de terreno. Este material será diseñado de tal manera que su fragua no exceda las dos horas para ello se hará uso de aditivos.
- Una vez logrado el sostenimiento del primer módulo, se procede a colocar el acero de refuerzo con fierro de construcción. Finalmente se procede a lanzar el revestimiento definitivo de concreto  $f_c=280.00$  Kg/cm<sup>2</sup>. Se debe lograr un espesor de 20 cm; de tal manera de obtener un acabado en forma de sección baúl con un diámetro en la bóveda de 1.60 m y una altura en el hastial de 0.89 m. Ver *Figura 28*.
- En la práctica normal la superficie que se vaya a dejar vista, debe cepillarse una hora después de colocado, esto eliminará el rebote adherido y puede prevenir el agrietado. El curado del concreto lanzado es importante en espesores delgados, para ello se recomienda que la superficie terminada se mantenga continuamente mojada por lo menos en los siguientes 7.00 días.
- Una vez que se ha logrado la fragua del revestimiento de concreto en el primer módulo, se reinicia la excavación subterránea siguiendo los pasos anteriores para los módulos subsiguientes. La excavación total a realizarse es de 59.20 m<sup>3</sup>, en una longitud total de 15.30 m.



**Figura 25.- Excavación modular (frente de ingreso)**  
(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)



**Figura 26.- Excavación modular (frente de salida)**  
(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

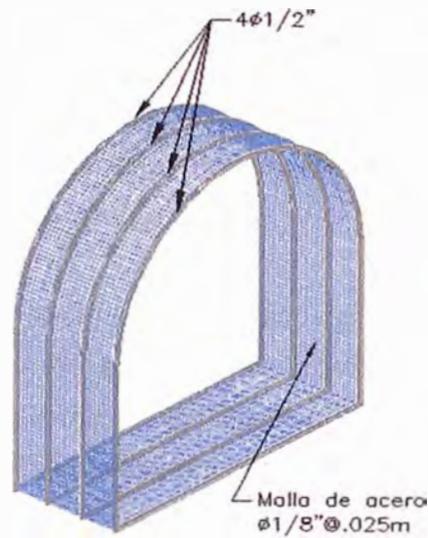


Figura 27.- Detalle de malla de sostenimiento  
 (Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

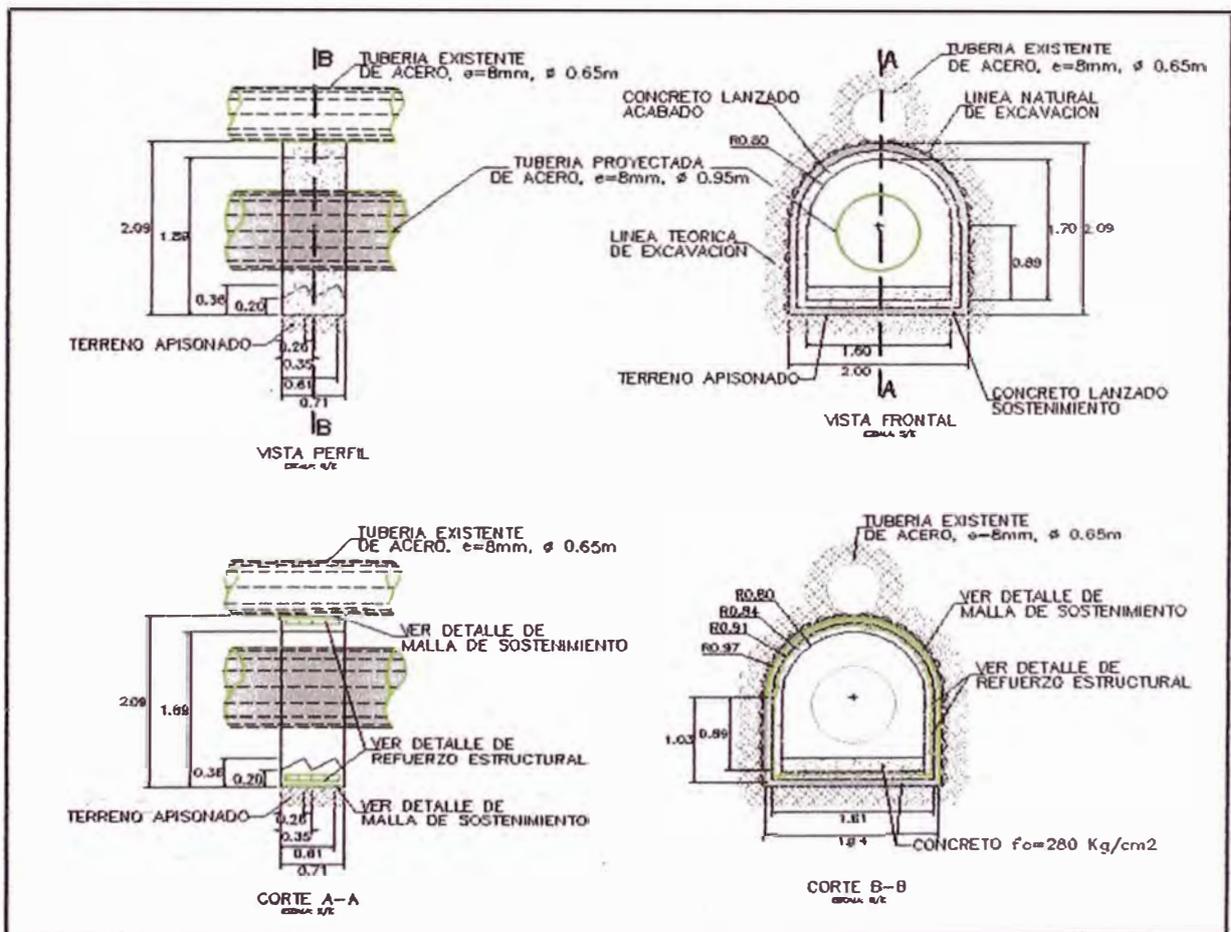


Figura 28.- Detalle módulo de túnel (concreto lanzado)  
 (Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

## 2.2 Alternativa N°02: “Método de Tunnel Liner”

La alternativa concibe la construcción de un túnel con alcantarillas de acero circular de 1.80m de diámetro con planchas MP- 68 (Tunnel Liner) por debajo de la tubería forzada existente.

- Se define excavar en módulos espaciados a cada 0.81 m en el frente de ingreso y de 1.62 m en el frente de salida de la carretera. Se debe conseguir que la excavación tenga una sección circular con un diámetro de 1.90 m. El desmoronamiento del frente de excavación se controlará usando un escudo metálico de protección, el cual traspasa los esfuerzos a puntales metálicos extensibles que se apoyarán en las pestañas de unión de las planchas, tal y como lo muestran las *Figuras 29 y 30*.
- Una vez concluida la excavación del primer módulo, se colocará la malla de protección que cumplirá la función de una jaula de seguridad, conformado por una malla metálica de 1/8" de acero liso con cocada de 1" x 1", reforzada con acero corrugado de construcción de 1/2". Se debe conseguir que el sostenimiento tenga una sección circular con un diámetro de 1.90 m y debe estar pegado al corte excavado y fijado con la base de la tubería forzada existente, impidiendo el desmoronamiento de material en toda la superficie de contacto. Ver *Figura 31*.
- Inmediatamente después de colocar, fijar y asegurar la malla de protección del primer módulo, se procede a realizar el montaje insitu de las chapas de revestimiento Tunnel Liner (piezas de la alcantarilla circular MP-68) cuyo diámetro acabado es de 1.80 m. Este montaje se realizará interiormente utilizando pernería específica con los cuales las planchas lograrán su montaje de acuerdo a la *Figura 32*.
- Una vez montada las chapas de revestimiento Tunnel Liner del primer módulo, los vacíos que resulten entre la superficie externa de las planchas y el terreno deben ser rellenados para evitar descensos o movimientos del suelo, que pueden provocar deformaciones indeseables. Este relleno debe ser hecho por medio de inyección de mortero fluido de suelo/cemento, a través de perforaciones presentes en algunas planchas de Tunnel Liner.

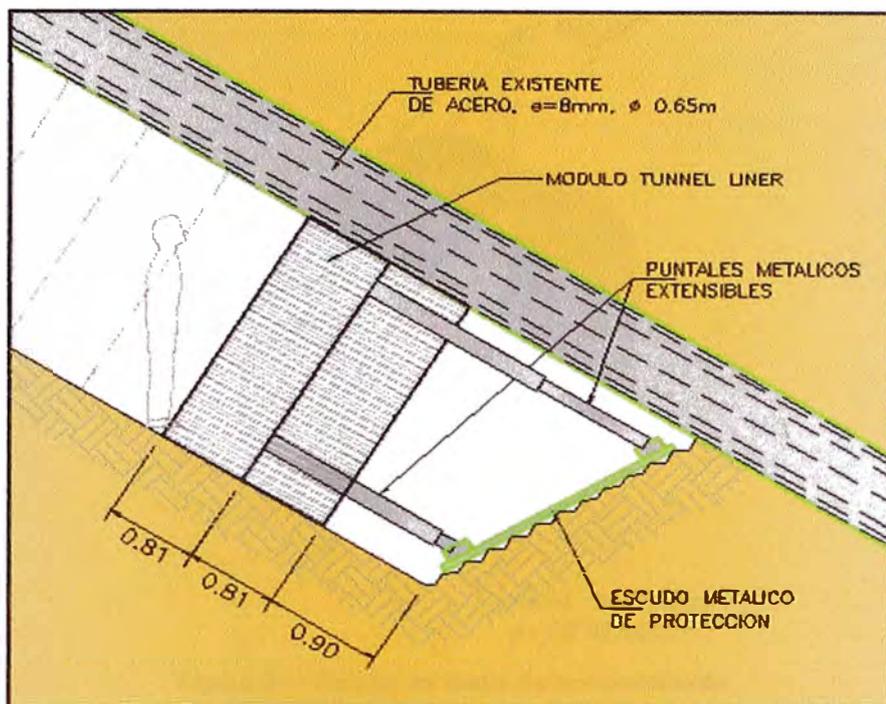


Figura 29.- Excavación modular (frente de ingreso)  
(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

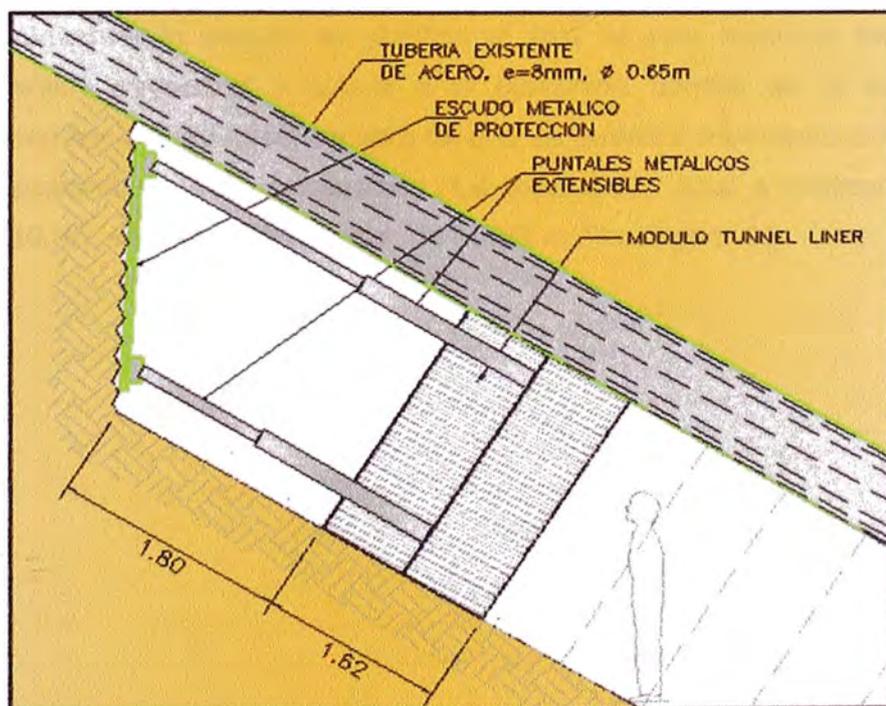
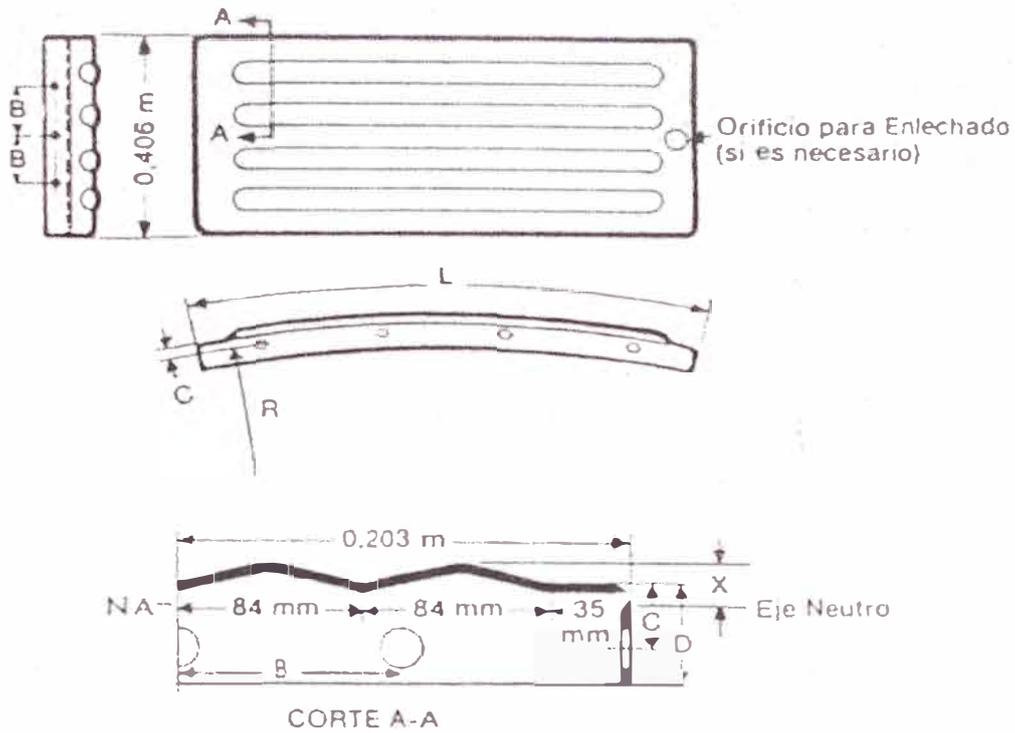


Figura 30.- Excavación modular (frente de salida)  
(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

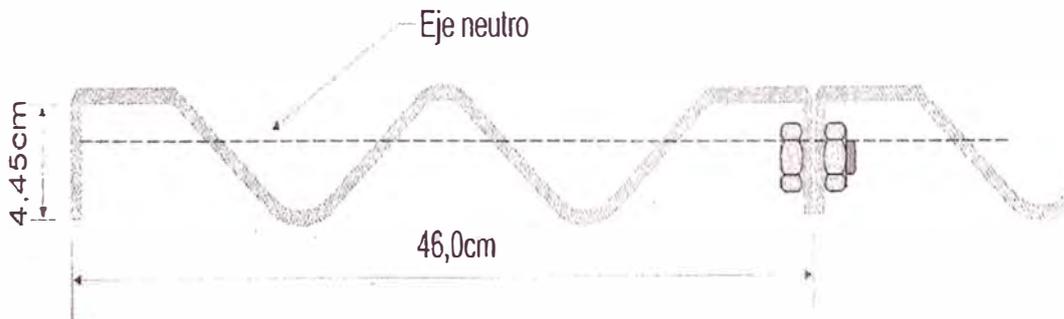


**Figura 31.- Detalle de malla de sostenimiento**  
(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

- Terminada la inyección de mortero fluido en el primer módulo, se reinicia la excavación subterránea siguiendo los pasos anteriores para los módulos subsiguientes. Para lograr la eliminación de excedentes y brindar un desplazamiento seguro se plantea el uso de una escalera flexible que garantice seguridad y ayude a la ejecución normal de la excavación subterránea. Esta escalera será tal que se pueda ir montando conforme se va profundizando la excavación. La excavación total a realizarse es de  $50.10 \text{ m}^3$ , en una longitud total de 15.30 m. Ver *Figura 33*.



**Figura 32.- Detalle de planchas metálicas**  
(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)



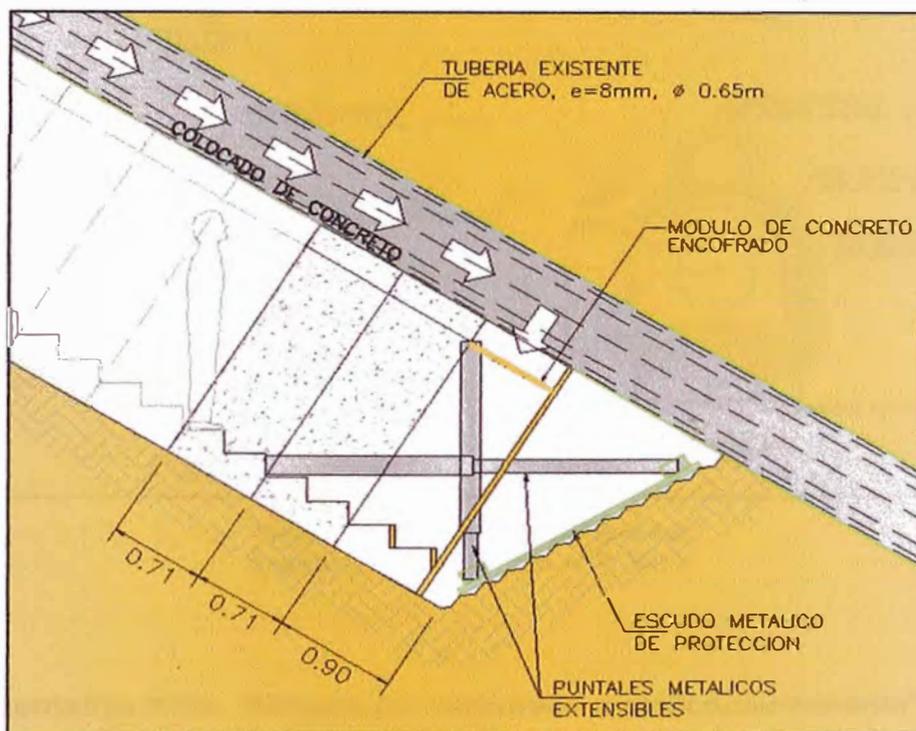
**Figura 33.- Distribución de planchas metálicas**  
(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

### 2.3 Alternativa N°03: “Método por encofrado de madera”

La alternativa concibe la construcción de un túnel dándole la forma de sección baúl con un diámetro acabado en la bóveda de 1.60m y una altura en el hastial de 0.89 m, por debajo de la tubería existente, utilizando encofrado de madera.

- Se define excavar en módulos espaciados a cada 0.71 m en el frente de ingreso y de 1.42 m en el frente de salida de la carretera. Se debe conseguir que la excavación tenga una sección baúl con un diámetro en la bóveda de 2.00 m y una altura en el hastial de 1.10 m. El desmoronamiento del frente de excavación se controlará usando un escudo metálico de protección, el cual traspasa los esfuerzos a puntales metálicos extensibles que se apoyarán en la tubería forzada existente y en la base del túnel, tal y como lo muestran las *Figuras 25 y 26*.
- Una vez concluida la excavación del primer módulo, se colocará la malla de protección que cumplirá la función de una jaula de seguridad, conformado por una malla metálica de 1/8” de acero liso con cocada de 1” x 1”, reforzada con acero corrugado de construcción de 1/2”. Se debe conseguir que el sostenimiento tenga una sección baúl con un diámetro en la bóveda de 2.00 m y una altura en el hastial de 1.10 m y debe estar pegado al corte excavado y fijado con la base de la tubería forzada existente, impidiendo el desmoronamiento de material en la bóveda y en los hastiales. Ver *Figura 27*.
- Inmediatamente después de colocar, fijar y asegurar la malla de protección del primer módulo, se procede a colocar el acero de refuerzo con fierro de construcción.
- Después de colocar el refuerzo con acero de construcción, se procederá a encofrar con triplay de 19.00 mm, con soleras y cuartones de 2” x 3” de tal manera de obtener un acabado en forma de sección baúl con un diámetro en la bóveda de 1.60 m y una altura en el hastial de 0.89 m.
- El colocado de concreto  $f'c=280.00 \text{ Kg/cm}^2$  se hará por gravedad hacia dentro de la tubería forzada existente que funcionará como chute, pues se harán perforaciones en esta, al centro de cada módulo por donde ingresará el concreto hacia el encofrado de madera que está debajo. Este material

será diseñado de tal manera que el concreto se pueda acomodar debidamente llenando todos los espacios, para ello se acondicionarán ventanas de inspección simétricamente distribuida tres en la bóveda y una en cada hastial, ya que el uso de vibradora sería difícil. Para controlar el vaciado de concreto en cada módulo se ubicará una persona dentro de la tubería forzada existente. El concreto será diseñado para que se pueda desencofrar al día siguiente del vaciado, para ello se hará uso de aditivos como plastificantes y acelerantes. Ver Figuras 34 y 35.



**Figura 34.- Colocado de concreto**  
(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

- El curado del concreto es importante en espesores delgados, para ello se recomienda que la superficie terminada se mantenga continuamente mojada por lo menos en los siguientes 7.00 días.
- Una vez que se ha logrado la fragua del concreto en el primer módulo, se reinicia la excavación subterránea siguiendo los pasos anteriores para los módulos subsiguientes. La excavación total a realizarse es de  $59.20 \text{ m}^3$ , en una longitud total de 15.30 m.

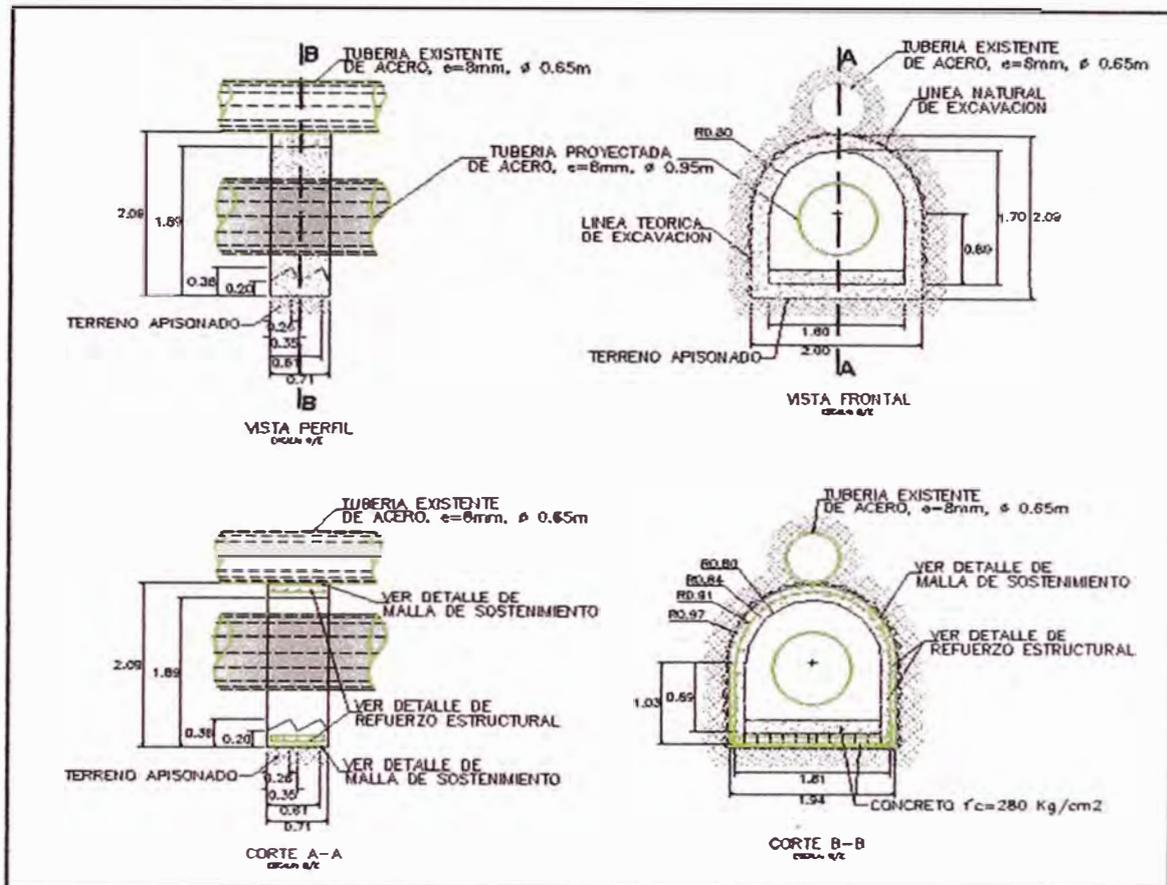


Figura 35.- Detalle módulo de túnel  
 (Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

## 2.4 Alternativa N°04: “Método por encofrado metálico permanente”

La alternativa concibe la construcción de un túnel dándole la forma de sección baúl con un diámetro acabado en la bóveda de 1.60m y una altura en el hastial de 0.89 m, por debajo de la tubería existente, utilizando encofrado metálico permanente.

- Se define excavar en módulos espaciados a cada 0.71 m en el frente de ingreso y de 1.42 m en el frente de salida de la carretera. Se debe conseguir que la excavación tenga una sección baúl con un diámetro en la bóveda de 2.00 m y una altura en el hastial de 1.10 m. El desmoronamiento del frente de excavación se controlará usando un escudo metálico de protección, el cual traspasa los esfuerzos a puntales metálicos extensibles

que se apoyarán en las pestañas de unión de las planchas, tal y como lo muestran las Figuras 36 y 37.

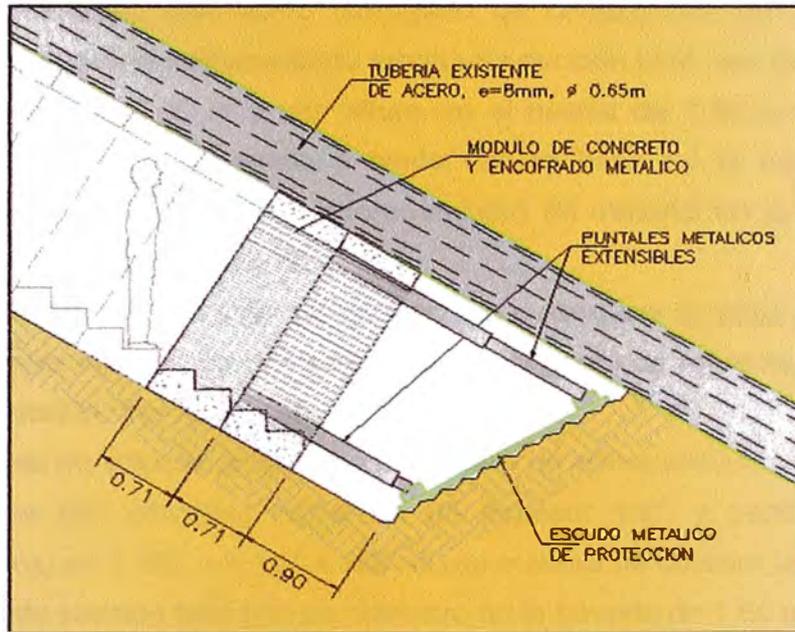


Figura 36.- Excavación modular (frente de ingreso)  
(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

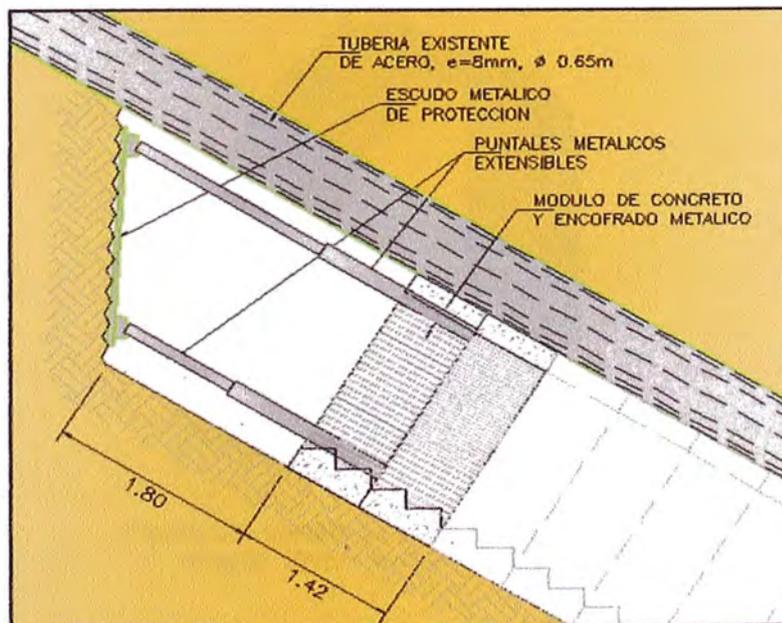
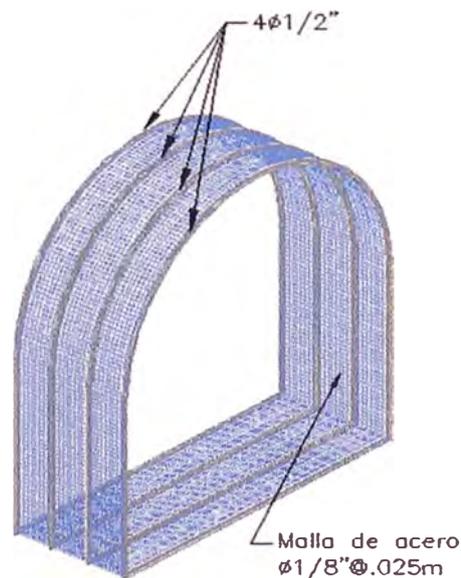
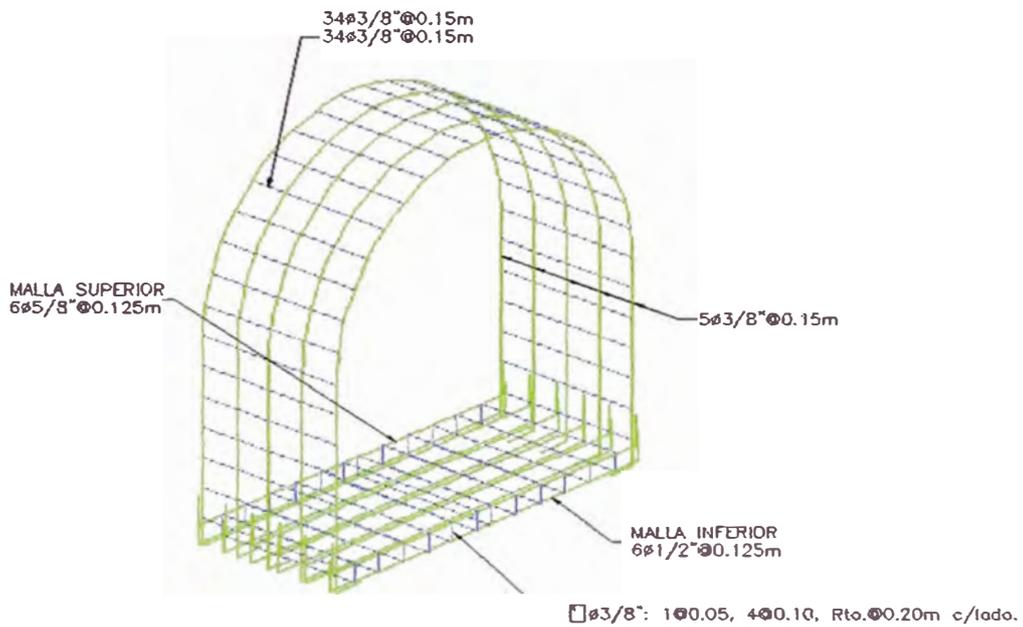


Figura 37.- Excavación modular (frente de salida)  
(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

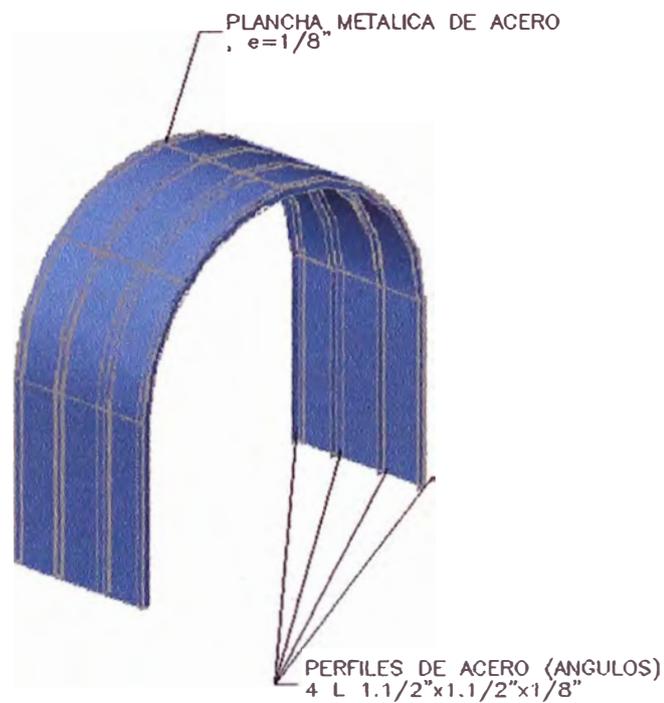
- Una vez concluida la excavación del primer módulo, se colocará la malla de protección que cumplirá la función de una jaula de seguridad, conformado por una malla metálica de 1/8" de acero liso con cocada de 1" x 1", reforzada con acero corrugado de construcción de 1/2". Se debe conseguir que el sostenimiento tenga una sección baúl con un diámetro en la bóveda de 2.00 m y una altura en el hastial de 1.10 m y debe estar pegado al corte excavado y fijado con la base de la tubería forzada existente, impidiendo el desmoronamiento de material en la bóveda y en los hastiales. Ver *Figura 38*.
- Inmediatamente después de colocar, fijar y asegurar la malla de protección del primer módulo, se procede a colocar el acero de refuerzo con fierro de construcción. Ver *Figura 39*.
- Después de colocar el refuerzo con acero de construcción, se procederá a encofrar con planchas metálicas de espesor 1/8", y perfiles de acero (ángulos) de 1.1/2" x 1.1/2" x 1/8", de tal manera de obtener un acabado en forma de sección baúl con un diámetro en la bóveda de 1.60 m y una altura en el hastial de 0.89 m. Ver *Figura 40*.



**Figura 38.- Detalle de malla de sostenimiento**  
(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

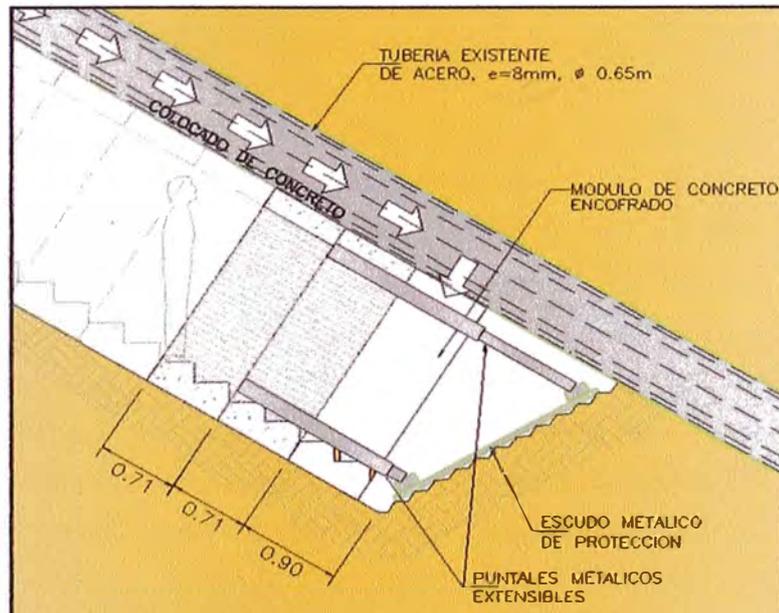


**Figura 39.- Detalle del acero de refuerzo**  
(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

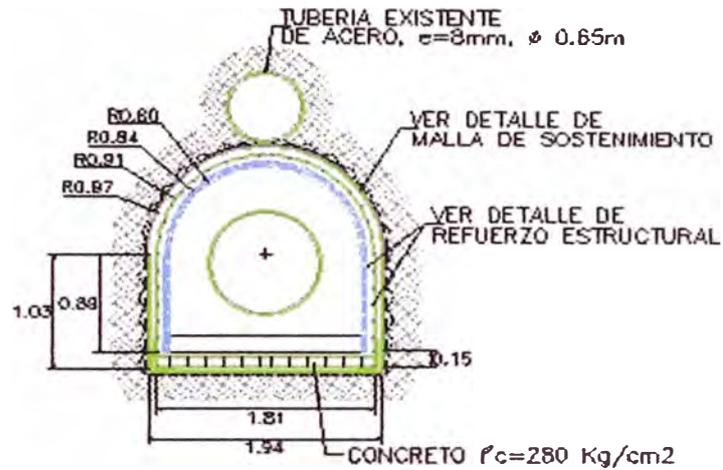


**Figura 40.- Detalle de encofrado metálico permanente**  
(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

- El vaciado de concreto  $f'c=280.00 \text{ Kg/cm}^2$  se hará por gravedad hacia dentro de la tubería forzada existente que funcionará como chute, pues se harán perforaciones en la tubería al centro de cada módulo por donde ingresará el concreto hacia el encofrado metálico que está debajo. Este material será diseñado de tal manera que el concreto se pueda acomodar debidamente llenando todos los espacios, para ello se acondicionarán ventanas de inspección simétricamente distribuida tres en la bóveda y una en cada hastial, ya que el uso de vibradora sería difícil. Para controlar el vaciado de concreto en cada módulo se ubicará una persona dentro de la tubería forzada existente. Para ello se hará uso de aditivos como plastificantes. Ver *Figura 41*.
- Una vez que se ha colocado concreto en el primer módulo, se reinicia la excavación subterránea siguiendo los pasos anteriores para los módulos subsiguientes. La excavación total a realizarse es de  $59.20 \text{ m}^3$ , en una longitud total de  $15.30 \text{ m}$ . Ver *Figura 42*.



**Figura 41.- Colocado de concreto**  
(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)



**Figura 42.- Detalle módulo de túnel**  
(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

El plano de detalles y especificaciones técnicas de esta alternativa se presenta a continuación en el plano **PT - 08**, que se adjunta en el **anexo N°01**.

## CAPITULO III: INFORME DE SEGURIDAD

Previo al inicio de las labores en la zona de estudio, debemos detallar el procedimiento a seguir en la señalización de la vía y las medidas de seguridad que se deben adoptar durante la ejecución de obra; de tal modo, de mitigar cualquier posibilidad de accidentes.

### **Objetivos:**

Realizar la construcción del túnel por debajo de la carretera Lima Huaraz bajo estrictos procedimientos de seguridad y con cero accidentes, tanto para los trabajadores de la obra como para los usuarios de la vía pública.

### **Alcances:**

- Todas las personas que hagan uso de la vía pública terrestre circundante al proyecto.
- Todos los trabajadores de GCZ Ingenieros S.A.C.

### **Responsabilidad y autoridad:**

#### ***Del Gerente de Proyecto***

- Aprobar el presente informe de seguridad.
- Asegurar el cumplimiento del presente informe de seguridad.

#### ***Del Ingeniero Residente***

- Revisar y sugerir modificaciones al presente informe de seguridad.
- Todos los puntos referidos al presente informe de seguridad, deben ser parte y responsabilidad de todo el personal, cumpliendo con lo establecido en la charla de inducción desde el inicio de las labores.
- Designar a las personas responsables del trabajo en la vía pública de tránsito.

#### ***Del Supervisor***

- Es el Responsable de hacer cumplir el informe de seguridad, por lo tanto verificará el lugar y tiempo donde se realizarán las labores.

- Implementar y asegurarse que se cumplan las prácticas y medidas de seguridad antes de empezar las labores.
- Impartir charlas de seguridad y salud ocupacional, dando especial incidencia en los peligros, riesgos y medidas de seguridad implementadas.

### **3.1 Plan de seguridad vial.**

Desde el inicio de las labores el tráfico será restringido por seguridad, hasta que los trabajos de excavación del túnel coincidan con la mitad de la vía de tránsito. Para lograr esto, se colocarán señales reguladoras a 50 m antes y 50 m después del punto de trabajo en el que se detalle la disminución de velocidad a 35.00 Km/h y también señales informativas detallando que se vienen ejecutando obras de construcción.

#### **Procesos / Instrucciones:**

##### **a) Sistema de control de tránsito**

El sistema de control de tránsito de GCZ Ingenieros S.A.C. permite la circulación de vehículos:

- Otorgar el derecho de paso alternadamente.
- Asegurar que al otorgar derecho de paso en un sentido, el tramo se encuentre despejado de vehículos que transiten en sentido contrario.
- Evitar la generación de demoras excesivas en el tránsito, cualquiera sea el sentido de circulación, ya que éstas son un estímulo al no respeto de las indicaciones del sistema.

El sistema a usar es de señales **PARE / SIGA**.

##### **b) Ubicación de las señales**

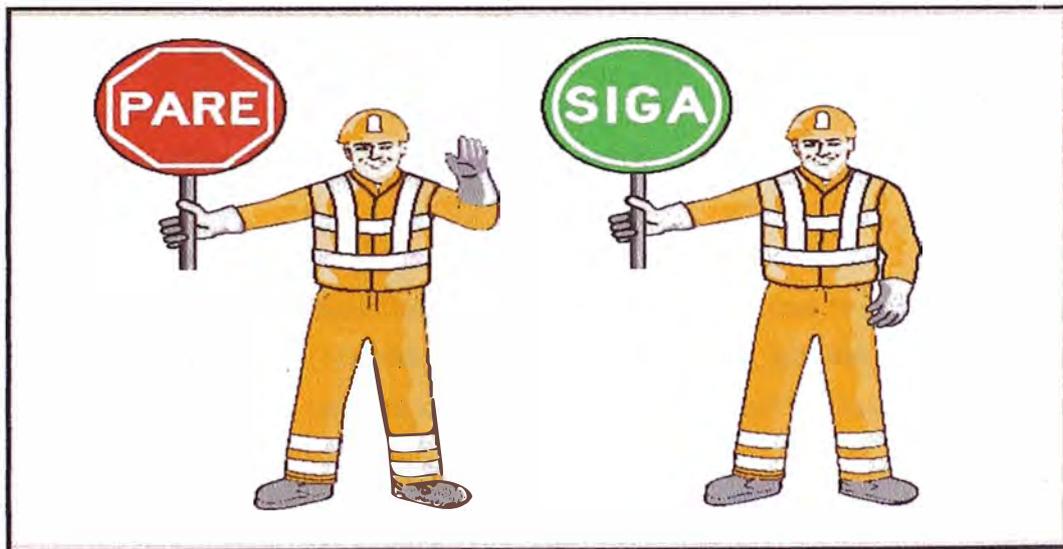
Los elementos del sistema que indican a los conductores el derecho de paso o la obligación de detenerse – PARE / SIGA se ubicarán en los extremos

del tramo en que se utiliza el tránsito en un sentido. En dichos extremos, el carril disponible debe permitir la circulación en ambos sentidos simultáneamente.

### **c) Control de señales PARE / SIGA**

En este sistema de control de tránsito, personal capacitado comúnmente llamados vigías o controladores, otorgan el derecho de paso alternado, utilizando la señal PARE / SIGA. Ver *Figura 43*.

Esta señal es indeformable por la acción del viento u otros factores. Sus colores de fondo son verde en la cara donde se ubica la palabra SIGA y rojo en aquella que lleva la leyenda PARE, mientras que ambos textos son blancos. Estos colores deben cumplir siempre con los niveles mínimos de visibilidad.

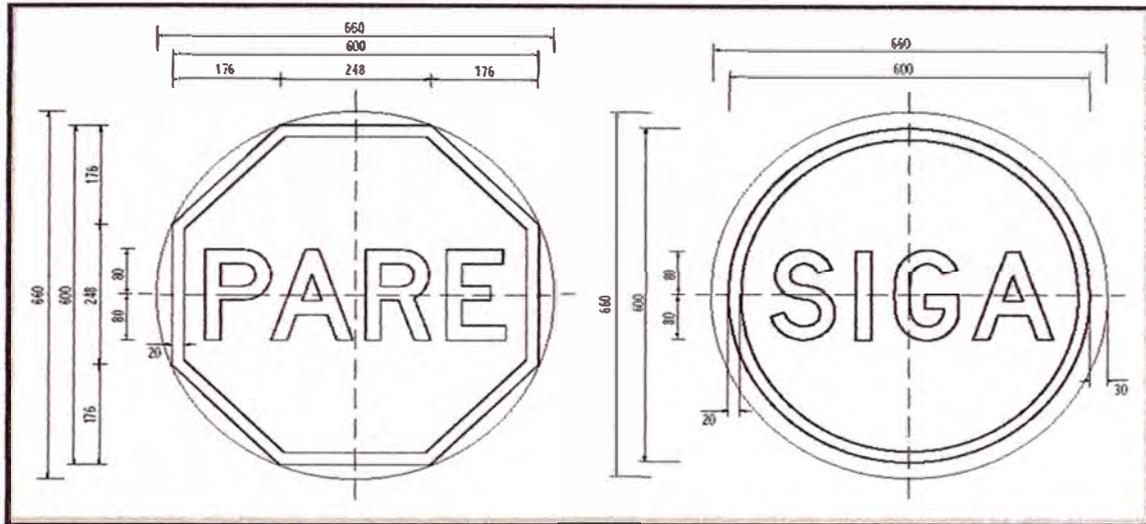


**Figura 43.- Control de señales**

(Fuente: GCZ Ingenieros S.A.C., AGO 2006)

### **d) Medidas de las señales**

Las medidas de las señales PARE / SIGA se muestran en la *Figura 44* a continuación:



**Figura 44.- Medidas de las señales**

(Fuente: GCZ Ingenieros S.A.C., AGO 2006)

#### e) Vigía o controlador

En el sistema de control PARE / SIGA el vigía o controlador es responsable de la seguridad de los usuarios de la vía, por lo que es seleccionado cuidadosamente, debiendo cumplir a lo menos, con los siguientes requisitos:

- Haber aprobado la Educación Básica.
- Haber recibido instrucción de vigía u controlador que lo habilita como tal.
- Poseer visión y audición compatibles con sus labores, aceptándose que estos aspectos puedan estar corregidos por dispositivos tales como lentes o audífonos.
- El vigía o controlador debe estar siempre visible para todos los conductores, por ello debe usar permanentemente la vestimenta especificada para esta labor, como es un chaleco reflectivo de seguridad.
- Debe ubicarse frente al tránsito que se acerca al área de actividad. Su puesto de trabajo debe situarse fuera de la vía y detrás de barreras u otros elementos de segregación, excluidos conos y cilindros.
- La velocidad máxima permitida en la vía, en el sector donde se ubica el vigía o controlador, nunca debe superar los 35.00 Km/h.

## f) Operación del sistema

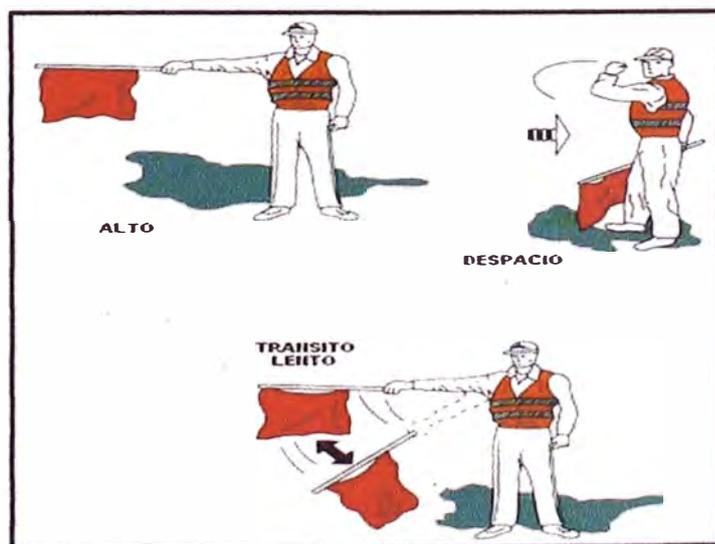
Un controlador se colocará al inicio del desvío de la vía y el otro controlador se colocará al final del desvío de la vía. El desvío se realizará 50 m antes y 50 m después del lugar de ejecución de los trabajos. Ambos controladores tendrán contacto visual y comunicación radial.

La duración del derecho de paso en cada sentido de circulación debe ser determinada sólo por uno de los vigías o controladores, el que tiene la misión de coordinar los movimientos vehiculares y es responsable de la operación general.

Cuando no exista visibilidad directa entre los vigías o controladores, lo que puede ocurrir durante épocas de lluvia, ante la presencia de neblina y en otros casos de visibilidad reducida, se usarán medidas auxiliares como equipos de radiotelefonía u otros que garanticen la comunicación entre ellos.

Para indicar a los conductores si deben avanzar o detenerse, el vigía o controlador debe realizar los siguientes pasos:

- **Detención del tránsito:** El vigía o controlador debe ubicarse de frente a los conductores que deben detenerse, con la paleta en posición vertical enfrentando a éstos con la señal PARE.
- **Permitido avanzar:** El vigía o controlador girará la paleta hasta que la señal SIGA enfrente a los conductores detenidos.



**Figura 45.- Operación de señales**  
(Fuente: GCZ Ingenieros S.A.C., AGO 2006)

El plan de señalización durante la ejecución de la obra será como se muestra en la *Figura 46*, a continuación:

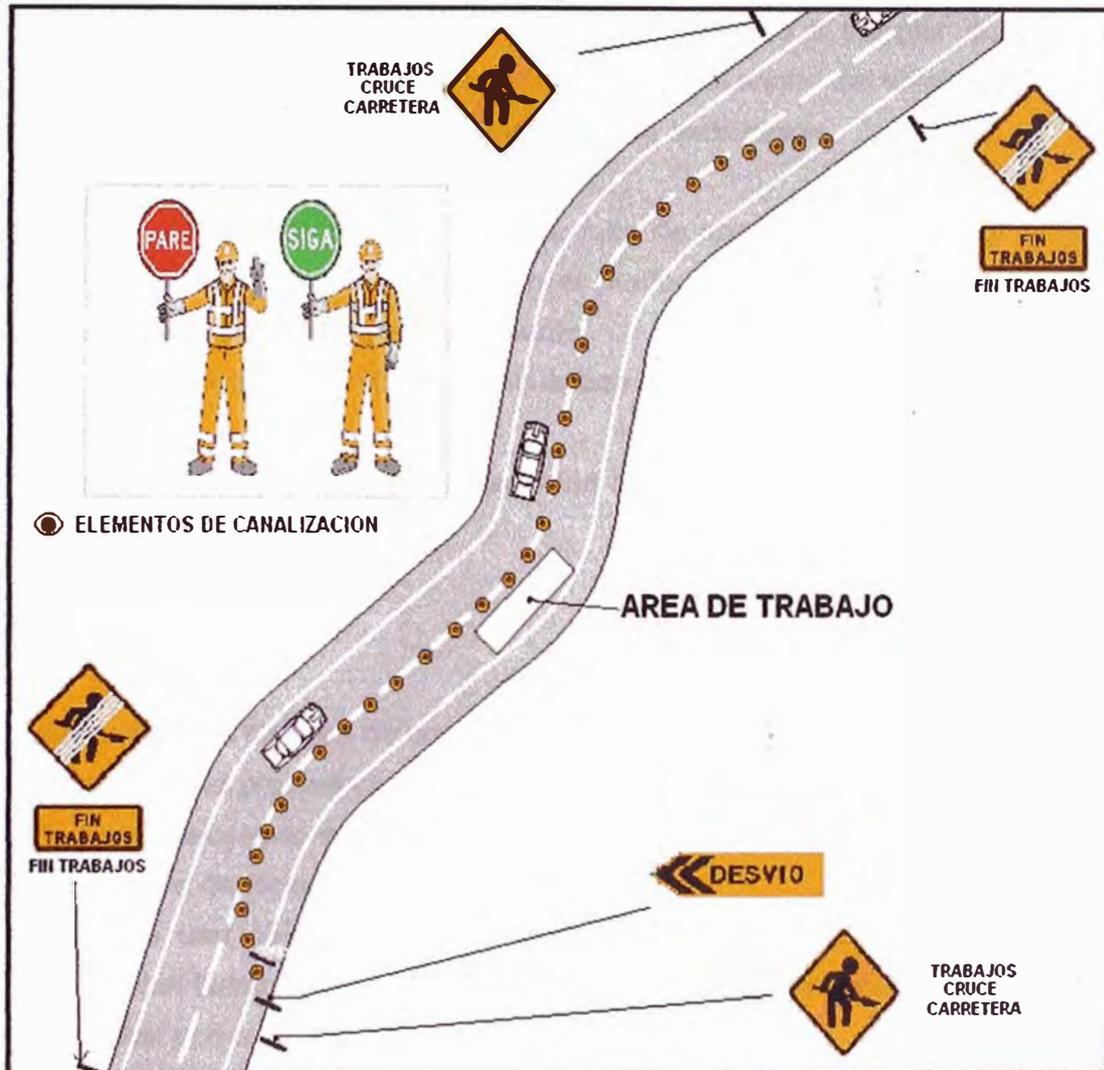


Figura 46.- Plan de señalización  
(Fuente: GCZ Ingenieros S.A.C., AGO 2006)

### 3.2 Plan de seguridad en obra.

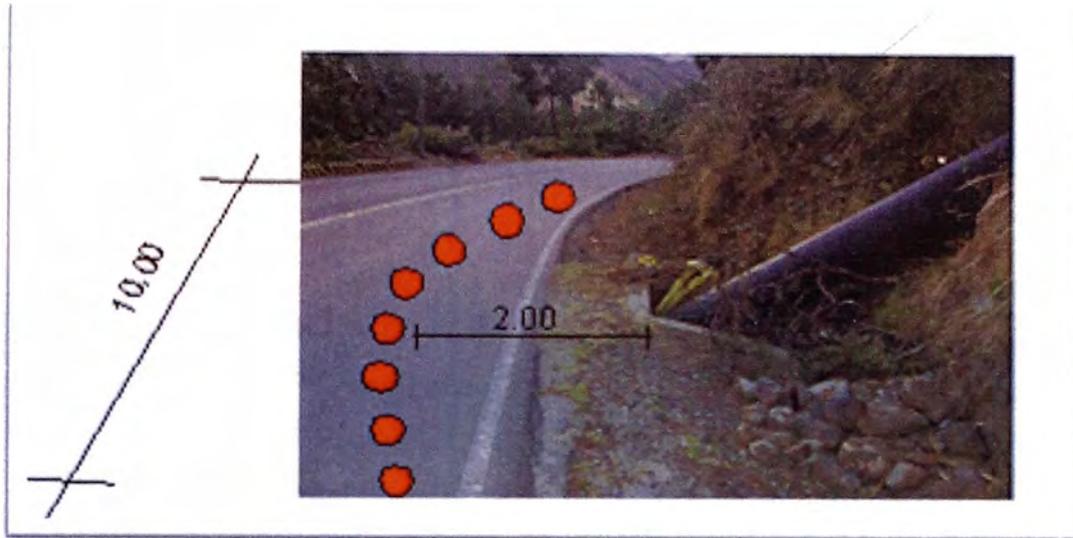
#### Análisis de riesgo

Considerando que tenemos una excavación subterránea para construir el Proyecto Túnel, se plantea los riesgos que pueda tener esta actividad:

- Desprendimiento de material granular de la zona en proceso de excavación.
- Trabajo en lugar confinado; puesto que el espacio a trabajar tiene una dimensión mínima de 1.60 m que corresponde al ancho del túnel.
- Caídas del personal por fuerte pendiente de excavación.
- Accidentes con herramientas manuales.
- Hundimiento de carpeta asfáltica por falta de sostenimiento en el proceso de ejecución del ducto circular, en el punto de ingreso de la tubería por altura mínima de relleno en este punto.
- Presencia de agua por filtración en época de lluvia durante la ejecución del túnel.
- Caída de materiales en plena ejecución de excavación desde el ingreso de la tubería.

### **Medidas de seguridad**

- Aplicación del sistema de sostenimiento descrito en el **Capítulo II**.
- Se aplicará el procedimiento en trabajos confinados.
- Si fuese necesario se colocará una escalera de perfiles de fierro y pasos de madera de forma flexible.
- Se hará uso obligatorio de los implementos de seguridad, tales como casco con iluminación, botas, guantes, lentes, un respirador y tapones de oído. Así como sistema de comunicación inalámbrico.
- Se mantendrá un personal vigía permanente para dar aviso ante cualquier evento extraordinario de lluvia, quiebra de agua de cultivo; de tal manera de poder controlar dichos eventos.
- En el ingreso de la tubería se colocará una puerta con malla que se abra hacia afuera del túnel, para evitar cualquier ingreso de materiales que puedan ocasionar lesiones al personal en plena ejecución de las excavaciones.
- Se acumulará material excavado y/o material de obra, fuera de un área restringida a 2 m del punto de ingreso del túnel hacia la vía en sección transversal y a 5 m a los lados de este, tal como lo muestra la *Figura 47*.



**Figura 47.- Zona restringida**

(Fuente: GCZ Ingenieros S.A.C., AGO 2006)

## Requerimientos:

### a) *Equipo de protección personal (EPP)*

- **Protección de la cabeza:** Será obligatorio el uso de protectores para la cabeza. El casco no se usará con la visera hacia atrás. Está prohibido el uso de cascos o gorras metálicas.
- **Protección de los ojos:** Todo el personal deberá usar dispositivos aprobados de protección para los ojos durante las horas de trabajo. Los anteojos deberán tener protectores laterales. Se recomiendan los anteojos que cubran hasta las cejas. Las personas que usaran anteojos con medida o de correctores, deberán usar gafas protectoras sobre los lentes o tener lentes con medida para uso industrial.
- **Protección Respiratoria:** Se exigirá el uso de equipo respiratorio cuando existiera el riesgo o exposición potencial a polvaredas, emanaciones, vapores, productos químicos, y otros contaminantes, o cuando la concentración de oxígeno sea menor al nivel reglamentado (En este último caso el equipo deberá ser con suministro de aire).
- **Protección de los Oídos:** Se deberá usar protección auditiva en las zonas designadas y durante la operación de equipos o maquinaria que originen

niveles de ruido superiores a los 95.00 decibeles. Algunos equipos que exigen el uso de protectores auditivos son los esmeriladores, taladros de alta velocidad, pistolas buriladoras, taladros neumáticos, etc.

- **Calzado Protector:** Todos los miembros del personal de la obra, deberán usar calzado de protección. Se prohibirá el uso de calzados de punta abierta, de tacón alto, sandalias, zapatillas de tenis, de correr o de atletismo y similares en la obra.
- **Mantenimiento del equipo:** No se permitirá el uso de equipo de protección personal que hubiera sido alterado de algún modo que reduzca su eficacia. El personal deberá inspeccionar personalmente su equipo de protección para asegurarse de que se encuentre en buenas condiciones. Si hubiera alguna duda respecto de la condición del equipo, se hará saber al supervisor su preocupación.
- **Requisitos Mínimos de Vestimenta:** Todo el personal del Proyecto debe usar ropa apropiada para el trabajo que realice. Deberá evitarse el uso de joyas durante las horas de trabajo en el proyecto. Esto incluye:
  - Anillos en los dedos y aretes en las orejas o en el cuerpo.  
Collares y pulseras. Si se usaran collares deberán mantenerse bajo la ropa.
  - Relojes con correas sólidas. Se permitirán los de tipo expansible y los se sujetan de ambos lados de la esfera del reloj y no pasan por debajo de éste.
  - Otros adornos y joyas para el cuerpo que puedan ser peligrosos cuando se esté en equipos en movimiento o que puedan engancharse en algún objeto.  
No se deberán usar camisetas, camisas recortadas, tejidas ni camisas sin mangas.
  - Estarán prohibidos los pantalones cortos y toda ropa que haya sido alterada.

## **b) Letreros / Rótulos**

Los letreros y/o rótulos deberán cumplir con las regulaciones, los procedimientos de seguridad con las restricciones y requisitos referentes al uso,

colores, ubicación, redacción, y tamaño. Personal *No Autorizado* no deberá quitar ni alterar letreros sin autorización del responsable de seguridad o responsable del área en donde se encuentre.

El responsable de seguridad de la obra será quien autorice la colocación en general de los letreros de advertencia, precaución, avisos informativos, caminos de acceso, lugares clausurados, zonas de alto nivel de ruido, instalaciones eléctricas de alta tensión y líneas aéreas conductoras de electricidad en la obra.

Los supervisores serán los responsables de la instalación y mantenimiento de letreros y otros avisos relacionados con su área de responsabilidad. Las áreas más comunes que requieren señales, rótulos y etiquetas son:

- Entradas y salidas de accesos.
- Áreas de almacenamiento inflamables.
- Áreas con altos niveles de riesgo, caídas, derrumbes, polvo, etc.
- Áreas restringidas.
- Ubicaciones de extintores de incendios.
- Agujeros abiertos, barricadas y muros.
- Áreas que requieran equipo especial de protección.

#### **Abreviaturas / Definiciones:**

- **Accidente.-** Evento que causa daño a personas o cosas, que se produce como consecuencia directa de la circulación de vehículos.
- **Adelantar.-** Maniobra mediante la cual un vehículo se sitúa delante de otro que lo antecede, utilizando el carril de la izquierda a su posición, salvo excepciones.
- **Berma.-** Parte de una carretera o camino contigua a la calzada, no habilitada para la circulación de vehículos y destinada eventualmente a la detención de vehículos en emergencia y circulación de peatones (Banquina).
- **Camino.-** Vía rural destinada a la circulación de vehículos, peatones, y animales.
- **Carretera:** Vía fuera del ámbito urbano, destinada a la circulación de vehículos y eventualmente de peatones y animales.

- **Carril.-** Parte de la calzada destinada al tránsito de una fila de vehículos.
- **Conductor.-** Persona habilitada para conducir un vehículo por una vía.
- **Cuneta.-** Zanja al lado del camino o carretera destinada a recibir aguas pluviales.
- **Derecho de paso.-** Prerrogativa de un peatón o conductor de un vehículo para proseguir su marcha en precedencia a otro peatón o vehículo.
- **Peatón.-** Persona que circula caminando por una vía pública.
- **Peso Bruto.-** Peso propio del vehículo más la carga y ocupantes.
- **Preferencia de paso.-** Prerrogativa de un peatón o conductor de vehículo para proseguir su marcha.
- **Señal de Tránsito.-** Dispositivo, signo o demarcación colocado por la autoridad competente con el objeto de regular, advertir o encauzar el tránsito.
- **Tránsito.-** Conjunto de desplazamientos de personas, vehículos y animales por las vías terrestres de uso público (Circulación).
- **Vehículo.-** Artefacto de libre operación que sirve para transportar personas o bienes por una vía.
- **Vehículo automotor.-** Vehículo de más de dos ruedas que tiene motor y tracción propia.
- **Vehículo automotor menor.-** Vehículo de dos o tres ruedas, provisto de montura o asiento para el uso de su conductor y pasajeros, según sea el caso (bicimoto, motoneta, motocicleta, mototaxi, triciclo motorizado y similar).
- **Vehículo combinado.-** Combinación de dos o más vehículos, siendo el primero un vehículo automotor y los demás remolcados.
- **Vía.-** Carretera, vía urbana o camino rural abierto a la circulación pública de vehículos y/o peatones, y también de animales.
- **Vía de acceso restringido.-** Vía en que los vehículos y las personas solo tienen oportunidad a ingresar o salir de ella, por los lugares y bajo las condiciones fijadas por la autoridad competente.
- **Vía Privada.-** Vía destinada al uso particular.
- **Vía Pública.-** Vía de uso público, sobre la cual la autoridad competente impone restricciones y otorga concesiones, permisos y autorizaciones.
- **Vía urbana.-** Vía dentro del ámbito urbano, destinada a la circulación de vehículos y peatones y eventualmente de animales (Calle).

- **Zona de seguridad.**- Área dentro de la vía, especialmente señalizada para refugio exclusivo de los peatones (Isla de refugio).

**Referencias:**

- Reglamento Nacional de Transito del M.T.C.
- Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre N° 27181.
- Manual de Dispositivos de Control de Transito del M.T.C.
- Plan de Seguridad Higiene Ocupacional de GCZ Ingenieros S.A.C.

## **CAPITULO IV: ESPECIFICACIONES TECNICAS**

### **4.1 Generalidades.**

Este documento técnico se ha elaborado teniendo en consideración las siguientes consideraciones:

#### **4.1.1 Consideraciones generales.**

Se entiende por especificaciones técnicas el conjunto de normas, disposiciones, requisitos, condiciones e instrucciones que se establecen para la contratación y ejecución de una obra, los cuales por su carácter general, capacita el documento a constituirse como un auxiliar técnico en el proceso de construcción.

#### **4.1.2 Consideraciones particulares.**

Como su nombre lo indica, incluyen la gama de variaciones en cuanto a tratamiento y aplicación de las partidas, por su naturaleza son susceptibles a variaciones debidas a:

- El nivel estratigráfico y las distintas variaciones del mismo de acuerdo a una localización geográfico determinada, sugiere técnicas variadas en cuanto al tratamiento.
- El clima y las variaciones atmosféricas que inciden notablemente en el comportamiento de los materiales encausando a un tratamiento especial en cuanto al proceso constructivo y dosificaciones en sí.
- Así como las observaciones y experiencias obtenidas "INSITU", en el transcurso de la obra, debidamente implementada complementaran el presente documento, previamente evaluadas.

#### **4.1.3 Compatibilización y complementos.**

El contenido vertido en el desarrollo de las especificaciones técnicas, comprenden la totalidad de notas y detalles que aparecen en los planos estructurales y es compatible con los siguientes documentos:

- Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

- Normas Técnicas Peruanas (NTP).
- Manuales de Normas del ASTM.
- Manuales de Normas del ACI.
- Especificaciones vertidas por cada fabricante.

## **4.2 Partidas del presupuesto.**

### **01.00 Obras provisionales, trabajos preliminares, seguridad y salud.**

#### **01.01 Obras provisionales**

Comprende todas las construcciones e instalaciones que con carácter temporal son ejecutadas por el contratista, para el servicio del personal administrativo y obrero; y en general todas las facilidades que se requerirán para el servicio de la organización de obra durante la ejecución de los trabajos de la construcción.

Al finalizar los trabajos, todas las construcciones e instalaciones provisionales serán retiradas debiendo quedar limpias y libres de desmontes las áreas que ellas ocuparon.

##### **01.01.01 Construcciones provisionales.**

Se contempla la construcción de:

- Oficina, almacén, comedor, vestuario y guardianía (unidad de medida: m<sup>2</sup>).
- Cerco perimétrico (unidad de medida: m<sup>2</sup>).
- Cartel de obra (unidad de medida: und).

##### **01.01.02 Instalaciones provisionales.**

Se contempla el suministro de:

- Dotación de agua (unidad de medida: glb).
- Dotación de desagüe (unidad de medida: glb).
- Energía eléctrica (unidad de medida: glb).
- Sistema de drenaje provisional (unidad de medida: glb).

## **O1.02 Trabajos preliminares.**

### **O1.02.01 Limpieza del terreno.**

El Contratista antes de iniciar los trabajos efectuará una limpieza total del terreno que comprende la remoción de obstrucciones, si las hubiera, y la eliminación de basuras y vegetación (unidad de medida: m<sup>2</sup>).

### **O1.02.02 Trazo, niveles y replanteo.**

El Contratista deberá realizar los trabajos topográficos necesarios para el trazo y replanteo de la obra, tales como: ubicación y fijación de ejes y líneas de referencia por medio de hitos de concreto. Los niveles y cotas indicados en los planos se fijarán de acuerdo al Bench Mark del Proyecto, debiendo verificarse por parte del Contratista las cotas del terreno y demás referencias del plano topográfico original.

El Contratista no podrá adelantar etapas de los trabajos correspondientes sin que previamente el Supervisor no apruebe los trazos. La aprobación constará en el Cuaderno de Obra (unidad de medida: m<sup>2</sup>).

### **O1.02.03.- Demolición de estructuras existentes.**

Se considera en esta partida la demolición de aquellas construcciones que se encuentran en el área del terreno destinada a la construcción de la obra (unidad de medida: m<sup>3</sup>).

## **O1.03 Seguridad y salud.**

El contratista en concordancia con la norma G.050 Seguridad durante la construcción, del Reglamento Nacional de Edificaciones en la que se establece la obligatoriedad de contar con el Plan de seguridad y salud en el trabajo (PSST) como requisito indispensable para la adjudicación de contratos. La partida correspondiente a seguridad y salud estimará el costo de:

- Elaboración, implementación y administración del plan de seguridad y salud en el trabajo (unidad de medida: día).
- Recursos para respuestas ante emergencias en seguridad y salud durante el trabajo (unidad de medida: glb).

## **O2.00 Movilización de campamento, materiales, equipos y herramientas.**

Comprende la ejecución por parte del Contratista, de todas las actividades necesarias para suministrar, reunir y transportar al lugar de la obra su personal, materiales, equipos, herramientas y en general todo lo necesario para instalar su organización de obra y proceder al inicio de los trabajos.

También se incluye el costo de la desmovilización al finalizar los trabajos, debiendo retirarse del lugar de la obra todos los elementos aportados y transportados a ella (unidad de medida: glb).

## **O3.00 Estructuras.**

### **O3.01 Movimiento de tierras.**

#### **O3.01.01 Excavación manual.**

Se describe a este procedimiento como la actividad desarrollada por personal capacitado, el cual haciendo uso de instrumentación adecuada como pico, lampa y otros complementarios, realiza la excavación dando forma y manteniendo el corte uniforme del material con las dimensiones establecidas.

Para excavaciones profundas como para el afrontamiento de ingreso, estas se realizarán tratando de evitar derrumbes circunstanciales con elementos estructurales preparados para ello (pañeteo con mortero suelo - cemento). El llenado de los muros de concreto armado del afrontamiento se realizará lo más rápido posible evitando así derrumbes intempestivos.

Las excavaciones serán del tamaño exacto al diseño del plano de estructuras, se colocarán los moldes laterales cuando la compactación del terreno lo permita y no existan riesgos ni peligro de derrumbes ni filtraciones de agua.

El fondo de toda excavación para cimentación debe quedar limpio y parejo. Se deberá retirar el material suelto, si por casualidad el contratista se excede en la profundidad de la excavación, no se permitirá el relleno con material suelto lo deberá hacer con una mezcla de concreto ciclópeo 1:12 o en su defecto con hormigón.

Si la resistencia del terreno fuera menor a la contemplada en el cálculo, o la napa freática y sus posibles variaciones caigan dentro de la profundidad de las

excavaciones, el contratista notificará de inmediato al Supervisor, quien deberá resolver el inconveniente (unidad de medida: m<sup>3</sup>).

#### **O3.01.02 Excavación con equipo eléctrico.**

Esta partida consiste en efectuar la excavación usando martillos eléctricos y herramientas manuales de tal manera que brinden la seguridad de que no exista la posibilidad de ejecutar la demolición fuera de los niveles demarcados sobre terrenos rocosos o estructuras de concreto que se encuentran en el área destinada a la construcción de la obra.

Está prohibido utilizar explosivos, ni cualquier material o equipo que cause riesgo de destrucción al muro existente. El sistema de demolición será aprobada por el Supervisor (unidad de medida: m<sup>3</sup>).

#### **O3.01.03 Relleno compactado.**

Antes de ejecutar el relleno de una zona se limpiará la superficie del terreno eliminando las plantas, raíces u otras materias orgánicas. El material del relleno estar libre de material orgánico y de cualquier otro material compresible. El relleno se realizará con material excedente producto de las excavaciones efectuadas siempre que cumplan los requisitos indicados.

El hormigón que se extraiga se empleará preferentemente para los rellenos, los que se harán en capas sucesivas no mayores de 20 cm de espesor, debiendo ser bien compactados y regados en forma homogénea y de humedad óptima, para que el material empleado alcance su máxima densidad seca (unidad de medida: m<sup>3</sup>).

#### **O3.01.04 Eliminación de material excedente.**

El material excedente será acumulado en un lugar apropiado de tal manera que no perjudique la accesibilidad, ni los trabajos a realizar.

Se eliminará materiales provenientes de los cortes subterráneos, teniendo especial consideración para este caso en particular implementando un sistema de escalinatas desde el interior del túnel hasta la acumulación en la superficie.

La eliminación deberá ser periódica, no permitiendo que el desmonte permanezca en la obra más de un mes, salvo las que se van a utilizar para el relleno. El contratista una vez terminado la obra deberá dejar el terreno completamente limpio de desmonte u otros (unidad de medida: m<sup>3</sup>).

### **O3.02 Obras de concreto simple.**

#### **O3.02.01 Solado de concreto, e = 0.05 m, f<sub>c</sub> = 100.00 Kg/cm<sup>2</sup>.**

Se define como solado de concreto al producto resultante de la mezcla de cemento, agregado fino (arena gruesa), agregado grueso (piedra partida) y agua en las proporciones indicadas por el diseño de mezclas; también puede ser elaborado con hormigón en lugar de los agregados fino y grueso, de manera de obtener cilindros estándar ASTM que a los 28 días resulten con resistencia mínima a la compresión de 100.00 kg/cm<sup>2</sup> (unidad de medida: m<sup>2</sup>).

#### **O3.02.02 Pañeteo suelo – cemento en talud de corte, e = 0.05 m.**

Se define como pañeteo suelo-cemento al mortero resultante de la mezcla de cemento, terreno natural excavado (que pase por tamiz N°04 o malla de 4.75 mm de cocada ASTM) en proporción volumétrica de 1:10 y agua en cantidad necesaria que de una mezcla trabajable, aprobada por el Supervisor (unidad de medida: m<sup>2</sup>).

#### **O3.02.03 Concreto f<sub>c</sub> = 140.00 Kg/cm<sup>2</sup>.**

Se define como el producto resultante de la mezcla de cemento, agregado fino (arena gruesa), agregado grueso (piedra partida) y agua en las proporciones indicadas por el diseño de mezclas, de manera de obtener cilindros estándar ASTM que a los 28 días resulten con resistencia mínima a la compresión de 140.00 kg/cm<sup>2</sup> (unidad de medida: m<sup>3</sup>).

#### **O3.02.04 Acabado semipulido - Cuneta.**

Se define como el producto resultante de la mezcla de cemento y arena fina en proporción volumétrica de 1:4 que se adicionará una hora después del concreto vaciado en la cuneta, cuyo acabado semipulido se hará con plancha de acero (unidad de medida: m<sup>2</sup>).

### **O3.03 Obras de concreto armado.**

El concreto armado es el concreto simple reforzado con varillas de acero. Se definirán las clases de concreto por su resistencia a la compresión ( $f_c$ ) medida en cilindros estándar ASTM a los 28 días y por el tamaño máximo de agregado grueso, de acuerdo a las especificaciones indicadas en los planos (unidad de medida:  $m^3$ ).

Los diseños de mezcla seleccionados por el Contratista y aprobados por el Supervisor deberán permitir:

- Lograr la trabajabilidad y consistencia que permitan que el concreto sea colocado fácilmente en los encofrados y alrededor del refuerzo bajo las condiciones de colocación a ser empleadas, sin segregación o exudación excesivas, y sin pérdida de uniformidad en la mezcla.
- Lograr resistencia a las condiciones especiales de exposición a que pueda estar sometido el concreto durante su vida.
- Cumplir con los requisitos especificados para la resistencia en compresión u otras propiedades del concreto en estado endurecido.

### **Concreto suelo – cemento inyectado.**

Se define como mortero fluido resultante de la mezcla de cemento, terreno natural excavado (que pase por tamiz N°04 o malla de 4.75 mm de cocada ASTM) en proporción volumétrica de 1:4 y agua en cantidad necesaria que de una mezcla fluida, aprobada por el Supervisor.

### **Concreto lanzado.**

Se define como concreto lanzado por **vía húmeda** al transportado mediante una bomba hacia una tobera inyectora por tubería o manguera, en dicha tobera se agrega una cantidad exacta de acelerante de fragua y se usa aire comprimido para descargar el concreto. El caudal de aire es mínimo y solo para que pueda tenerse una compactación adecuada.

El concreto bombeado no es ningún material de preparación simple, sino un concreto que requiere de la estricta observación de las normas y reglas de aplicación general a la tecnología del concreto bombeable (ver guía de concreto lanzado ACI 506 R90).

Se usara concreto premezclado que se prepara con la tecnología de concreto normal, solo que usa mayor cantidad de adiciones y aditivos para mejorar sus propiedades (microsilíce, superplastificantes y acelerantes de fragua). Las especificaciones que debe cumplir el concreto lanzado son:

- Resistencia a la compresión en cilindros estándar ASTM a los 28 días de 280.00 kg/cm<sup>2</sup>.
- Tamaño máximo de agregado HUSO 89 =1/2".
- Tiempo de manejabilidad de 1.50 horas.
- Asentamiento de diseño entre 5" a 7".
- Tiempo de fraguado de 5 horas.
- Densidad entre 2200 a 2400 Kg/m<sup>3</sup>.
- Contenido de aire máximo de 3%.

Para tener un adecuado manejo y aplicación del concreto lanzado se deberá:

- En terrenos poco firmes, la contención debe tener refuerzo de acero.
- El lanzador debe estar en una posición firme y segura.
- Las capas deben lanzarse en espesores de menos de 20 cm.
- La boquilla debe colocarse en posición perpendicular a la superficie.

### **Materiales para el concreto.**

**a. Cemento.-** El cemento empleado en la preparación del concreto será Tipo I según la Norma ASTM C-150 ó ITINTEC 334.009.

**b. Agregado fino.-** El agregado fino será arena natural, limpia que tenga granos limpios, resistentes, fuertes y duros, libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas blandas o escamosas, esquistos, álcalis, ácidos, cloruros, materia orgánica, arcilla u otras sustancias dañinas. Estará dentro de los límites indicados en la Norma ASTM C-33 ó ITINTEC 400.037 y su fuente será aprobada por el Supervisor.

**c. Agregado grueso.-** El agregado grueso será grava o piedra ya sea en su estado natural, triturada o partida, de grano compacto y de calidad dura. Debe ser limpio, libre de polvo, materia orgánica, cloruros, greda u otras sustancias perjudiciales y no contendrá piedra desintegrada, mica o cal libre.

Estará bien graduado desde la malla 1/4" hasta el tamaño máximo de 3/4".  
Estará dentro de los límites indicados en la Norma ASTM C-33 ó ITINTEC 400.037 y su fuente será aprobada por el Supervisor.

- d. Homigón.-** Es una mezcla natural de agregado fino y grueso. Deberá ser bien graduado entre la malla No. 100 y la malla 2" y estar libre de polvo, sustancias deletéreas y materia orgánica. El Supervisor lo probará en laboratorio para determinar su uso específico.
- e. Agua.-** El agua para la preparación del concreto será fresca, limpia y bebible. Se podrá usar agua no bebible sólo cuando, mediante pruebas previas a su uso, se establezca que los cubos de mortero hechos con ella de acuerdo a las recomendaciones de la Norma ASTM C-109 ó ITINTEC 334.051 alcancen resistencias iguales o mayores al 90% de la resistencia de cubos similares elaborados con agua potable. La fuente de agua será aprobada por el Supervisor.
- f. Aditivos.-** Sólo se admitirá el uso de aditivos aprobados por el supervisor que cumplan con la Norma ASTM C-494 ó ITINTEC 339.086, los que deberán usarse de acuerdo a las instrucciones del fabricante. No se aceptará el uso de cloruro de calcio.

Debe demostrarse que el aditivo utilizado en obra es capaz de mantener esencialmente la misma composición y comportamiento que el producto usado para establecer la dosificación.

Los aditivos superplastificantes, acelerantes de fragua deben cumplir con la NTP 334.088 ó con la norma ASTM C 989. La microsilice usada como aditivo debe cumplir con la NTP 334.087.

El contenido de cloruros, sulfatos y otras sales en el agua deberá conciliarse con el contenido total de estos en la mezcla de manera de no exceder en conjunto los contenidos máximos permitidos indicados en el Building Code Requirements for Reinforced Concrete ACI 318-89.

### **Producción del concreto.**

- a. Almacenaje de materiales.-** El cemento será almacenado en un lugar seco, aislado del suelo protegido de la humedad. Los agregados de diferente granulometría serán almacenados separadamente, libres de alteración en su

contenido de humedad, contenido de arcilla y materia orgánica, y cubiertos para evitar su contaminación por vientos y material de superficie de la zona.

**b. Medición de los materiales.-** El procedimiento de medición será tal que la cantidad de cada uno de los componentes de la mezcla pueda ser controlado con precisión de hasta 5%.

**c. Mezclado.-** Todo el concreto será preparado en mezcladores mecánicas. En el caso de emplearse concreto premezclado éste será mezclado y transportado de acuerdo a la norma ASTM C-94. En el caso de emplearse mezcladoras de pie de obra ellas serán usadas en estricto acuerdo con su capacidad máxima y a la velocidad especificada por el fabricante, manteniéndose un tiempo de mezclado mínimo de dos minutos. No se permitirá el remezclado del concreto que ha endurecido.

El concreto se preparará lo más cerca posible de su destino final. El Comité ACI 304 contiene las recomendaciones aplicables al mezclado de concreto en obra.

**d. Transporte.-** El concreto será transportado de la mezcladora a los puntos de vaciado tan rápidamente como sea posible y de manera que no ocurra segregación o pérdida de los componentes. No se admitirá la colocación de concreto segregado. El Comité ACI 304 contiene las recomendaciones aplicables al transporte de concreto en Obra.

**e. Colocación.-** Antes de vaciar el concreto se eliminará toda suciedad y materia extraña del espacio que va a ser ocupado por el mismo. El concreto deberá ser vaciado continuamente o en capas de un espesor tal que no se llene concreto sobre otro que haya endurecido. La altura máxima de colocación del concreto por caída libre será de 2.50 m si no hay obstrucciones, tales como armadura o arriostres de encofrado, y de 1.50 m si existen éstas. Por encima de estas alturas deberá usarse chutes para depositar el concreto. La consolidación se efectuará siempre con vibradores de inmersión. Se dispondrá de 2 vibradores como mínimo. Los Comités ACI 304 y 309 contienen las recomendaciones aplicables a la colocación y consolidación del concreto en obra.

En caso de ser necesario usar un "CHUTE", el proceso del chutado deberá evitar que el concreto golpee contra la cara opuesta del encofrado, esto para no permitir segregaciones.

**f. Curado.-** Todo el concreto será curado por vía húmeda. El curado deberá iniciarse tan pronto como sea posible sin dañar la superficie y prolongarse intermitentemente por un mínimo de siete días. En el caso de superficies verticales, columnas, muros y placas, el curado deberá efectuarse aplicando una membrana selladora desvaneciente. El comité ACI 308 contiene normas para esta parte del proceso.

**g. Pruebas.-** La resistencia del concreto será comprobada periódicamente. Con este fin se tomarán testigos cilíndricos de acuerdo a la Norma ASTM C 31 ó ITINTEC 339.033 en la cantidad mínima de dos testigos por cada 30 m<sup>3</sup> de concreto colocado, pero no menos de dos testigos por día para cada clase de concreto.

En cualquier caso cada clase de concreto será comprobada al menos por cinco "pruebas". La "prueba" consistirá en romper dos testigos de la misma edad y clase de acuerdo a lo indicado en las Normas ASTM C-31, C-39, C-172 ó ITINTEC 339.033, 339.034 y 339.036. Se llamará resultado de la "prueba" al promedio de los dos valores.

El resultado de la "prueba" será considerado satisfactorio si el promedio de tres resultados consecutivos cualesquiera es igual o mayor que el  $f_c$  requerido y cuando ningún resultado individual está 35 kg/cm<sup>2</sup> por debajo del  $f_c$  requerido.

El Contratista llevará un registro de cada par de testigos fabricado en el que constará su número correlativo, la fecha de elaboración, la clase de concreto, el lugar específico de uso, la edad al momento del ensayo, la resistencia de cada testigo y el resultado de la "prueba".

Los ensayos serán efectuados por un laboratorio independiente de la organización del Contratista y aprobado por el Supervisor. El Contratista incluirá el costo total de los ensayos en su presupuesto.

**h. Deficiencia de las pruebas.-** En la eventualidad que no se obtenga la resistencia especificada la Supervisión ordenará la extracción de probetas perforadas con diamantina después de 28 días de vaciado el concreto en el lugar en que se ubica la deficiencia. Sin embargo, con el Diseño de Mezclas previo se establecerán curvas de resistencia que serán de utilidad en comprobaciones a los 7, 14 y 28 días. Las pruebas se ejecutarán de acuerdo a las indicaciones de la Supervisión. De no obtenerse resultados satisfactorios con probetas perforadas o pruebas de carga se procederá a la

demolición o refuerzo de la estructura detectada, en estricto acuerdo con la decisión del Inspector.

El costo de las pruebas y el costo de la demolición, refuerzo y reconstrucción, si éstas llegaran a ser necesarias, serán de cuenta exclusiva del Contratista el que no podrá justificar demoras en la entrega de la Obra por estas causas.

### **Juntas de Construcción.**

Las juntas no indicadas en los planos serán ubicadas de tal manera de no reducir la resistencia de la estructura. Cuando debe hacerse una junta deberá obtenerse la aprobación del Supervisor. En cualquier caso la junta será tratada de modo tal de recuperar la continuidad estructural del concreto. Para este fin, en todas las juntas verticales, se dejarán llaves de dimensión igual a un tercio del espesor del elemento con una profundidad de 25 mm en todo el ancho o largo del mismo.

Adicionalmente, en todas las juntas horizontales, inclinadas o verticales, se tratará la superficie del concreto hasta dejar descubierto el agregado grueso e inmediatamente antes de colocar el concreto fresco se rociará la superficie con pasta de cemento.

### **Acero de refuerzo.**

El acero está especificado en los planos en base a su esfuerzo de fluencia ( $f_y$ ) y deberá ceñirse además a lo especificado para barras de acero con resaltes para concreto armado en la Norma ASTM A-615 ó ITINTEC 341.031 (unidad de medida: Kg).

- a. Acero Liso.-** El material que se utilice ha de ser acero liso fabricación nacional, con límite de fluencia mínima 34200.00 psi ( $2410.00 \text{ Kg/cm}^2$ ) el cual debe cumplir con las normas ASTM A 37 para varilla 3/8" o menores.
- b. Acero Corrugado.-** Se deberá emplear acero de refuerzo de varillas corrugadas, para diámetro de 1/2" o mayores fabricados de acuerdo con las normas ASTM A 615. La carga de fluencia será de  $4200 \text{ kg/cm}^2$  y la carga de rotura  $5900 \text{ kg/cm}^2$ .
- c. Fabricación.-** Toda la armadura deberá ser cortada a la medida y fabricada estrictamente como se indica en los detalles y dimensiones mostrados en los Planos. La tolerancia de fabricación en cualquier dimensión será de 10 mm.

**d. Almacenaje y limpieza.-** El acero se almacenará en un lugar seco, aislado de suelo y protegido de la humedad; manteniéndose libre de tierra, suciedad, aceite y grasa. Antes de su instalación el acero se limpiará, quitándose las escamas de laminado, escamas de óxido y cualquier sustancia extraña. La oxidación superficial es aceptable no requiriendo limpieza.

Cuando haya demora en el vaciado del concreto, la armadura colocada se inspeccionará nuevamente y se volverá a limpiar cuando sea necesario.

**e. Enderezamiento y redoblado.-** Las barras no deberán enderezarse ni volverse a doblar en forma tal que el material sea dañado. No se usarán las barras con ondulaciones o dobleces no mostrados en los planos, o las que tengan fisuras o roturas. El calentamiento del acero se permitirá solamente cuando toda la operación sea aprobada por el Supervisor.

**f. Colocación.-** La colocación de la armadura será efectuada en estricto acuerdo con los Planos y con una tolerancia no mayor de 10 mm. Ella se asegurará contra cualquier desplazamiento por medio de amarras de alambre ubicadas en las intersecciones.

**g. Empalmes.-** Los empalmes por traslape de las armaduras tendrán las longitudes indicadas a continuación, debiendo evitarse estos empalmes en las zonas de las columnas para la armadura inferior de la viga. En las columnas, los empalmes traslapados se harán en la mitad central de la columna. Cualquier empalme no cubierto por estas especificaciones necesitará la aprobación del proyectista.

Por ningún motivo se empalmará más del 50% de la armadura dentro de la longitud de traslape de una sección. Las columnas tendrán traslapes a tracción, iguales a las vigas.

#### Longitud de Empalme

Varilla de acero $\phi$ 3/8"	55.00 cm
Varilla de acero $\phi$ 1/2"	60.00 cm
Varilla de acero $\phi$ 5/8"	75.00 cm
Varilla de acero $\phi$ 3/4"	80.00 cm
Varilla de acero $\phi$ 1"	140.00 cm

**h. Recubrimiento del refuerzo.-** En éste artículo se fijan las distancias mínimas de separación y protección en concreto para el refuerzo, o sea la distancia entre la cara exterior del concreto y el borde exterior de la varilla tomando la distancia como la normal al refuerzo. El recubrimiento de la armadura está especificado en Planos y se logrará por medio de espaciadores de concreto tipo anillo u otra forma que tenga un área mínima de contacto con el encofrado.

Recubrimiento

Cimentaciones y estructuras

sobre el suelo sin formaletas.....7.00 cm

Estructuras a la intemperie

vaciada sobre formaletas y

sobre el suelo con formaletas.....5.00 cm

Vigas y columnas no expuestas

a intemperie ni sobre el suelo.....4.00 cm

**Encofrado y desencofrado de madera.**

**a. Responsabilidad.-** La seguridad de los andamiajes y encofrados será de responsabilidad única del Contratista (unidad de medida: m<sup>2</sup>).

**b. Características.-** Los andamiajes y encofrados tendrán una resistencia adecuada para resistir con seguridad y sin deformaciones apreciables las cargas impuestas por su peso propio, el peso o empuje del concreto y una sobrecarga no inferior a 200 kg/m<sup>2</sup>. Los encofrados serán herméticos a fin de evitar la pérdida de pasta de concreto y serán adecuadamente arriostrados y unidos entre sí a fin de mantener su posición y forma. Los encofrados serán debidamente alineados y nivelados de tal manera que formen los elementos en la ubicación y de las dimensiones indicadas en los Planos. El Comité ACI-347 contiene las recomendaciones relativas a la construcción de formas y encofrados.

**c. Tolerancias.-** Las tolerancias admisibles en el concreto terminado son las siguientes:

En la verticalidad de aristas y superficies de pedestales:

En cualquier longitud.....5 mm

En el alineamiento de aristas y superficies y losas:

En cualquier longitud de 3 m.....	5 mm
En cualquier longitud de 6 m.....	10 mm
En todo el largo.....	20 mm
En la sección de cualquier elemento.....	-5mm, +10 mm
En la ubicación de huecos, pases, tuberías, etc.....	5 mm

**d. Detalles.-** La fijación de las formas se hará de manera tal que no dejen elemento de metal alguno dentro de 15 mm de la superficie. Con el objeto de facilitar el desencofrado las formas podrán ser recubiertas con aceite soluble u otras sustancias aprobadas por el Supervisor.

**e. Desencofrado.-** Los encofrados no deberán quitarse sin el permiso del ingeniero supervisor y en cualquier caso, los plazos de desencofrados mínimos, excepto los indicados en Planos, serán los siguientes:

Muros.....	24.00 horas
Columnas.....	24.00 horas
Vigas.....	21.00 días
Costado de vigas.....	48.00 horas
Fondo de losas.....	8.00 días

### **Encofrado metálico permanente.**

Esta partida comprende las especificaciones técnicas y normas constructivas que regirán los procesos de fabricación y montaje de las estructuras metálicas, cubiertas, revestimientos y fijaciones. En caso de discrepancias entre planos y especificaciones, las especificaciones son mandatorias. En caso de discrepancias entre las dimensiones medidas a escala dibujadas en los planos y las cotas indicadas en ellos, las cotas prevalecen. En el caso de discrepancias entre los planos de acero estructural y los planos de otras especialidades, los planos estructurales gobiernan (unidad de medida: m<sup>2</sup>).

**a. Materiales.**

**a.1 Perfiles y planchas.-** Los perfiles laminados y planchas serán de acero al carbono, calidad estructural, conforme a la Norma ASTM A36. Los perfiles formados en frío se fabricarán a partir de flejes de acero al carbono, calidad estructural, conforme a la Norma ASTM A570, Gr.36.

Las propiedades dimensionales de los perfiles serán las indicadas en las Tablas de Perfiles de la Norma ASTM A6: "Standard Specification for General Requirements for Rolled Steel Plates, Shapes, Sheet Piling, and Bars for Structural Use". Cualquier variación de estas propiedades deberá limitarse a las tolerancias establecidas en la misma Norma.

Las propiedades mecánicas mínimas de estos aceros se indican a continuación:

Propiedad	A36	A570
- Esfuerzo de Fluencia (Kg/mm <sup>2</sup> )	25	25
- Resistencia en tensión (Kg/mm <sup>2</sup> )	41-56	37
- Alargamiento de rotura (%)	23%	17-22%

**a.2 Alcantarilla Minimultiplate MP-68 Circular.-** Dicha estructura está conformada por planchas de acero que se ensamblan en el terreno optimizando las operaciones de transporte e instalación. Las estructuras MP-68, han sido diseñadas para ser ensambladas con facilidad y rapidez, empleando herramientas y equipo de construcción usuales, sin necesidad de mano de obra especializada.

ARMCO provee con cada estructura, instrucciones detalladas, esquemas y recomendaciones de montaje, las cuales se deben seguir. Se exigirán del fabricante las normas internacionalmente aceptadas, que incluyen entre otras las siguientes: Láminas galvanizadas.....ASTM A 123, ASTM A 525, ASTM A 444.

**a.3 Pernos.-** Todos los pernos serán de cabeza y tuerca hexagonal, y sus propiedades se ajustarán a lo indicado en las Norma ASTM A325 para el caso de pernos de alta resistencia, y a lo indicado en la Norma ASTM A307 para el caso de pernos corrientes de baja resistencia.

Las dimensiones de los pernos y sus tuercas estarán de acuerdo a lo indicado en las Normas ANSI B18.2.1-1981 y ANSI B18.2.2-1972

respectivamente. Las características de la rosca se ajustarán a lo indicado en la Norma ANSI B1.1-1982 para roscas de la serie UNC (gruesa), clase 2A.

**a.4 Soldadura.-** La soldadura será de arco eléctrico y/o alambre tubular. El material de los electrodos será del tipo E60 ó E70 con una resistencia mínima a la tensión ( $F_u$ ) de 4,200 kg/cm<sup>2</sup> y 4,900 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. El material de soldadura deberá cumplir con los requerimientos prescritos en las Normas AWS A5.1 ó AWS A5.17 de la American Welding Society, dependiendo de si la soldadura se efectúa por el método de arco metálico protegido o por el método de arco sumergido, respectivamente.

**a.5 Certificados de Calidad.-** El Contratista de las Estructuras Metálicas deberá acreditar la calidad de los materiales adquiridos para la construcción mediante los certificados de calidad respectivos, en los que se indiquen las propiedades físicas, químicas y mecánicas que sean relevantes. En caso de no existir estos certificados, la Supervisión podrá ordenar la realización de las pruebas correspondientes en un laboratorio reconocido de primera línea. El costo de estas pruebas será de cuenta del Contratista.

## **b. Fabricación.**

La habilitación y fabricación de las estructuras de acero se efectuará en concordancia a lo indicado en el Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges del AISC, última edición.

**b.1 Materiales.-** Todos los materiales serán de primer uso y deberán encontrarse en perfecto estado. La calidad y propiedades mecánicas de los materiales serán los indicados en este documento y en los planos de fabricación de las estructuras, pero en caso de controversia, estas especificaciones tendrán precedencia.

Las propiedades dimensionales de los perfiles serán las indicadas por la designación correspondiente de la Norma ASTM A6, y cualquier variación en las mismas deberá encontrarse dentro de las tolerancias establecidas por la misma Norma para tal efecto.

El fabricante informará al Residente de obra sobre la fecha de arribo de los materiales a la obra, de manera que éste pueda proceder a su revisión. Ningún trabajo de fabricación podrá iniciarse antes de que el Residente de obra haya dado su conformidad a la calidad y condiciones de los materiales. Con ese objeto,

el Residente de obra podrá solicitar los certificados de los materiales u ordenar los ensayos que permitan confirmar la calidad de los mismos.

En caso de que los perfiles llegados al taller presenten encorvaduras, torcimientos u otros defectos en un grado que excede las tolerancias de la Norma ASTM A6, el Supervisor podrá autorizar la ejecución de trabajos correctivos mediante el uso controlado de calor o procedimientos mecánicos de enderezado, los cuales serán de cargo y cuenta del fabricante y/o del Constructor.

**b.2 Tolerancias de fabricación.-** Las tolerancias dimensionales de los elementos ya fabricados se ajustarán a lo indicado en la Norma ASTM A6, excepto que aquellos miembros que trabajan en compresión no tendrán una desviación en su "derechura" mayor a 1/1000 de su longitud axial entre puntos de soporte lateral.

La variación de la longitud real respecto a su longitud detallada no podrá ser mayor de 1/32" (0.8 mm) para aquellos elementos con ambos extremos preparados para uniones tipo "contacto".

La variación de la longitud real de cualquier otro elemento de la estructura respecto a su longitud detallada no será mayor que 1/16" (1.6 mm) para elementos de 30' (9,144 mm) de longitud y menores, ni mayor que 1/8" (3.2 mm) para elementos de más de 30' (9,144 mm) de longitud.

**b.3 Proceso de Corte y Enderezado.-** El corte de los materiales podrá hacerse térmicamente (con oxi-acetileno) o por medios mecánicos (cizallado, aserrado, etc.). Los elementos una vez cortados deberán quedar libres de rebabas y los bordes deberán aparecer perfectamente rectos.

El corte con oxígeno deberá hacerse con máquina. Los bordes cortados con oxígeno que estarán sujetos a esfuerzo y/o que recibirán soldadura deberán quedar libres de imperfecciones.

No se permitirá imperfecciones mayores de 1/8" (3.2 mm). Las imperfecciones mayores de 1/8" (3.2 mm) debidas al proceso de corte deberán eliminarse por esmerilado. Todas las esquinas entrantes deberán ser redondeadas con un radio mínimo de 1/2"(12.7 mm) y deberán estar libres de entalladuras.

No se requiere preparación de los bordes de planchas y perfiles que hayan sido cizallados o cortados a gas excepto cuando se indique específicamente en los planos de fabricación.

**b.4 Perforaciones de Huecos.-** Todas las perforaciones son efectuadas en el taller previamente al arenado y pintado. Las perforaciones se efectuarán por taladrado, pero también pueden ser punzonadas a un diámetro 1/8" (3.2 mm) menor que el diámetro final y luego terminadas por taladrado.

El diámetro final de los huecos estándares será 1/16" (1.6 mm) mayor que el diámetro del perno que van a alojar y su aspecto será perfectamente circular, libre de rebabas y grietas. Los elementos con perforaciones que no cumplan con estas características serán rechazados.

**b.5 Equipo Mínimo de Fabricación.**

- Máquina de Soldar de 250 Amp. (Monofásica)	2 Unidades
- Equipos de Corte manuales	2 Unidades
- Esmeriles Angulares Eléctricos 7"	2 Unidades
- Taladros de Base Magnética (Diam. Max. 1/4")	1 Unidad
- Herramientas manuales (juegos completos)	2 Juegos

**b.6 Inspección y Pruebas.-** El Contratista de las Estructuras Metálicas deberá proporcionar todas las facilidades que requiera la Supervisión para efectuar la inspección del material en el taller, garantizando su libre acceso a todas las áreas donde se estén efectuando los trabajos de fabricación. La Supervisión está facultada para rechazar los trabajos que no se adecuen a los procedimientos indicados en estas especificaciones ó en las normas a las que aquí se hace referencia.

**c. Soldadura.**

El procedimiento y secuencia de soldadura se ajustará a lo indicado en las secciones 4 y 5 del Manual de Soldadura de la American Welding Society – AWS.

La soldadura se efectuará por el proceso de arco eléctrico. Los electrodos serán del tipo E60 y/o E70. El tipo de electrodo usado es el indicado en los planos del proyecto, y en todos los casos deberá ser metalúrgicamente compatible con el acero que se va a soldar.

Las superficies que servirán de apoyo a la soldadura deberán estar libres de rebabas y otras imperfecciones.

Para el caso de soldaduras de filete, la separación entre las partes a soldarse será la mínima posible y en ningún caso excederá de 3/16" (4.8 mm).

Para aberturas de 1/16" (1.6 mm) ó mayores, el tamaño del cordón será incrementado en el mismo monto.

Las juntas que van a soldarse a tope deberán tener sus bordes mutuamente escuadrados. No se permiten descuadres mayores de 1/32" (0.8 mm) por cada pie (304.8 mm) de junta.

**c.1 Procedimiento de Calificación de Soldadores.-** Sólo se emplearán soldadores calificados. El Contratista de las Estructuras Metálicas presentará a la Supervisión los Certificados de Calificación y de trabajo que demuestren la experiencia y calificación del operario como un soldador de primera categoría. Los certificados y constancias deben haber sido emitidos por empresas e institutos de seriedad probada y reconocida en la prestación de este tipo de servicios.

La calificación de un soldador no lo habilita para realizar cualquier tipo de trabajo de soldadura, sino que está limitada a aquellos que corresponden al tipo de prueba efectuada y aprobada.

**c.2 Equipo Mínimo de Soldadura en Obra.-** El equipo mínimo de soldadura en Taller se ha detallado anteriormente en el presente documento.

**c.3 Inspección y Pruebas.-** La Supervisión verificará la calidad de la soldadura, mediante las siguientes inspecciones:

**c.3.1 Inspección Visual:**

- La soldadura tendrá dimensiones y espesores regulares y constantes.
- Los filetes tendrán convexidad entre 1/16" y 1/8" sin fisuras, quemaduras de metal o penetración incompleta.
- Se comprobará la regularidad de la penetración.
- La no coincidencia de las planchas o tubos que se suelden a tope, y el desalineamiento de soldaduras longitudinales de tubos no podrá superar en más de 1/4 el espesor de la plancha que se suelda.

**c.3.2** En caso de presentarse duda sobre la calidad de cualquier soldadura, se podrá ordenar la prueba de la misma con rayos X, corriendo su costo por parte del Contratista de las Estructura Metálicas.

#### **d. Montaje.**

El Contratista de las Estructuras Metálicas deberá efectuar el montaje de las mismas preservando el orden y la limpieza, contando con las instalaciones provisionales requeridas para este fin y con los equipos adecuados para efectuar las maniobras que aseguren la ejecución del montaje en concordancia con las buenas práctica de la Ingeniería.

El Contratista deberá designar un Ingeniero Responsable del Montaje, además del personal, de todo nivel, debidamente calificado y con experiencia para la ejecución de este tipo de trabajos.

Previamente las estructuras y elementos fabricados deberán haber sido marcados para permitir su identificación y transportados adecuadamente, cuidando de no deformarlos ni dañarlos.

Llegados a Obra, las estructuras y sus elementos de conexión deberán ser almacenados ordenadamente en un ambiente designado para tal fin, que permita un acceso rápido y les de un grado de protección contra la lluvia, el sol y el polvo.

El Contratista está obligado a respetar lo detallado en los Planos de Montaje previamente aprobados.

#### **d.1 Recepción de los materiales.**

El Contratista debe revisar, antes del montaje, cada uno de los embarques de materiales que llegan a la obra. Si se detecta que algunos de los materiales que arriban a obra se encuentran dañados, lo informará de inmediato a la Supervisión, el que debe decidir si es posible rehabilitarlos en el sitio o deben ser devueltos para su reposición.

Debe proveerse arriostamientos temporales cuando sea necesario para resistir las cargas impuestas por las operaciones de transporte y montaje.

#### **d.2 Instalación de los pernos de anclaje.**

Las tolerancias en su ubicación respecto de lo indicado en los Planos de Montaje no serán mayores que:

- 1/8" entre centros de cualesquiera dos pernos dentro de un grupo de pernos de anclaje.
- 1/4" entre centros de grupos de pernos de anclaje adyacentes.
- 1/2" para el nivel del extremo superior de los pernos de anclaje.

### **d.3 Instalación de los pernos de la estructura.**

Los pernos estarán provistos de tuerca y arandela plana. En aquellas conexiones donde las superficies exteriores de los elementos conectados no son perpendiculares al eje del perno, deberán usarse arandelas biseladas.

La parte roscada del perno no debería estar incluida, preferiblemente, en el plano de corte de los elementos que conectan. Las llaves de tuercas utilizadas para la instalación de los pernos deben ser de las dimensiones precisas para no producir daños en la cabeza o la tuerca de los pernos.

### **d.4 Tolerancias de montaje.**

Los elementos verticales de la estructura, o columnas, se consideran aplomados si la desviación de su eje de trabajo respecto a la línea de plomo no excede 1:500.

El nivel de elementos conectados a columnas es considerado aceptable si la distancia desde el punto de trabajo del elemento al nivel superior de empalme de la columna no se desvía más que 3/16" (4.5 mm) ni menos que 5/16" (8.0 mm) que la distancia especificada en los planos.

Cualquier elemento se considerará aplomado, nivelado y alineado si la variación angular de su eje de trabajo respecto al alineamiento indicado en los planos no excede 1:500.

### **d.5 Soldadura en Obra.**

El procedimiento de ejecución de las soldaduras de campo debe ser tal, que se minimicen las deformaciones y distorsiones del elemento que se está soldando.

El tamaño de las soldaduras debe ser regular, su apariencia limpia y debe estar libre de grietas, porosidades ni exhibir inadecuada penetración o fusión incompleta. Una vez ejecutada la soldadura, deberán eliminarse las partículas sueltas, escoria u óxido procediéndose a la aplicación de una mano de pintura anticorrosiva.

Antes de proceder a soldar, se removerá con cepillo de alambre, toda capa de pintura en las superficies para soldar y adyacentes, se limpiará cuidadosamente toda el área inmediatamente antes de soldar. Terminada la operación de soldadura, se limpiará el área y se pintará de acuerdo al procedimiento indicado en el acápite de pintura.

#### **e. Seguridad, Limpieza, Orden, Higiene y Medio Ambiente.**

Es obligación del Contratista de las Estructuras Metálicas efectuar los trabajos preservando la debida seguridad a las personas, equipos, bienes propios y de terceros y a la propiedad pública, así como manteniendo adecuada limpieza y orden en la ejecución de los mismos, especialmente durante el desarrollo de los trabajos en el sitio de la Obra.

Durante la ejecución de los trabajos en Obra, todo el personal del Contratista de las Estructuras Metálicas deberá contar con los implementos de seguridad requeridos para este tipo de trabajos, sin limitación alguna, como por ejemplo cascos, botas con punteras de acero, caretas de soldar, anteojos para esmerilar, cinturones de seguridad, cabos, etc.

Igualmente todas sus herramientas, implementos y equipos deben ser seguros y perfectamente adecuados para estos trabajos, particularmente los andamios, escaleras, pasarelas, equipos de oxicorte, etc. Particular atención merecen los equipos y materiales que puedan derivar en situaciones de incendio o explosión, como por ejemplo: combustibles y lubricantes, oxígeno, acetileno, acetogen y similares, siendo obligación prioritaria preservarlos y guardarlos correctamente.

Es obligación del Contratista de las Estructuras Metálicas efectuar diariamente la limpieza del área de trabajo a su cargo y mantener los materiales, equipos, implementos, herramientas, etc. en perfecto orden. Periódicamente deberá eliminar los desechos, basuras, retazos y desperdicios que hubiere, para lo cual previamente los debe haber acomodado en un lugar pre-establecido.

La Supervisión tomará la debida nota de lo dispuesto en el presente numeral, dictando las medidas de control y correctivas que fueran necesarias.

#### **f. Normas, códigos, estándares y reglamentos.**

Las presentes Especificaciones Técnicas y Consideraciones Generales contemplan la aplicación de las siguientes normas:

- American Society for Testing Materials – ASTM
- American Welding Society – AWS
- American National Standards Institute – ANSI
- American Institute of Steel Construcción – AISC
- American Iron and Steel Institute – AISI
- Steel Structures Painting Council SSPC
- Reglamento Nacional de Construcciones – RNC.

## **O4.00 Varios.**

### **O4.01 Sistema de ventilación e iluminación.**

Durante la construcción del túnel, será necesario implementar un sistema de ventilación para dotar de oxígeno al personal que se encuentra laborando dentro del túnel para ello será necesario una compresora eléctrica o autopropulsada de 150psi y un juego de repuesto de mangueras para este equipo; además la iluminación estará garantizada por dos reflectores de mediano alcance (unidad de medida: glb).

### **O4.02 Protección frente de excavación.**

Comprende los trabajos en la excavación del túnel concernientes a la protección en el frente, para esto se utilizará personal capacitado, un escudo protector de acero 3/4", dos puntales metálicos extensibles hasta 3.50m y herramientas manuales (unidad de medida: glb).

### **O4.03 Inspección técnica de obra.**

Comprende los trabajos especiales de supervisión e inspección antes e inmediatamente después del vaciado de concreto o proyección de concreto lanzado, por el Residente de obra y el maestro de obra (capataz) para dar la conformidad y seguridad de los trabajos durante todo el tiempo de ejecución del túnel (unidad de medida: glb).

### **O4.04 Tapar ingreso y salida de túnel.**

Comprende los trabajos subcontratados realizados fuera del horario normal de obra, correspondientes a tapar el ingreso al túnel con plancha metálica inmediatamente después del montaje de la nueva tubería forzada y tapar la salida del túnel con plancha metálica inmediatamente después del desencofrado de los apoyos interiores (unidad de medida: glb).

### **O4.05 Limpieza general.**

Para la entrega final de obra, se realiza un trabajo completo de limpieza con personal numeroso que debe ejecutar la labor en pocos días (unidad de medida: glb).

## **CAPITULO V: MEMORIA DE CALCULOS JUSTIFICATIVOS**

### **5.1 Análisis y diseño de las estructuras.**

#### **5.1.1 Informe Geotécnico.**

##### **Objetivos:**

- Realizar el estudio de suelos con fines de cimentación para el proyecto “Alternativas para la construcción de un túnel por debajo de la carretera Lima - Huaraz”; el cual ocupa un área de 100.00m<sup>2</sup>.
- Por medio de trabajos de exploración de campo y laboratorio necesarios, definir el perfil estratigráfico del área en estudio, así como sus propiedades de esfuerzo y de cimentación, indicándose tipo y profundidad de los cimientos, capacidad portante admisible, asentamientos y las recomendaciones necesarias requeridas para el diseño de las estructuras de cimentación.

##### **Metodología empleada:**

Se han empleado trabajos de campo y laboratorio para definir el perfil estratigráfico y propiedades de esfuerzo y perforación del suelo. Así mismo se ha empleado el Reglamento Nacional de Edificaciones: E.050 - Suelos y cimentaciones y E.030 - Diseño Sismorresistente, edición actualizada Junio 2010.

##### **Características del proyecto:**

El proyecto consiste de un afrontamiento estructurado como un muro de contención de concreto armado, apoyos de concreto armado soportados en talud de corte, y módulos de concreto armado y/o planchas metálicas que conforman el sostenimiento del túnel.

## **Exploración de campo.**

### **a. Calicata.**

Con la finalidad de determinar el perfil estratigráfico del área en estudio se ha ejecutado una calicata en forma manual a un lado del ingreso de la tubería forzada a la carretera, de dimensiones 1.50x1.50m hasta 3.90m de profundidad con respecto a la superficie del actual terreno, la cual se denominó C-1.

Cabe mencionar que la calicata ha permanecido estable, no se ha presenciado deslizamiento de material pasados los 30 días, tampoco ha sido necesario un entibado o un refuerzo adicional.

### **b. Registro de excavación.**

Paralelamente al muestreo se realizó el registro de la calicata, el cual incluyó una inspección minuciosa en la clasificación visual de los materiales encontrados de acuerdo con los procedimientos del sistema unificado de clasificación.

### **c. Características del subsuelo.**

#### **c.1 Descripción del perfil estratigráfico.**

El terreno existente puede clasificarse, por su origen como roca sedimentaria detrítica (clásticas), por su geología como un conglomerado; y por su clasificación ingenieril como roca porosa de baja densidad.

Se ha podido observar que efectivamente el material que circunda la tubería forzada existente corresponde a un terraplén de carretera confinado por un muro de contención, siendo el material de relleno compactado propio de la zona con bolonería y canto rodado. Este material pertenece a depósitos recientes del cenozoico - cuaternario específicamente depósitos aluviales (Q-al):

De acuerdo al Sistema Unificado de clasificación de Suelos (SUCS), podemos clasificar al suelo como GW, es decir una **grava bien graduada** con bolonería (canto rodado) comprendido entre 4" hasta 12". El perfil estratigráfico de la zona de estudio, se muestra en la *Figura 48*.

### c.2 Nivel freático.

No hay presencia del nivel de napa freática a 3.90 m de profundidad.

### d. Análisis de la cimentación:

#### d.1 Tipo y profundidad de cimentación.

De acuerdo al tipo de material encontrado se recomienda el empleo de zapatas aisladas, excéntricas, cimentación corrida armada, enterrados a una profundidad mínima de 2.50 m con respecto al nivel del terreno natural.

#### d.2 Cálculo de la capacidad portante.

La empresa GCZ Ingenieros SAC, nos ha proporcionado alguno de los resultados más importantes del análisis geotécnico, como son:

- Profundidad de análisis (Df): 2.50 m.
- Peso específico del material ( $\gamma$ ): 1800.00 Kg/m<sup>3</sup>.
- Angulo de fricción interna drenada – ensayo corte directo ( $\phi$ ): 31.40°.
- Cohesión (c): 0.00.

Siendo la matriz del terreno arena de granos redondeados podemos verificar el rango del valor del ángulo de fricción entre 30°- 35°, usando la tabla mostrada en el *Cuadro 1*.

La expresión para calcular la capacidad de carga última ( $q_u$ ), está dada por:

Para cimentaciones en franja o continua

$$q_u = c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

Terzagui, 1943.

Para cimentaciones rectangulares

$$q_u = c \cdot N_c \cdot F_{cs} \cdot F_{cd} \cdot F_{ci} + q \cdot N_q \cdot F_{qs} \cdot F_{qd} \cdot F_{qi} + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot F_{\gamma s} \cdot F_{\gamma d} \cdot F_{\gamma i}$$

Meyerhof, 1963.

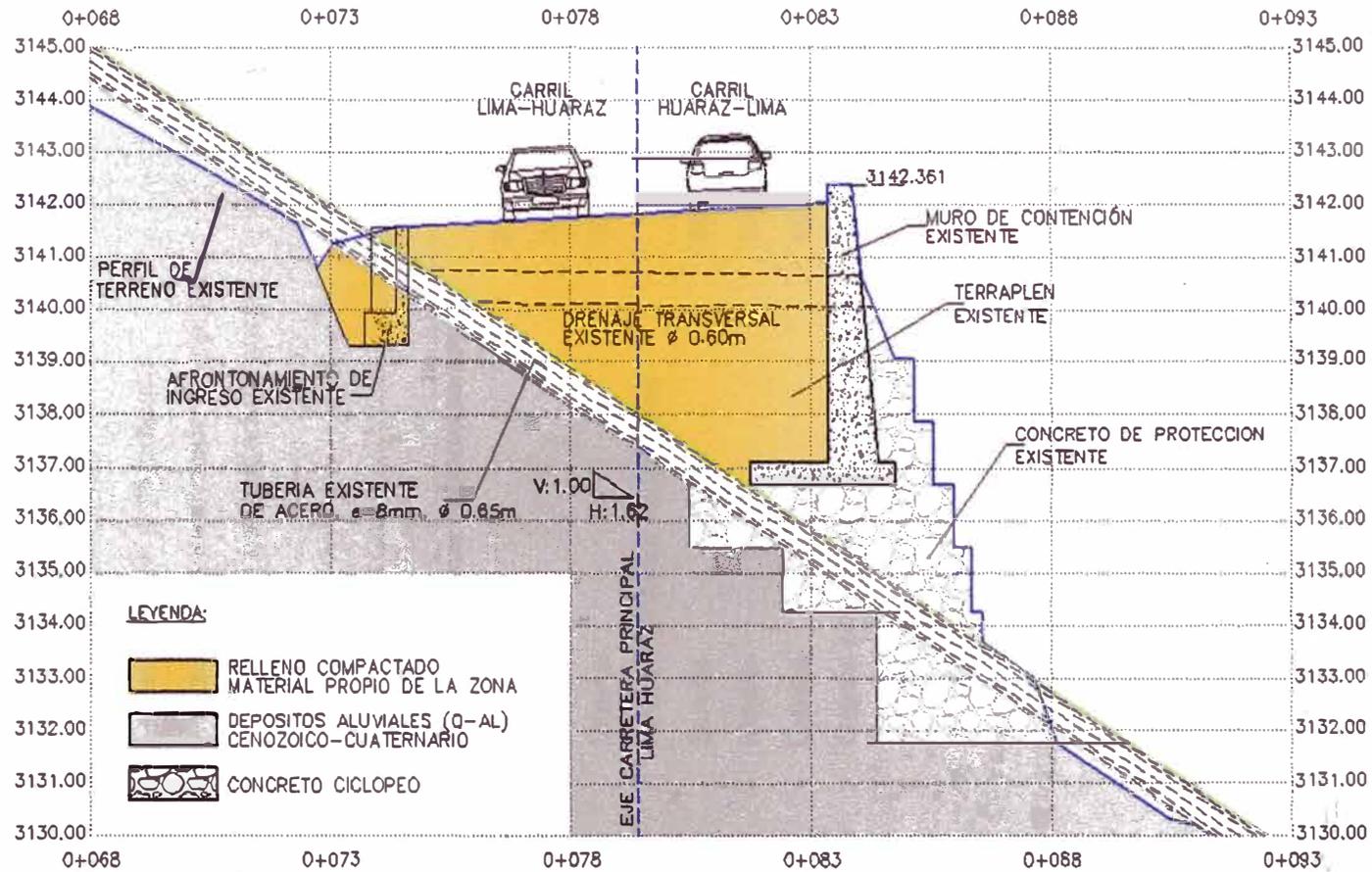


Figura 48.- Perfil estratigráfico de la zona de estudio

(Fuente: GCZ Ingenieros S.A.C., AGO 2006)

Donde:

$c$  = cohesión.

$q$  = esfuerzo efectivo al nivel del fondo de la cimentación.

$\gamma$  = peso específico del suelo.

$B$  = ancho de la cimentación.

$F_{cs}, F_{qs}, F_{\gamma s}$  = factores de forma.

$F_{cd}, F_{qd}, F_{\gamma d}$  = factores de profundidad.

$F_{ci}, F_{qi}, F_{\gamma i}$  = factores de inclinación de carga.

$N_c, N_q, N_\gamma$  = factores de capacidad de carga.

Tipo de suelo	$\phi$ (grados)
<b><i>Arena: granos redondeados</i></b>	
Suelta	27 - 30
Media	30 - 35
Densa	35 - 38
<b><i>Arena: granos angulares</i></b>	
Suelta	30 - 35
Media	35 - 40
Densa	40 - 45
<b><i>Grava con algo de arena</i></b>	34 - 48
<b><i>Limos</i></b>	26 - 35

**Cuadro 1.- Valores típicos del ángulo de fricción drenado para arenas y limos**

(Fuente: FUNDAMENTOS DE INGENIERIA GEOTECNICA, 2001)

La expresión para calcular la **presión admisible** ( $q_{adm}$ ), está dada por:

$$q_{adm} = q_u / F.S.$$

Donde:

$q_u$  = capacidad de carga última.

F.S. = factor de seguridad, para cargas estáticas es 3.00.

Con las expresiones señaladas se puede concluir que:

- $q_{adm} = 5.73 \text{ Kg/cm}^2$ , para cimentaciones en franja o continua.
- $q_{adm} = 7.45 \text{ Kg/cm}^2$ , para cimentaciones rectangulares.
- El asentamiento máximo para cualquier cimentación debe ser 25.0 mm.
- Se considera utilizar en los cálculos de asentamiento, para **arena y grava**:  
Relación de Poisson =  $\mu = 0.35$ ; Módulo de elasticidad =  $E_s = 713.56 \text{ Kg/cm}^2$  (Ver Cuadro 2).

Tipo de suelo	Módulo de elasticidad (MN/m <sup>2</sup> )	Razón de Poisson, $\mu$
Arena gruesa	10 - 25	0.20 – 0.40
Arena de compacidad media	15 - 30	0.25 – 0.40
Arena densa	35 - 55	0.30 – 0.45
Arena limosa	10 - 20	0.20 – 0.40
Arena y grava	70 - 170	0.15 – 0.35
Arcilla blanda	4 - 20	
Arcilla media	20 - 40	0.20 – 0.50
Arcilla dura	40 - 100	

**Cuadro 2.- Parámetros elásticos de varios suelos.**

(Fuente: FUNDAMENTOS DE INGENIERIA GEOTECNICA, 2001)

## e. Aspectos sísmicos:

### e.1 Sismicidad del área de estudio.

Se ha observado que, de acuerdo a las Normas de Diseño Sismorresistente incluidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones, el suelo GW predominante en el área de estudio, se identifica con el perfil de tipo S1,

para el cual le corresponde un período fundamental de vibración de 0.40 seg y un factor de suelo  $S = 1.0$ .

### e.2 Parámetros de definición de la fuerza sísmica.

Huaraz se encuentra ubicada en la zona 3 del Mapa de zonificación E.030- Diseño sismorresistente. Las fuerzas sísmicas pueden calcularse de acuerdo a las normas de diseño sismorresistente según la siguiente formula:

$$V = \frac{Z \times U \times S \times C \times P}{R}$$

Donde:

$$Z: \text{Factor de zona 3} = 0.40$$

$$S: \text{Factor de suelo 1} = 1.00$$

$$U: \text{Factor de uso o importancia} = 1.00$$

$$C: \text{Factor de amplificación sísmica.} = 2.50$$

$$R: \text{Coeficiente de reducción} = 6.00$$

$$T_p = 0.4$$

$$C = 2.5 * \left( \frac{T_p}{T} \right) \quad C \leq 2.5$$

$T_p$ : Periodo predominante del suelo.

$T$ : Periodo fundamental de la estructura.

### f. Empuje de tierra:

Para el cálculo de las fuerzas laterales que actúan entre las estructuras de retención y las masas de suelos que son retenidos, deberá considerarse los coeficientes de presión de tierra. Los parámetros para cálculos de empujes serán:

- Peso Unitario ( $\gamma$ ):  $1800 \text{ kg/m}^3$ .

- Angulo de fricción interna ( $\phi$ ) =  $31.40^\circ$ .

- Coeficiente de presión de tierra en reposo ( $k_0$ ) = 0.48. (Jaky, 1944).
- Coeficiente de presión de tierra en estado activo ( $k_a$ ) = 0.31. (Rankine, 1857).
- Coeficiente de presión de tierra en estado pasivo ( $k_p$ ) = 3.18. (Rankine, 1857).

#### **g. Bibliografía consultada:**

- Ministerio de Vivienda y Construcción: "Reglamento Nacional de Edificaciones". Lima – Perú, 2010.
- Braja M. Das: "Fundamentos de Ingeniería Geotécnica". Internacional Thomson Editores, S.A. México, 2001.

#### **5.1.2 Informe del análisis y diseño de las estructuras.**

El presente informe describe los parámetros y consideraciones técnicas tomados en cuenta para el desarrollo del proyecto "Alternativas para la construcción de un túnel por debajo de la carretera Lima - Huaraz"; el cual consta de las siguientes estructuras:

- Afrontamiento de ingreso.
- Apoyo exterior.
- Sostenimiento de concreto armado.
- Alcantarilla circular metálica.

Para el análisis y diseño de las estructuras se emplean, el estudio geotécnico, planos referenciales, y se cumplen las consideraciones generales del Reglamento Nacional de Edificaciones E.020, E.030, E.050, E.060, E.090.

#### **Análisis y diseño afrontamiento de ingreso.**

##### **a.1. Datos generales:**

- Peso específico del concreto ( $\gamma_c$ ) = 2.40 Ton/m<sup>3</sup>.
- Peso específico del suelo ( $\gamma_s$ ) = 1.80 Ton/m<sup>3</sup>.
- Angulo de fricción del suelo ( $\phi$ ) = 31.40°.
- Cohesión del suelo ( $c$ ) = 0.00 Ton/m<sup>2</sup>.
- Módulo de elasticidad del suelo ( $E_s$ ) = 7135.58 Ton/m<sup>2</sup>.

- Coeficiente de Poisson ( $\mu$ ) = 0.35.
- Presión admisible para cimentaciones rectangulares ( $\sigma_s$ ) = 74.50 Ton/m<sup>2</sup>.
- Sobrecarga vehicular (S/C) = 0.50 Ton/m<sup>2</sup>.
- Ancho de la zapata de cimentación (B) = 3.00 m.
- Longitud de la zapata de cimentación (L) = 4.50 m.
- Altura de la zapata de cimentación ( $h_z$ ) = 0.70 m.
- Altura de la pantalla ( $h_p$ ) = 3.30 m.
- Peso total de la estructura ( $W_{total}$ ) = 37.28 Ton.

### **a.2. Revisión por deslizamiento a lo largo de la base:**

#### Cálculo de fuerzas actuantes horizontales:

1.- Empuje lateral de tierra activa.

$$E_a = 0.5 * k_a * \gamma_s * A_c * h^2$$

Siendo:

$$k_a = \tan(45^\circ - \phi/2)$$

$A_c$  = Área de contacto suelo – estructura.

$h$  = Altura de contacto suelo – estructura.

$$E_{a1} = 12.23 \text{ Ton}$$

$$E_{a2} = 1.15 \text{ Ton}$$

2.- Empuje lateral de sobrecarga vehicular.

$$E_{va} = k_a * S/C * A_c * h$$

Siendo:

$$k_a = \tan(45^\circ - \phi/2)$$

$A_c$  = Área de contacto suelo – estructura.

$h$  = Altura de contacto suelo – estructura.

$$E_{va1} = 1.70 \text{ Ton}$$

$$E_{va2} = 0.43 \text{ Ton}$$

#### Cálculo de fuerzas resistentes horizontales:

1.- Empuje lateral de tierra pasiva.

$$E_p = 0.5 * k_p * \gamma_s * A_c * h^2$$

Siendo:

$$K_p = \tan(45^\circ + \phi/2)$$

$$A_c = \text{Área de contacto suelo - estructura} = 12.69 \text{ m}^2$$

h = Altura de contacto suelo - estructura.

$$E_p = 6.30 \text{ Ton}$$

2.- Fuerza resistente del suelo.

$$F_r = \tau \cdot A_z = (c + \sigma \cdot \tan \phi) \cdot A_z$$

Siendo:

$\tau$  = Esfuerzo cortante.

$$\sigma = \text{Esfuerzo normal} = W_{\text{total}} / A_z$$

$A_z$  = Área de la zapata.

$$F_r = 22.75 \text{ Ton}$$

Cálculo del Factor de Seguridad por deslizamiento:

$$F.S._{\text{desliz}} = (E_p + F_r) / (E_{a1} + E_{a2} + E_{va1} + E_{va2})$$

$$F.S._{\text{desliz}} = 1.87 > 1.50 \dots \dots \dots \text{OK}$$

### **a.3. Revisión del volcamiento:**

Cálculo de momentos actuantes:

1.- Momento de tierra activa.

$$M_a = E_a \cdot d_o$$

Siendo:

$E_a$  = Empuje lateral de tierra activa (Ver *Figura 49.0*).

$d_o$  = Distancia perpendicular del punto "o" a las fuerzas actuantes.

$$M_{a1} = 16.30 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

$$M_{a2} = 3.44 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

2.- Momento de sobrecarga vehicular.

$$M_{va} = E_{va} * d_o$$

Siendo:

$E_{va}$  = Empuje lateral de sobrecarga vehicular (Ver *Figura 49.0*).

$d_o$  = Distancia perpendicular del punto "o" a las fuerzas actuantes.

$$M_{va1} = 3.40 \text{ Ton} - \text{m}$$

$$M_{va2} = 1.38 \text{ Ton} - \text{m}$$

Cálculo de momentos resistentes:

1.- Momento de tierra pasiva.

$$M_p = E_p * d_o$$

Siendo:

$E_p$  = Empuje lateral de tierra pasiva (Ver *Figura 49.0*).

$d_o$  = Distancia perpendicular del punto "o" a las fuerzas resistentes.

$$M_p = 1.47 \text{ Ton} - \text{m}$$

2.- Momento por Peso total de la estructura.

$$M_{WE} = W_{total} * d_{cg}$$

Siendo:

$W_{total}$  = Peso total de la estructura (Ver *Figura 49.0*).

$d_{cg}$  = Distancia perpendicular del punto "o" al centro de gravedad de la estructura.

$$M_{WE} = 61.13 \text{ Ton} - \text{m}$$

Cálculo del Factor de Seguridad del Volcamiento:

$$F.S._{volcam} = (M_p + M_{WE}) / (M_{a1} + M_{a2} + M_{va1} + M_{va2})$$

$$F.S._{volcam} = 2.55 > 2.00 \dots \dots \dots \text{OK}$$

**a.4. Revisión de falla por capacidad de carga:**

Cálculo de la excentricidad:

$$e = d_{cz} - d_{cr}$$

Siendo:

$$d_{cr} = [(M_p + M_{WE}) - (M_{a1} + M_{a2} + M_{va1} + M_{va2})] / W_{total}$$

$d_{cz}$  = Centro de la zapata en dirección de B.

$d_{cr}$  = Distancia perpendicular del punto "o" al centro de rigidez de la estructura.

**$d_{cz} = 1.50 \text{ m}$ , Ver Figura 49.**

**$d_{cr} = 1.02 \text{ m}$**

**$e = 0.48 \text{ m} < B/6 \dots \dots \dots \text{OK}$**

Cálculo de la capacidad máxima y mínima actuante:

$$q_{max} = Q \cdot (1 + 6 \cdot e / B) / (B \cdot L)$$

$$q_{min} = Q \cdot (1 - 6 \cdot e / B) / (B \cdot L)$$

Siendo:

$e$  = Excentricidad de la estructura.

$Q$  = Carga normal total =  $(W_{total} + W_{rc})$

$W_{rc}$  = Peso del relleno compactado =  $\gamma_s \cdot B \cdot L \cdot h_p$

**$q_{max} = 17.03 \text{ Ton/m}^2 < \sigma_s = 74.50 \text{ Ton/m}^2 \dots \dots \dots \text{OK}$**

**$q_{min} = 0.38 \text{ Ton/m}^2 < \sigma_s = 74.50 \text{ Ton/m}^2 \dots \dots \dots \text{OK}$**

Cálculo del asentamiento máximo – centro de la cimentación flexible:

$$S_e = B \cdot q_{max} \cdot (1 - \mu^2) \cdot \alpha / E_s$$

Siendo:

$$\alpha = 1 / \pi \cdot \{ \ln[ ((1 + m^2)^{0.5} + m) / ((1 + m^2)^{0.5} - m) ] + m \cdot \ln[ ((1 + m^2)^{0.5} + 1) / ((1 + m^2)^{0.5} - 1) ] \}$$

$m = L / B$

**$S_e = 8.50 \text{ mm} < 25.00 \text{ mm} \dots \dots \dots \text{OK}$**

Cálculo del módulo balasto del suelo:

Para calcular las rigideces del suelo, se tomara el coeficiente de balasto para la capacidad máxima actuante, que en este caso es de 17.03 Ton/m<sup>2</sup>; ya que con este valor se obtendrían resultados más desfavorables para el diseño. Por lo tanto:

$$K_z = K_b = 3500.00 \text{ Ton/m}^3$$

$$K_x = (1 - \text{sen } (\phi)) * K_z$$

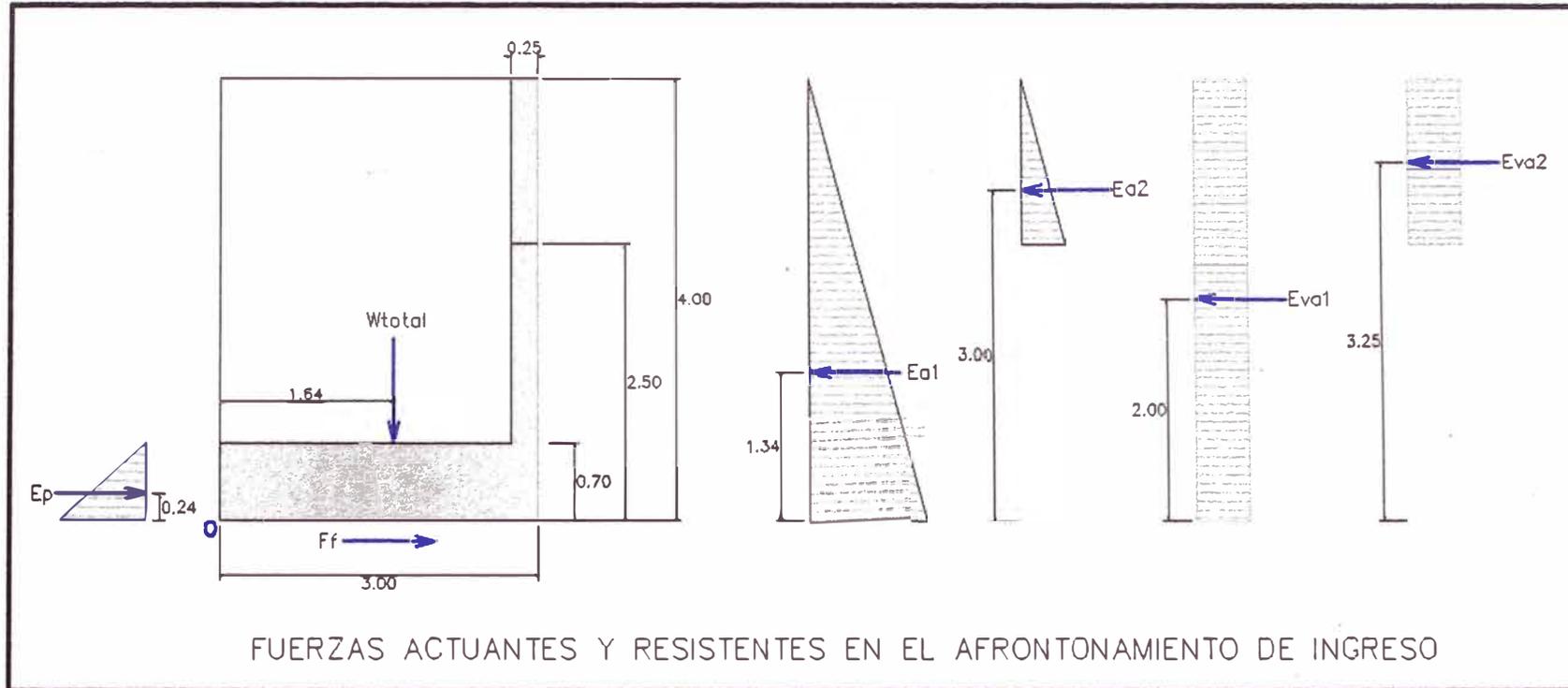
$$K_y = (1 - \text{sen } (\phi)) * K_z$$

Siendo:

$K_x$  = Coeficiente de balasto por presión lateral en X= **1676.50 Ton / m<sup>3</sup>**

$K_y$  = Coeficiente de balasto por presión lateral en Y= **1676.50 Ton / m<sup>3</sup>**

$K_z$  = Coeficiente de balasto por presión lateral en Z= **3500.00 Ton / m<sup>3</sup>**



FUERZAS ACTUANTES Y RESISTENTES EN EL AFRONTAMIENTO DE INGRESO

Figura 49.- Diagrama de cuerpo libre de fuerzas en el afrontamiento de ingreso.

(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

### a.5. Análisis estructural:

#### Cálculo de cargas estáticas:

1.- Presión lateral de tierra activa.

$$P_{\text{suelo}} = k_a \cdot \gamma_s \cdot h$$

Siendo:

h = Altura variable de presión de tierra = Rango [0.00 m, 3.30 m]

Para h = 0.00 m,  $P_{\text{suelo}} = 0.00 \text{ Ton / m}^2$

Para h = 3.30 m,  $P_{\text{suelo}} = 1.87 \text{ Ton / m}^2$

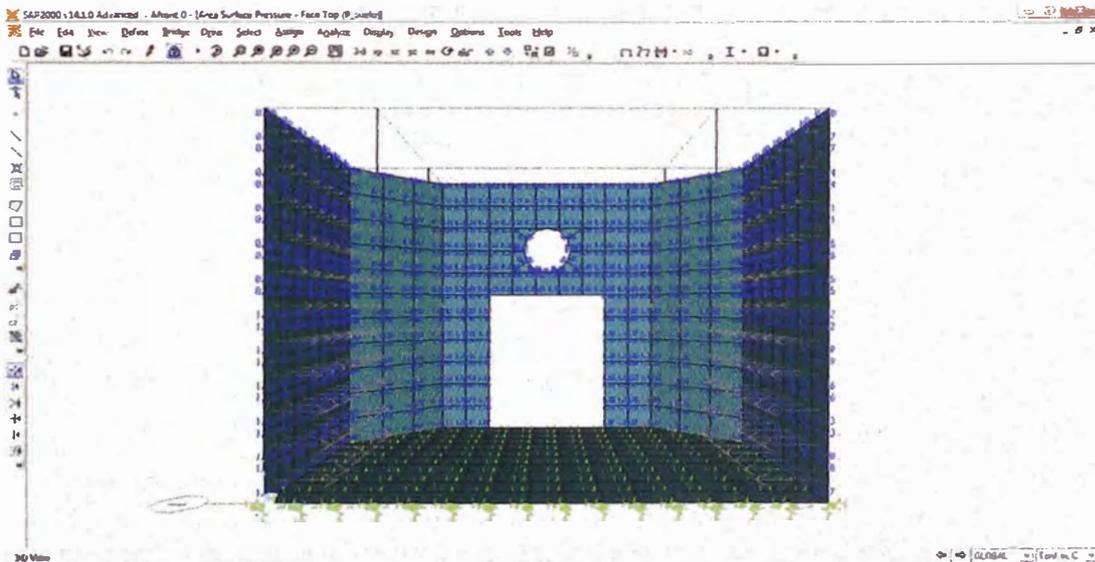


Figura 50.- Presión lateral de tierra activa.

(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

2.- Presión lateral por sobrecarga vehicular.

$$P_{\text{vehicular}} = k_a \cdot S/C \cdot h$$

Siendo:

h = Altura de presión de tierra = 3.30 m

$P_{\text{vehicular}} = 0.51 \text{ Ton / m}^2$

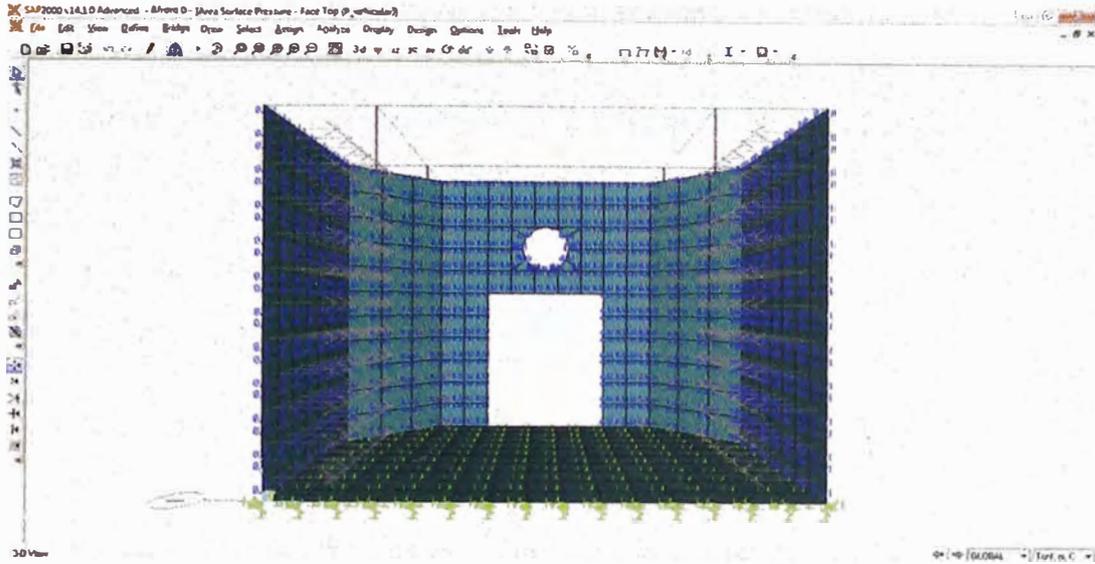


Figura 51.- Presión lateral por sobrecarga vehicular.

(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

3.- Presión geostática por relleno compactado (Ver Figura 52).

$$W_{\text{relleno}} = \gamma_s \cdot h$$

Siendo:

h = Altura de presión de tierra = 3.30 m

$$W_{\text{relleno}} = 5.94 \text{ Ton / m}^2$$

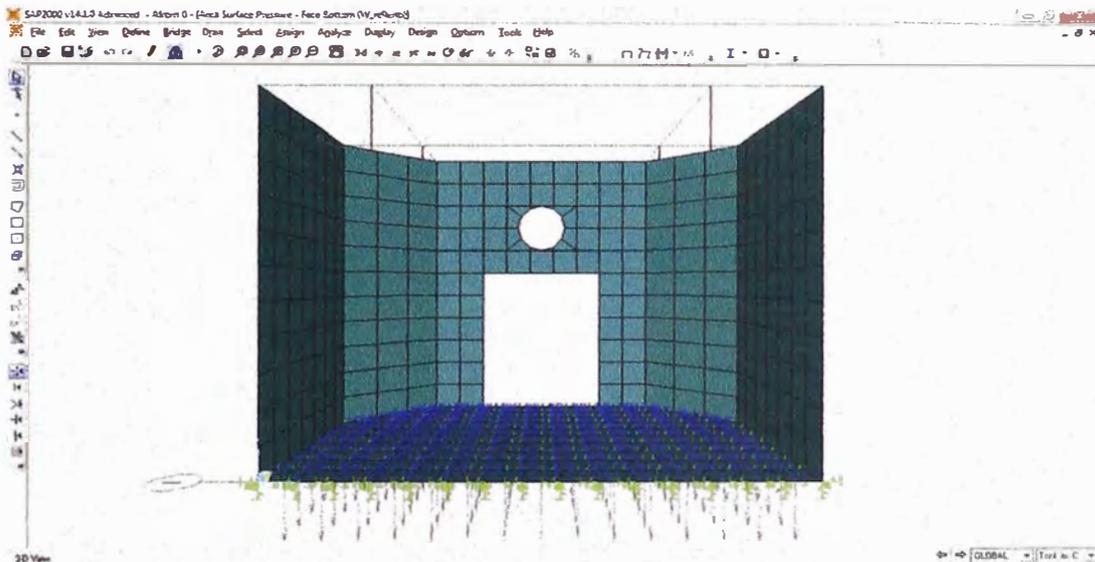
#### Combinación de cargas:

Para el análisis y diseño de la estructura se utilizan combinaciones de carga que presenten las situaciones más críticas a la que es sometida el afrontamiento de ingreso, de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones E.060.

- COMB1 = 1.40\*D + 1.70\*P\_suelo + 1.70\*P\_vehicular
- COMB2 = 1.40\*D + 1.70\*P\_suelo + 1.70\*P\_vehicular + 1.70\*W\_relleno
- COMB3 = 1.40\*D + 1.70\*P\_vehicular + 1.70\*W\_relleno
- **E = COMB1 + COMB2 + COMB3**

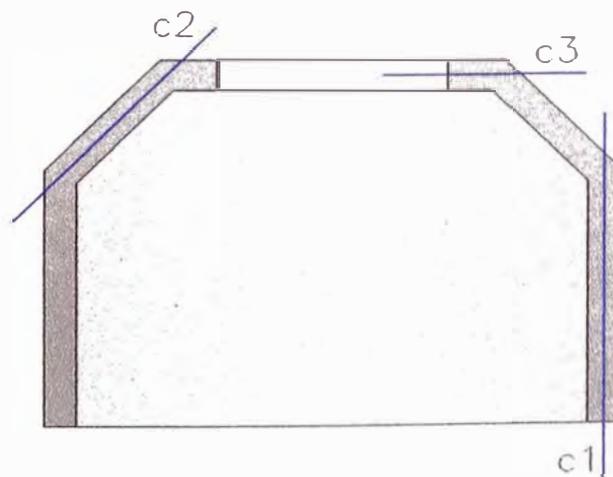
Análisis de la pantalla del afrontamiento de ingreso:

Se evaluará el momento flector y las fuerzas cortantes de la envolvente de cargas "E" en la pantalla del afrontamiento; para esto se ha hecho cuatro **section cut** (corte de secciones), tres en la base c1, c2, c3 y c1-1 que es un corte paralelo al corte c1 a una distancia por encima de 1.20 m. En la *Figura 53*, se muestra la ubicación de estos cortes.



**Figura 52.- Presión geostática del relleno compactado.**

(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)



**Figura 53.- Detalle de Section cut.**

(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

Los resultados del análisis se muestran en las Figuras 54 y 55.

$M_u(c1) = 3.21 \text{ Ton -m}$ ,  $V_u(c1) = 6.68 \text{ Ton}$ .

$M_u(c2) = -1.95 \text{ Ton -m}$ ,  $V_u(c2) = 3.25 \text{ Ton}$ .

$M_u(c3) = -0.88 \text{ Ton -m}$ ,  $V_u(c3) = 1.58 \text{ Ton}$ .

$M_u(c1-1) = 0.14 \text{ Ton -m}$ ,  $V_u(c1-1) = 1.02 \text{ Ton}$ .

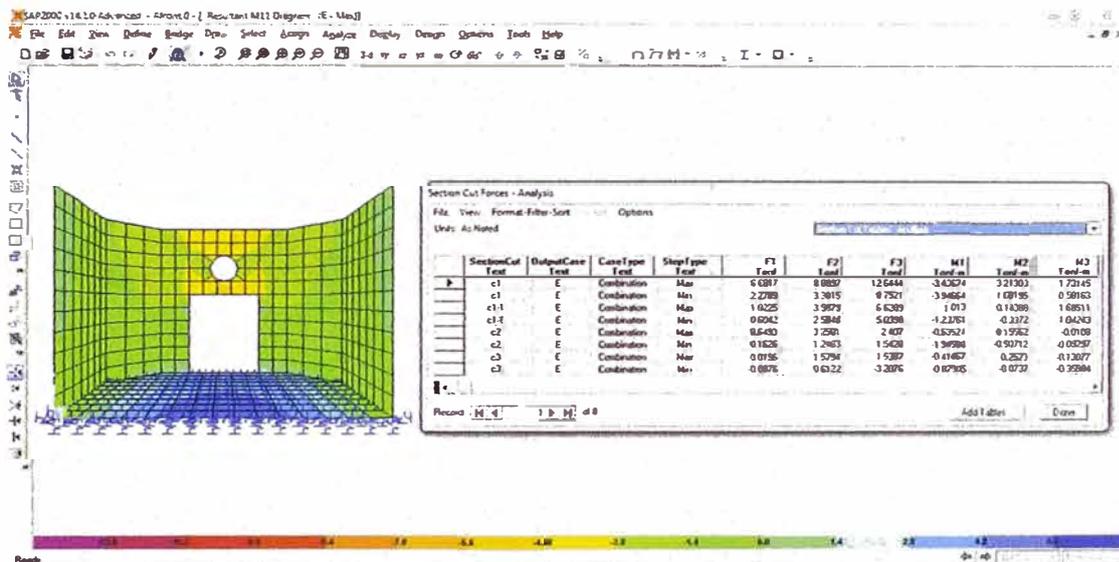


Figura 54.- Diagrama de momentos flectores alrededor de X (M1-1).

(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

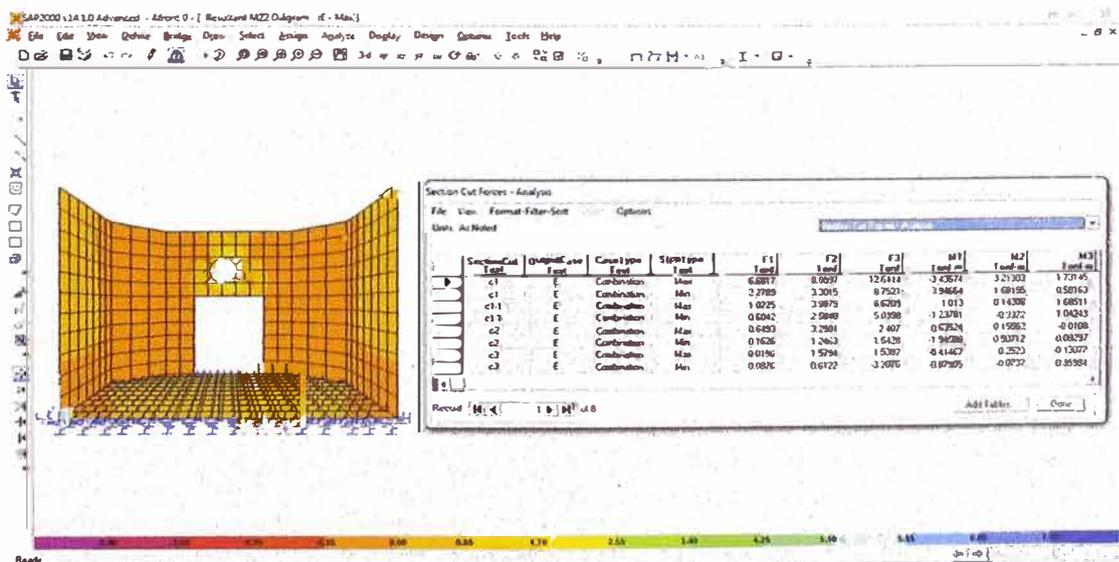


Figura 55.- Diagrama de momentos flectores alrededor de Y (M2-2).

(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

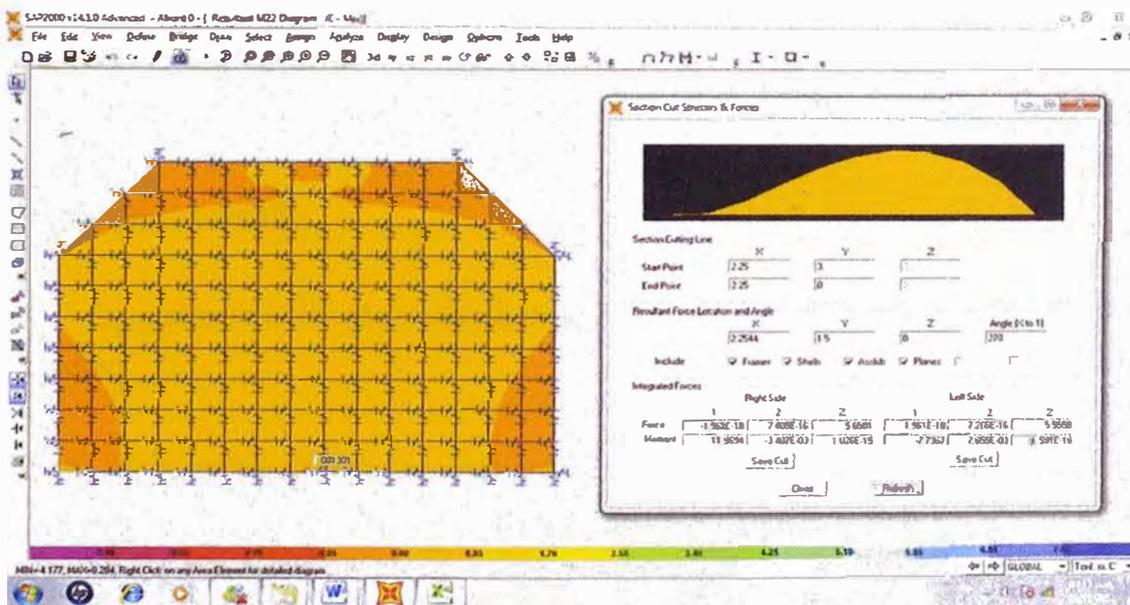
Análisis de la zapata del afrontamiento de ingreso:

Se evaluará el momento flector de la envolvente de cargas "E" en la zapata del afrontamiento; para esto se ha hecho dos **section cut** (corte de secciones), uno en la dirección de X denominado corte 1, y el otro en la dirección de Y denominado corte 2.

Los resultados del análisis se muestran en las *Figuras 56 y 57*.

**$M_u(+)$  = 11.97 Ton -m,  $V_u$  = 5.65 Ton, en dirección de X (corte 1).**

**$M_u(+)$  = 14.75 Ton -m,  $V_u$  = 5.31 Ton, en dirección de Y (corte 2).**



**Figura 56.- Diagrama de momentos flectores alrededor de X (M1-1).**

(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

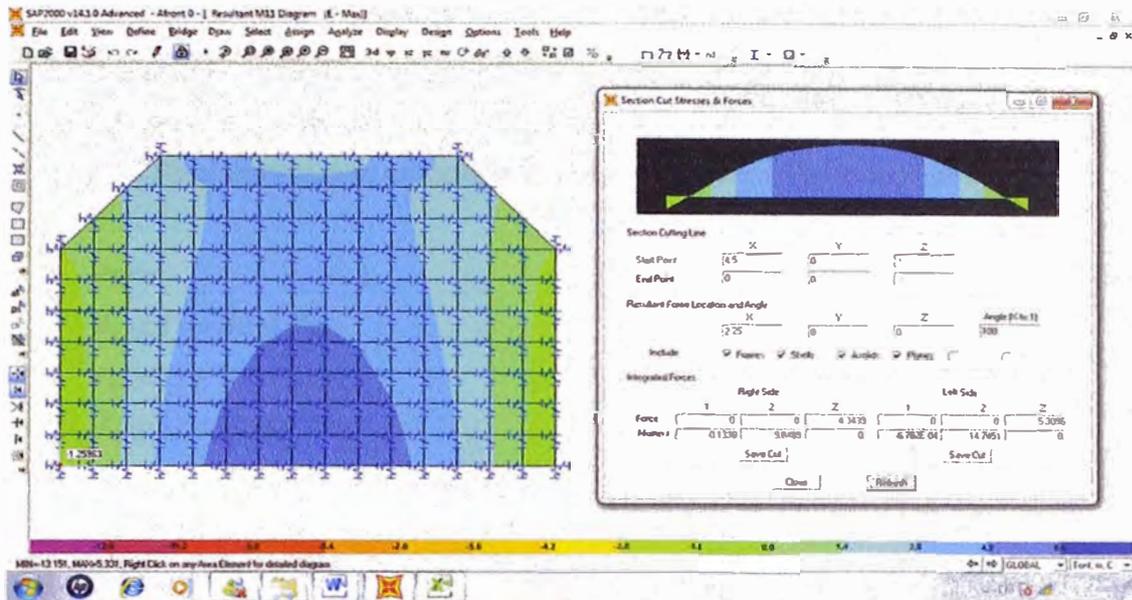


Figura 57.- Diagrama de momentos flectores alrededor de Y (M2-2).

(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

### a.6. Diseño estructural:

#### Diseño de la pantalla:

Se realizará el diseño de la pantalla como si se tratase de una viga en voladizo.

#### 1.- Verificación de esfuerzo cortante.

$$V_n = V_u / \phi$$

$$V_c = 0.53 * b * d * f'_c{}^{0.5}$$

Si:  $V_n > V_c$ , entonces  $V_s = V_n - V_c$

Si:  $V_c > V_n$ , entonces cuantía mínima de acero por cortante.

Siendo:

$$\phi = 0.75$$

$V_n$  = Esfuerzo cortante nominal.

$V_u$  = Esfuerzo cortante máximo.

$V_c$  = Resistencia al corte del concreto.

$V_s$  = Resistencia al corte del acero de refuerzo.

$b$  = Ancho de la estructura.

$h$  = peralte de la estructura = 0.25 m.

$d$  = peralte efectivo de la estructura (para un recubrimiento de 7.00 cm)

$f'_c$  = Resistencia a la compresión del concreto = 210.00 Kg / cm<sup>2</sup>.

Para:

$$V_u (c1) = 6.68 \text{ Ton}$$

$$V_n (c1) = 8.91 \text{ Ton}$$

$$V_c (c1) = 27.42 \text{ Ton}$$

**$V_c > V_n$ , entonces cuantía mínima de acero.**

**$h = 0.25$  m, entonces acero horizontal en dos capas.**

Para:

$$V_u (c2) = 3.25 \text{ Ton}$$

$$V_n (c2) = 4.33 \text{ Ton}$$

$$V_c (c2) = 16.01 \text{ Ton}$$

**$V_c > V_n$ , entonces cuantía mínima de acero.**

**$h = 0.25$  m, entonces acero horizontal en dos capas.**

Para:

$$V_u (c3) = 1.58 \text{ Ton}$$

$$V_n (c3) = 2.11 \text{ Ton}$$

$$V_c (c3) = 5.67 \text{ Ton}$$

**$V_c > V_n$ , entonces cuantía mínima de acero.**

**$h = 0.25$  m, entonces acero horizontal en dos capas.**

Para:

$$V_u (c1-1) = 1.02 \text{ Ton}$$

$$V_n (c1-1) = 1.36 \text{ Ton}$$

$$V_c (c1-1) = 27.42 \text{ Ton}$$

**$V_c > V_n$ , entonces cuantía mínima de acero.**

**$h = 0.25$  m, entonces acero horizontal en dos capas.**

Para controlar el agrietamiento en muros estructurales, el RNE recomienda usar una cuantía mínima de acero horizontal  $\rho_{\min} = 0.0020$ ; esto quiere decir:

**Usar:**

**$\phi 3/8'' @ 0.20$  m, acero horizontal en dos capas para todos los casos.**

2.- Diseño por flexión.

$$A_s = M_u / (\phi * f_y * (d - a / 2))$$

$$a = A_s * f_y / (0.85 * f'_c * b)$$

$$A_s \text{ min} = 0.0012 * b * d$$

Siendo:

$$\phi = 0.90$$

a = Profundidad del bloque equivalente en compresión.

b = Ancho de la estructura.

h = peralte de la estructura = 0.25 m.

d = peralte efectivo de la estructura (para un recubrimiento de 7.00 cm)

$f'_c$  = Resistencia a la compresión del concreto = 210.00 Kg / cm<sup>2</sup>.

$f_y$  = Resistencia a la tracción del acero de refuerzo = 4200.00 Kg / cm<sup>2</sup>.

$A_s$  = Área de acero.

$M_u$  = Momento último de diseño.

Para:

$M_u$  (c1) = -3.21 Ton -m, b = 2.10 m, h = 0.25 m.

$$A_s \text{ min} = 4.54 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 5.28 \text{ cm}^2$$

**Usar:**

**$\phi 1/2'' @ 0.30$  m, acero vertical en ambas caras.**

Para:

$M_u$  (c2) = -1.95 Ton -m, b = 1.27 m, h = 0.25 m.

$$A_s \text{ min} = 2.74 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 3.21 \text{ cm}^2$$

**Usar:**

**$\phi 1/2'' @ 0.30$  m, acero vertical en ambas caras.**

Para:

$$M_u (c3) = -0.88 \text{ Ton -m, } b = 0.45 \text{ m, } h = 0.25 \text{ m.}$$

$$A_s \text{ min} = 0.97 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 3.33 \text{ cm}^2$$

**Usar:  $A_s$  min**

**$\phi 5/ 8'' @ 0.20$  m, acero vertical en ambas caras.**

Para:

$$M_u (c1-1) = -0.14 \text{ Ton -m, } b = 2.10 \text{ m, } h = 0.25 \text{ m.}$$

$$A_s \text{ min} = 4.54 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0.23 \text{ cm}^2$$

**Usar:**

**$\phi 1/2'' @ 0.30$  m, acero vertical en ambas caras.**

### Diseño de la zapata:

1.- Verificación de esfuerzo cortante.

$$V_n = V_u / \phi$$

$$V_c = 0.53 * b * d * f'_c{}^{0.5}$$

$$\text{Si: } V_n > V_c, \text{ entonces } V_s = V_n - V_c$$

Si:  $V_c > V_n$ , entonces cuantía mínima de acero por cortante.

Siendo:

$$\phi = 0.75$$

$V_n$  = Esfuerzo cortante nominal.

$V_u$  = Esfuerzo cortante máximo.

$V_c$  = Resistencia al corte del concreto.

$V_s$  = Resistencia al corte del acero de refuerzo.

$b$  = Ancho de la estructura.

$h$  = peralte de la estructura = 0.70 m.

$d$  = peralte efectivo de la estructura (para un recubrimiento de 10.00 cm)

$f'_c$  = Resistencia a la compresión del concreto = 210.00 Kg / cm<sup>2</sup>.

Para:

$V_u$ (corte 1) = 5.65 Ton

$V_n$  (corte 1) = 7.53 Ton

$V_c$  (corte 1) = 232.49 Ton

$V_c / 2 > V_n$ , entonces no necesita acero por corte.

Para:

$V_u$  (corte1) = 5.31 Ton

$V_n$  (corte 1) = 7.08 Ton

$V_c$  (corte 1) = 155.00 Ton

$V_c / 2 > V_n$ , entonces no necesita acero por corte.

2.- Diseño por flexión.

$$A_s = M_u / (\phi * f_y * (d - a / 2))$$

$$a = A_s * f_y / (0.85 * f'_c * b)$$

$$A_s \text{ min} = 0.0018 * b * d$$

Siendo:

$\phi = 0.90$

a = Profundidad del bloque equivalente en compresión.

b = Ancho de la estructura.

h = peralte de la estructura = 0.70 m.

d = peralte efectivo de la estructura (para un recubrimiento de 10.00 cm)

$f'_c$  = Resistencia a la compresión del concreto = 210.00 Kg / cm<sup>2</sup>.

$f_y$  = Resistencia a la tracción del acero de refuerzo = 4200.00 Kg / cm<sup>2</sup>.

$A_s$  = Área de acero.

$M_u$  = Momento último de diseño.

$A_s \text{ min}$  = área de acero mínimo por temperatura.

Para:

$M_u$  (corte1) = 11.97Ton -m, b = 4.50 m, h = 0.70 m.

$A_s \text{ min}$  = 48.59 cm<sup>2</sup>

$A_s$  = 5.45 cm<sup>2</sup>

$M_u$  (corte 2) = 14.75 Ton – m, b = 3.00 m, h = 0.70 m.

$A_s$  min = 32.40 cm<sup>2</sup>

$A_s$  = 6.73 cm<sup>2</sup>

**Usar:  $A_s$  min**

**ϕ5/8" @ 0.20 m, malla de acero inferior y superior.**

## **Análisis y diseño apoyo exterior.**

### **b.1. Datos generales:**

- Peso específico del concreto ( $\gamma_c$ ) = 2.40 Ton/m<sup>3</sup>.
- Peso específico del suelo ( $\gamma_s$ ) = 1.80 Ton/m<sup>3</sup>.
- Peso específico del agua ( $\gamma_w$ ) = 1.00 Ton/m<sup>3</sup>.
- Peso específico del acero ( $\gamma_a$ ) = 7.85 Ton/m<sup>3</sup>.
- Angulo de fricción del suelo ( $\phi$ ) = 31.40°.
- Cohesión del suelo (c) = 0.00 Ton/m<sup>2</sup>.
- Presión admisible para cimentaciones rectangulares ( $\sigma_s$ ) = 74.50 Ton/m<sup>2</sup>.
- Diámetro de la tubería forzada proyectada (D) = 0.95 m.
- Espesor de la tubería forzada proyectada (e) = 8.00 mm.
- Pendiente del terreno ( $\theta$ ) = 31.69°.
- Coeficiente de fricción entre la tubería y el anclaje ( $\mu$ ) = 0.25.
- Altura promedio del apoyo (A) = 0.92 m.
- Ancho del apoyo (B) = 1.00 m.
- Largo del apoyo (L) = 1.00 m.
- Longitud entre apoyos ( $L_s$ ) = 6.15 m.

### **b.2. Revisión por deslizamiento a lo largo de la base:**

#### Cálculo de fuerzas resistentes:

1.- Peso del agua y de la tubería de acero.

$$G_{at} = P \cdot L_s$$

Siendo:

$$P = \gamma_a \cdot \pi/4 \cdot D^2 + \gamma_t \cdot \pi \cdot e \cdot (D + e) = \text{Peso por metro lineal de agua y tubería.}$$

$$G_{at} = 5.52 \text{ Ton}$$

2.- Peso del apoyo.

$$G_s = V_s \cdot \gamma_c$$

Siendo:

$V_s$  = Volumen del apoyo de concreto.

$$G_s = 4.05 \text{ Ton}$$

3.- Empuje lateral de tierra pasiva.

$$E_p = 0.5 \cdot k_p \cdot \gamma_s \cdot A_c \cdot h^2$$

Siendo:

$$K_p = \tan(45^\circ + \phi/2)$$

$A_c$  = Área de contacto suelo – estructura.

$h$  = Altura de contacto suelo – estructura.

$$E_p = 0.77 \text{ Ton}$$

4.- Fuerza resistente del suelo.

$$F_{ab} = c \cdot B \cdot C + (G_{at} + G_s + F_a \cdot \sin(\theta)) \cdot \tan(\phi)$$

Siendo:

$$F_{ab} = 6.26 \text{ Ton}$$

Cálculo de fuerzas actuantes:

1.- Fuerza de fricción entre la tubería de acero y el apoyo.

$$F_a = 1.10 \cdot F'_a$$

Siendo:

$$F'_a = \mu \cdot G_{at} \cdot \cos(\theta)$$

$$F_a = 1.29 \text{ Ton}$$

Cálculo del Factor de Seguridad por deslizamiento:

$$F.S._{desliz} = (E_p + F_{ab}) / (F_a \cdot \cos(\theta))$$

$$F.S_{-desliz} = 6.40 > 1.50 \dots\dots\dots OK$$

**b.3. Revisión del volcamiento:**

Cálculo de momentos resistentes:

$$M_r = G_{at} * d_{at} + G_s * d_s + E_p * d_p$$

Siendo:

$d_{at}$  = Distancia perpendicular del punto "o" al peso del agua y la tubería.

$d_s$  = Distancia perpendicular del punto "o" al peso del apoyo.

$d_{at}$  = Distancia perpendicular del punto "o" al empuje lateral pasivo (Ver *Figura 58.0*).

$$M_r = 5.40 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

Cálculo de momento actuante:

$$M_a = F_a * d_a$$

Siendo:

$d_a$  = Distancia perpendicular del punto "o" a la fuerza actuante.

$$M_a = 0.94 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

Cálculo del Factor de Seguridad del Volcamiento:

$$F.S_{-volcam} = M_r / M_a$$

$$F.S_{-volcam} = 5.72 > 2.00 \dots\dots\dots OK$$

**b.4. Revisión de falla por capacidad de carga:**

Cálculo de la excentricidad:

$$e = d_{cc} - d_{cr}$$

Siendo:

$$d_{cr} = (M_r - M_a) / (G_{at} + G_s + F_a * \text{sen}(\theta))$$

$d_{cc}$  = Centro de la cimentación en dirección de B.

$d_{cr}$  = Distancia perpendicular del punto "o" al centro de rigidez de la estructura.

$d_{cc} = 0.65 \text{ m}$ , Ver Figura 58.0

$d_{cr} = 0.43 \text{ m}$

$e = 0.22 \text{ m} < B/6 \dots \dots \dots \text{OK}$

Cálculo de la capacidad máxima y mínima actuante:

$$q_{\max} = Q \cdot (1 + 6 \cdot e / B) / (B \cdot L)$$

$$q_{\min} = Q \cdot (1 - 6 \cdot e / B) / (B \cdot L)$$

Siendo:

$e$  = Excentricidad de la estructura.

$Q = (G_{at} + G_s + F_a \cdot \text{sen}(\theta))$  = Carga normal total.

$$q_{\max} = 12.11 \text{ Ton/m}^2 < \sigma_s = 74.50 \text{ Ton/m}^2 \dots \dots \dots \text{OK}$$

$$q_{\min} = 0.02 \text{ Ton/m}^2 < \sigma_s = 74.50 \text{ Ton/m}^2 \dots \dots \dots \text{OK}$$

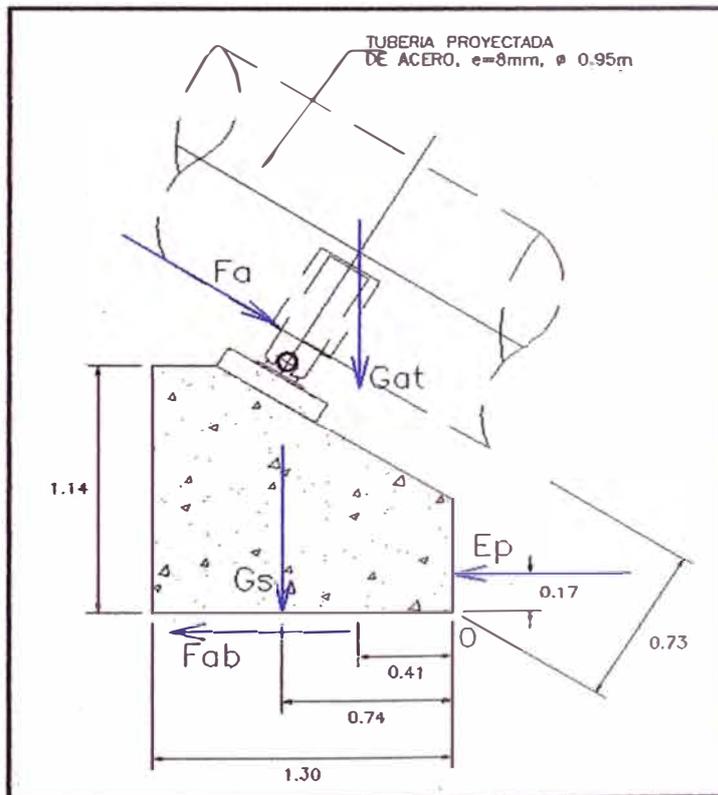


Figura 58.- Diagrama de cuerpo libre de fuerzas en el apoyo.

(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

Cálculo del asentamiento máximo – centro de la cimentación flexible:

$$S_e = B \cdot q_{\max} \cdot (1 - \mu_s^2) \cdot \alpha / E_s$$

Siendo:

$\mu_s$  = Módulo de Poisson del suelo = 0.35.

$$\alpha = 1 / \pi \cdot \{ \ln[ ((1 + m^2)^{0.5} + m) / ((1 + m^2)^{0.5} - m) ] + m \cdot \ln[ ((1 + m^2)^{0.5} + 1) / ((1 + m^2)^{0.5} - 1) ] \}$$

$$m = L / B$$

$$S_e = 2.17 \text{ mm} < 25.00 \text{ mm} \dots \dots \dots \text{OK}$$

**b.5. Revisión de falla por estabilidad de talud:**

Se revisará la estabilidad del talud considerando además la presión que ejerce el peso del apoyo, considerando “El método simplificado de las dovelas de Bishop” considerando el efecto sísmico y sin considerar nivel freático. El factor de seguridad por deslizamiento del talud queda definido por la siguiente formula:

$$F.S._s = \sum [ (c \cdot b_i + W_i \cdot \tan(\phi)) / m \alpha_i ] / \sum [ W_i \cdot \sin(\alpha_i) + k \cdot W_i \cdot \cos(\alpha_i) - k / (2 \cdot r) \cdot W_i \cdot z_i ]$$

Siendo:

$z_i$  = Altura promedio de la i-ésima dovela.

$\alpha_i$  = Angulo con respecto a la horizontal de la i-ésima dovela.

$\Delta L_i$  = Longitud de contacto con el suelo de la i-ésima dovela.

$$b_i = \Delta L_i \cdot \cos(\alpha_i)$$

$r$  = Radio del circulo = 1.645 m

$$k = Z \cdot U \cdot S \cdot C / R = 0.4 \cdot 1 \cdot 2.5 \cdot 1 / 6 = 0.167.$$

$$m \alpha_i = \cos(\alpha_i) + (\tan(\phi) \cdot \sin(\alpha_i)) / F.S._s$$

$c$  = cohesión del suelo.

$S/C = 2.40 \text{ Ton/m}^2$  = Esfuerzo transmitido por del apoyo.

$W_i$  = Peso de la i-ésima dovela.

Dovela N°	zi (m)	$\alpha_i$ (°)	$\Delta L_i$ (m)	$\tan(\phi_i)$	$\text{sen}(\alpha_i)$	$\text{cos}(\alpha_i)$	bi (m)	$m\alpha_i$	c*bi (Ton/m)	S/C*bi (Ton/m)
1.00	0.38	60.76	0.88	0.6104	0.8726	0.4885	0.4299	1.0107	0.0000	1.0313
2.00	0.92	35.95	0.53	0.6104	0.5871	0.8095	0.4291	1.1609	0.0000	1.0294
3.00	1.15	18.70	0.46	0.6104	0.3206	0.9472	0.4357	1.1391	0.0000	1.0454
4.00	1.24	5.37	0.31	0.6104	0.0936	0.9956	0.3086	1.0516	0.0000	0.7405

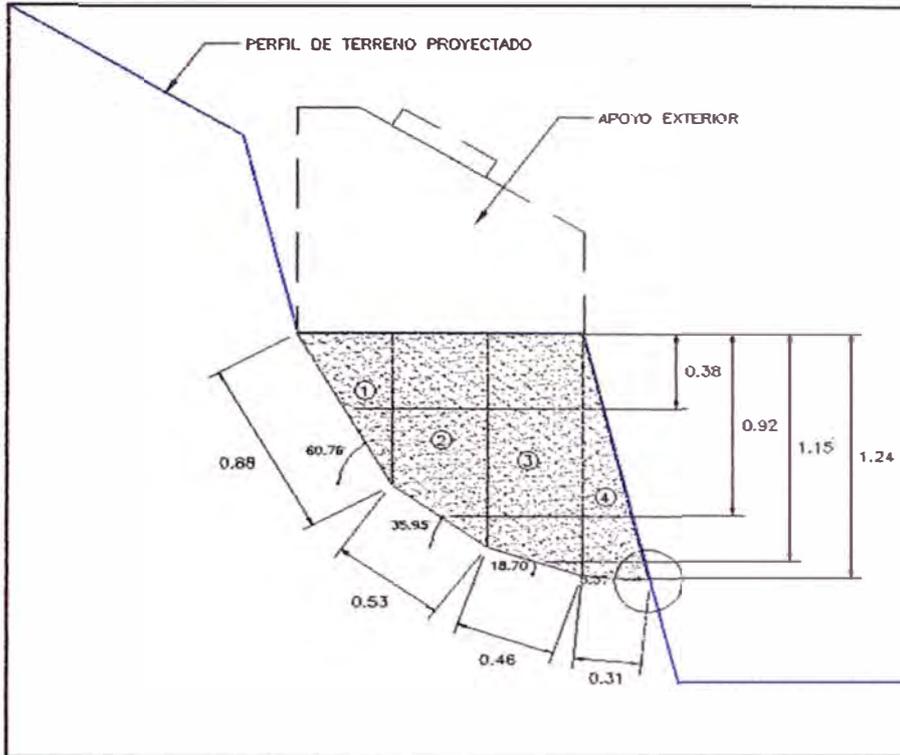
$k \cdot \text{cos}(\alpha_i)$	$k \cdot z_i / (2 \cdot r)$	$(W_i + S/C \cdot b_i) \cdot \tan(\phi_i)$ (Ton/m)	$(W_i + S/C \cdot b_i) \cdot [\text{sen}(\alpha_i) + k \cdot \text{cos}(\alpha_i) + k \cdot z_i / (2 \cdot r)]$ (Ton/m)	$(c \cdot b_i + (W_i + S/C \cdot b_i) \cdot \tan(\phi_i)) / m\alpha_i$ (Ton/m)
0.0814	0.0193	0.8090	1.2388	0.8004
0.1349	0.0466	1.0620	1.1751	0.9149
0.1579	0.0583	1.1886	0.8183	1.0435
0.1659	0.0628	0.8725	0.2812	0.8297

Totales= 3.5134 3.5885

**F.S. desliz = 1.02**

Cuadro 3.- Cálculo del factor de seguridad por estabilidad de talud.

(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)



**Figura 59.- Talud de corte del apoyo.**  
(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

**F.S., = 1.02 < 1.50.....Se debe reforzar el talud (pañeteo suelo – cemento y apuntalamiento) antes de iniciar los trabajos en el apoyo. Ver Cuadro 3.**

#### **b.6. Diseño estructural:**

Se reforzará el apoyo de concreto con la cuantía mínima en todos los casos, es decir:

- En paredes del apoyo en dirección vertical y horizontal, el refuerzo mínimo para controlar el agrietamiento de la estructura es  $\rho_{\min} = 0.0012$ . **Por lo tanto usar:  $\phi \frac{1}{2}'' @ 0.125$  m.**
- En losa en dirección vertical y horizontal, el refuerzo mínimo por temperatura es  $\rho_{\min} = 0.0018$ . **Por lo tanto usar:  $\phi \frac{1}{2}'' @ 0.125$  m.**
- En columna,  $\rho_{\min} = 0.01$ .

**Por lo tanto usar: Acero longitudinal 8  $\phi$  1/2", y acero transversal o estribos de  $\phi$  3/8": 1@ 0.05, Resto @ 0.10 m.**

### **Análisis y diseño sostenimiento de concreto armado.**

#### **c.1. Datos generales:**

- Peso específico del concreto ( $\gamma_c$ ) = 2.40 Ton/m<sup>3</sup>.
- Peso específico del suelo ( $\gamma_s$ ) = 1.80 Ton/m<sup>3</sup>.
- Angulo de fricción del suelo ( $\phi$ ) = 31.40°.
- Cohesión del suelo (c) = 0.00 Ton/m<sup>2</sup>.
- Presión admisible para cimentaciones rectangulares ( $\sigma_s$ ) = 74.50 Ton/m<sup>2</sup>.

#### **c.2. Análisis estructural:**

##### Cálculo de esfuerzo geostático:

Se considera una altura crítica de presión de tierra estática de 8.50 m, ubicado debajo del muro de contención existente, por lo tanto el esfuerzo geostático queda definido por la siguiente formula:

$$\sigma_s = \gamma_s * h_s$$

Siendo:

$h_s$  = Altura de esfuerzo geostático.

$$h_s = 15.30 \text{ Ton/m}^2$$

##### Cálculo de esfuerzo transmitido por presión vehicular y por peso de la carpeta asfáltica:

- Para el diseño estructural se considera una presión vehicular de **0.50 Ton/m<sup>2</sup>**, a pesar tener una cobertura de 8.50 m esta presión no debería tomarse en cuenta.
- Se considera una presión por peso de carpeta asfáltica de **0.10 Ton/m<sup>2</sup>**.

##### Cálculo de esfuerzo vertical total:

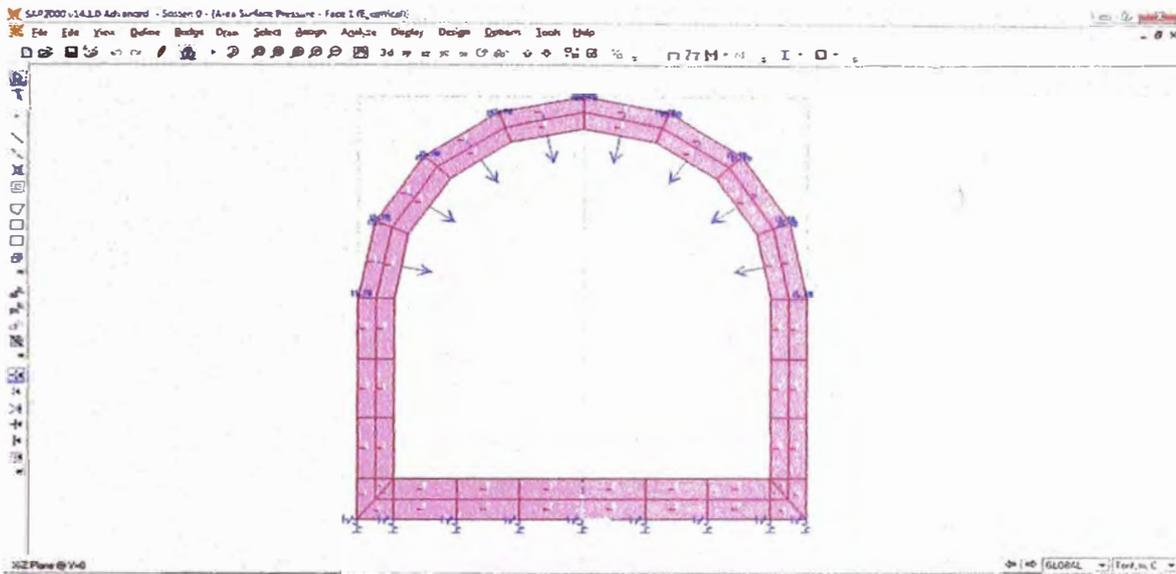
$$\sigma_v = \sigma_s + \sigma_{veh} + \sigma_{asf}$$

Siendo:

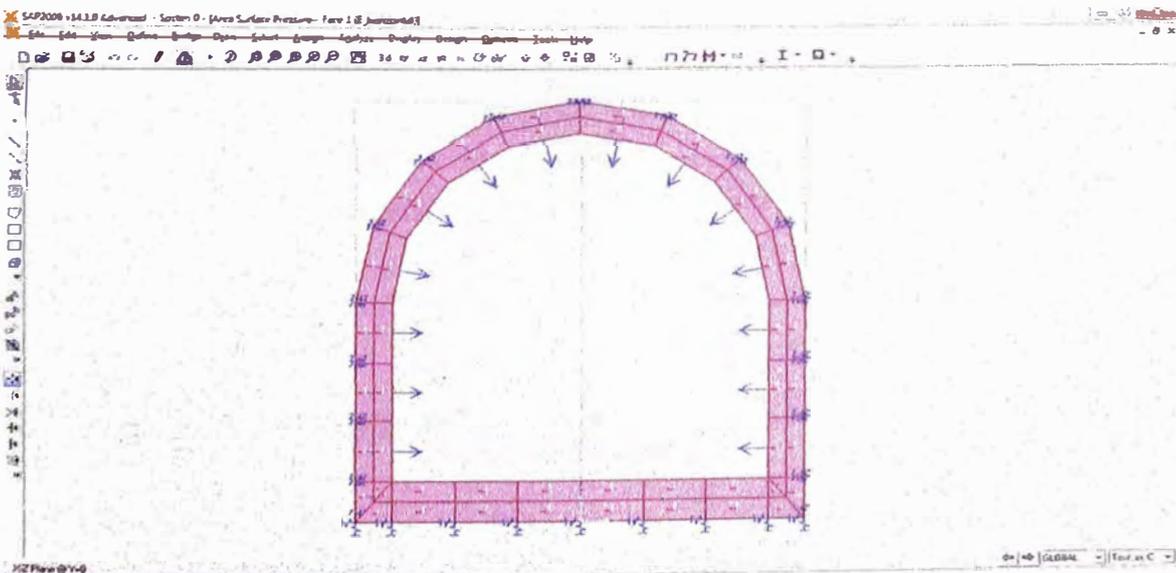
$\sigma_{veh}$  = Esfuerzo transmitido por presión vehicular.

$\sigma_{asf}$  = Esfuerzo transmitido por peso de la carpeta asfáltica.

$\sigma_v = 15.90 \text{ Ton/m}^2$



**Figura 60.- Presión vertical total.**  
(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)



**Figura 61.- Presión horizontal total.**  
(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

Cálculo de esfuerzo horizontal total:

$$\sigma_h = k_o * \sigma_v$$

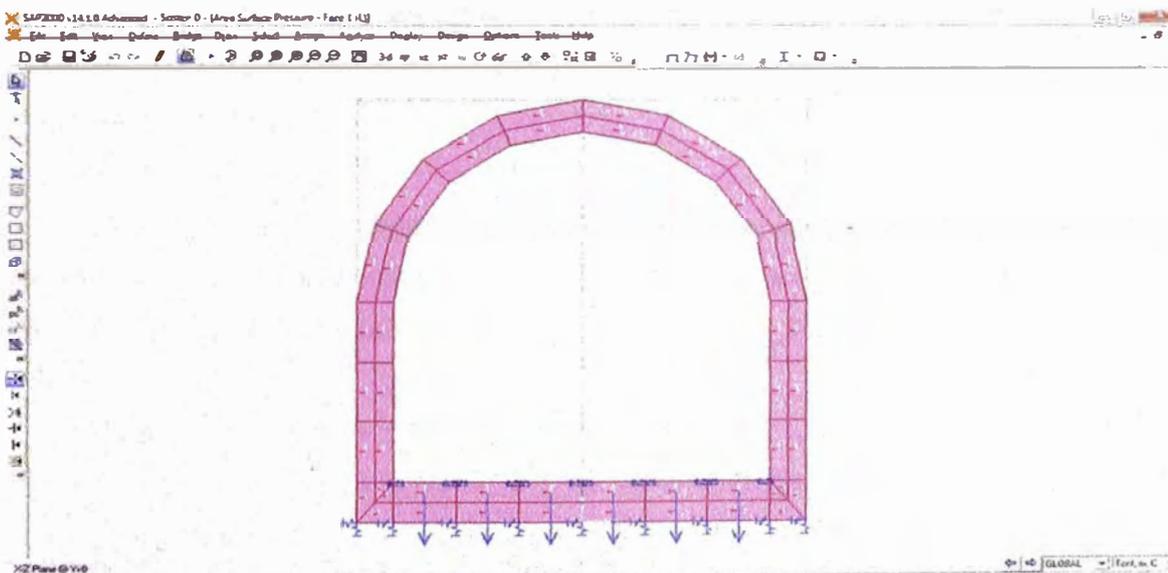
Siendo:

$k_o$  = Coeficiente de presión de tierra en reposo =  $1 - \text{sen}(\phi)$

$\sigma_h = 7.62 \text{ Ton/m}^2$  (Ver Figura 61)

Cálculo de la carga viva:

$$S/C = 0.25 \text{ Ton/m}^2$$



**Figura 62.- Presión por carga viva.**  
(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

Cálculo de la carga por presión del apoyo interior:

$W_{ap} = (G_{at} + G_s + F_a * \text{sen}(\theta)) / (B * L)$ ..... ver análisis y diseño de apoyo.

$W_{ap} = 6.07 \text{ Ton/m}^2$

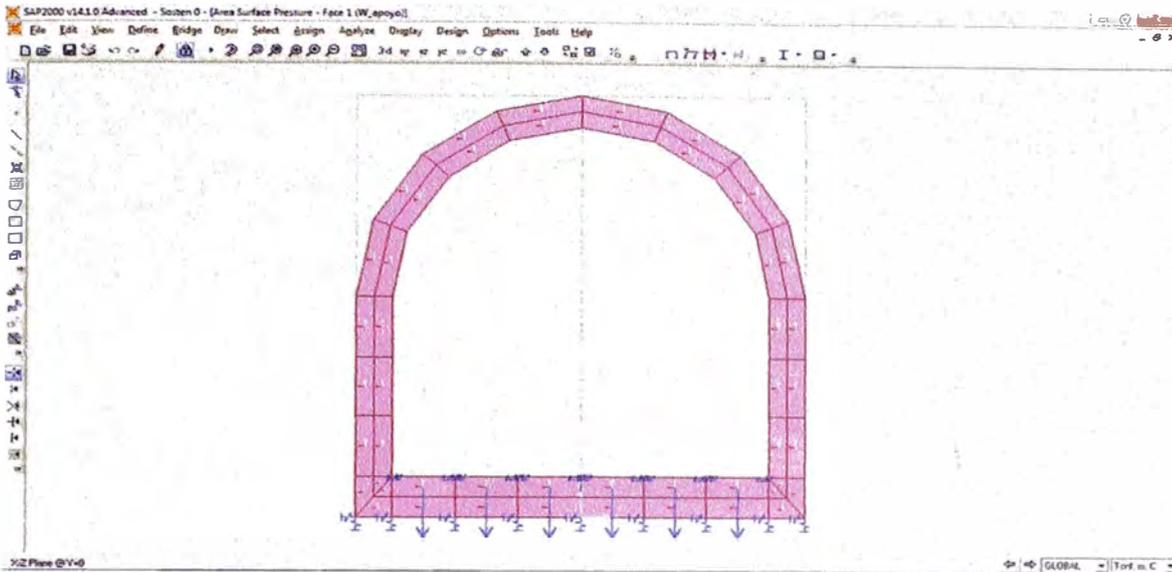


Figura 63.- Presión del apoyo interior.  
(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

### Combinación de cargas:

Para el análisis y diseño de la estructura se utilizarán combinaciones de carga que presenten las situaciones más críticas a la que es sometida el módulo de concreto armado, de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones E.060.

- COMB1 = 1.40\*D + 1.70\*  $\sigma_v$  + 1.70\*  $\sigma_h$
- COMB2 = 1.40\*D + 1.70\*  $\sigma_v$  + 1.70\*  $\sigma_h$  + 1.70\*S/C
- COMB3 = 1.40\*D + 1.70\*  $\sigma_v$ + 1.70\*S/C
- COMB4 = 1.40\*D + 1.70\*  $\sigma_h$ + 1.70\*S/C
- COMB5 = 1.40\*D + 1.40\* W\_ap + 1.70\*  $\sigma_v$  + 1.70\*  $\sigma_h$
- COMB6 = 1.40\*D + 1.40\* W\_ap + 1.70\*  $\sigma_v$  + 1.70\*  $\sigma_h$  + 1.70\*S/C
- **E = COMB1 + COMB2 + COMB3 + COMB4 + COMB5 + COMB6**

### Análisis del módulo:

Se evaluará el momento flector y las fuerzas cortantes de la envolvente de cargas "E" en el piso y la bóveda del módulo; para esto se ha hecho tres **section cut** (corte de secciones) en cada una de ellas; tal y como se muestra en la **Figura 64**.

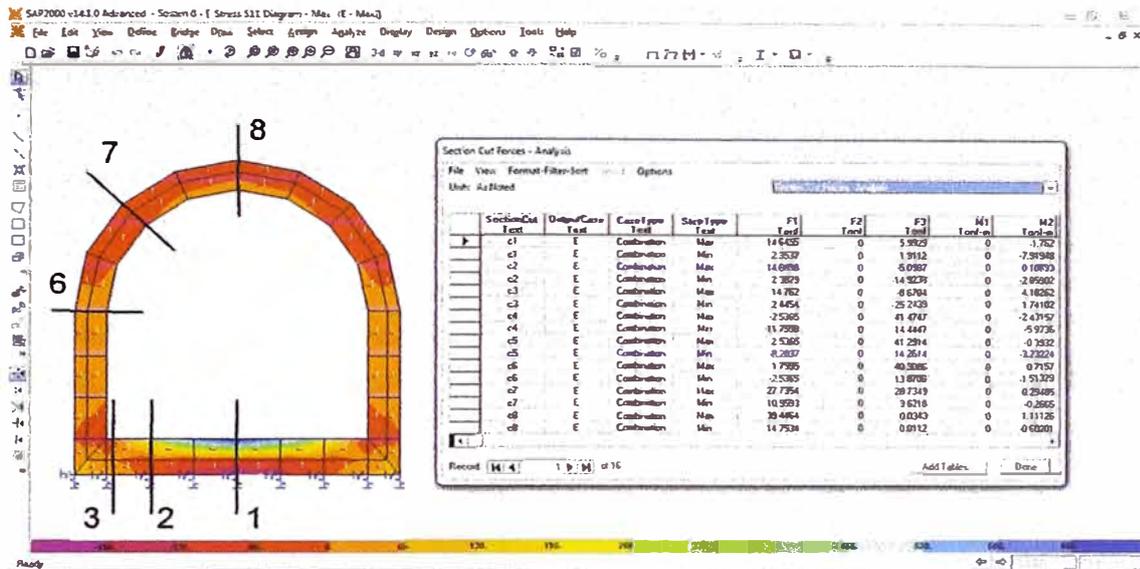


Figura 64.- Resultados del análisis del piso y la bóveda.

(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

Los resultados del análisis para el diseño del piso y de la bóveda, se muestran a continuación:

$$M_u(c1) = -7.92 \text{ Ton -m}, V_u(c1) = 5.99 \text{ Ton.}$$

$$M_u(c3) = 4.18 \text{ Ton -m}, V_u(c3) = -25.24 \text{ Ton.}$$

$$M_u(c6) = 1.51 \text{ Ton -m}, V_u(c6) = -2.54 \text{ Ton.}$$

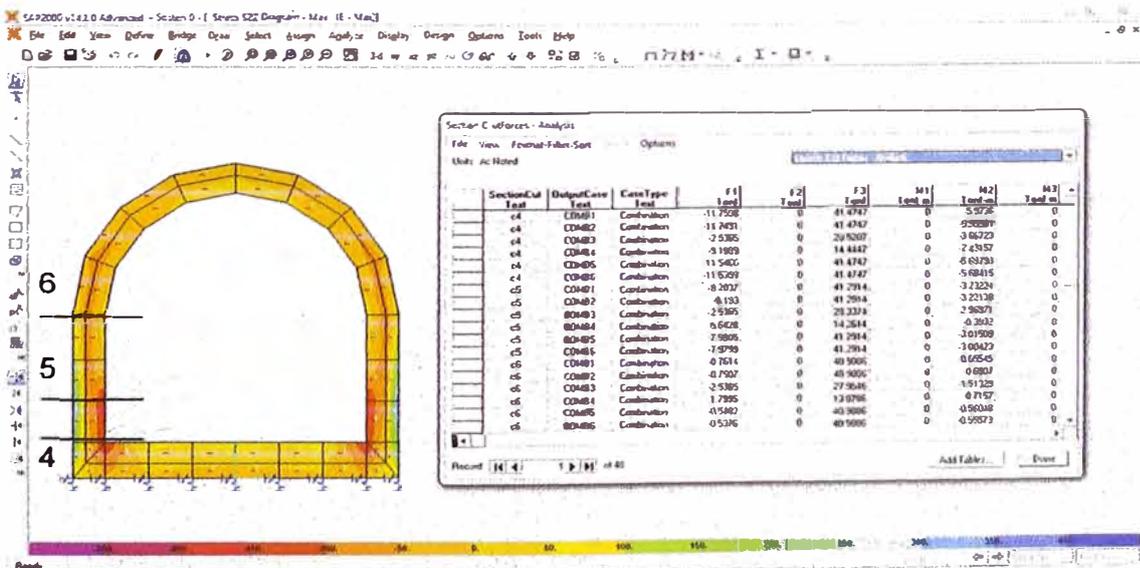


Figura 65.- Resultados del análisis del hastial.

(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

Se evaluará el momento flector y las fuerzas axiales de las combinaciones de cargas “**Comb1, Comb2, Comb3, Comb4, Comb5 y Comb6**” en los hastiales del módulo; para esto se ha hecho tres *section cut* (corte de secciones); tal y como se muestra en la *Figura 65*.

$M_u(c4) = 5.97 \text{ Ton -m}$	$P_u(c4) = 41.47 \text{ Ton}$	.....Comb1.
$M_u(c4) = 5.96 \text{ Ton -m}$	$P_u(c4) = 41.47 \text{ Ton}$	.....Comb2.
$M_u(c4) = 3.68 \text{ Ton -m}$	$P_u(c4) = 28.52 \text{ Ton}$	.....Comb3.
$M_u(c4) = 2.43 \text{ Ton -m}$	$P_u(c4) = 14.44 \text{ Ton}$	.....Comb4.
$M_u(c4) = 5.70 \text{ Ton -m}$	$P_u(c4) = 41.47 \text{ Ton}$	.....Comb5.
$M_u(c4) = 5.68 \text{ Ton -m}$	$P_u(c4) = 41.47 \text{ Ton}$	.....Comb6.
$M_u(c5) = 3.23 \text{ Ton -m}$	$P_u(c5) = 41.29 \text{ Ton}$	.....Comb1.
$M_u(c5) = 3.22 \text{ Ton -m}$	$P_u(c5) = 41.29 \text{ Ton}$	.....Comb2.
$M_u(c5) = 2.97 \text{ Ton -m}$	$P_u(c5) = 28.34 \text{ Ton}$	.....Comb3.
$M_u(c5) = 0.39 \text{ Ton -m}$	$P_u(c5) = 14.26 \text{ Ton}$	.....Comb4.
$M_u(c5) = 3.02 \text{ Ton -m}$	$P_u(c5) = 41.29 \text{ Ton}$	.....Comb5.
$M_u(c5) = 3.00 \text{ Ton -m}$	$P_u(c5) = 41.29 \text{ Ton}$	.....Comb6.
$M_u(c6) = 0.66 \text{ Ton -m}$	$P_u(c6) = 40.91 \text{ Ton}$	.....Comb1.
$M_u(c6) = 0.65 \text{ Ton -m}$	$P_u(c6) = 40.91 \text{ Ton}$	.....Comb2.
$M_u(c6) = 1.51 \text{ Ton -m}$	$P_u(c6) = 27.95 \text{ Ton}$	.....Comb3.
$M_u(c6) = 0.72 \text{ Ton -m}$	$P_u(c6) = 13.88 \text{ Ton}$	.....Comb4.
$M_u(c6) = 0.56 \text{ Ton -m}$	$P_u(c6) = 40.91 \text{ Ton}$	.....Comb5.
$M_u(c6) = 0.55 \text{ Ton -m}$	$P_u(c6) = 40.91 \text{ Ton}$	.....Comb6.

**c.3. Diseño estructural:**

Diseño del piso:

Se realizará el diseño del piso como si se tratase de una viga empotrada.

1.- Verificación de esfuerzo cortante.

$$V_n = V_u / \phi$$

$$V_c = 0.53 * b * d * f_c^{0.5}$$

Si:  $V_n > V_c$ , entonces  $V_s = V_n - V_c$

Si:  $V_c > V_n$ , entonces cuantía mínima de acero por cortante.

Siendo:

$$\phi = 0.75$$

$V_n$  = Esfuerzo cortante nominal.

$V_u$  = Esfuerzo cortante máximo.

$V_c$  = Resistencia al corte del concreto.

$V_s$  = Resistencia al corte del acero de refuerzo.

$b$  = Ancho de la estructura.

$h$  = peralte de la estructura = 0.25 m.

$d$  = peralte efectivo de la estructura (para un recubrimiento de 7.00 cm)

$f'_c$  = Resistencia a la compresión del concreto = 280.00 Kg / cm<sup>2</sup>.

Para:

$$V_u (c1) = 5.99 \text{ Ton}$$

$$V_n (c1) = 7.99 \text{ Ton}$$

$$V_c (c1) = 15.96 \text{ Ton}$$

**$V_c > V_n$ , entonces cuantía mínima de acero.**

**$h = 0.25 \text{ m}$ , entonces acero horizontal en dos capas.**

Para:

$$V_u (c3) = 25.24 \text{ Ton}$$

$$V_n (c3) = 33.65 \text{ Ton}$$

$$V_c (c3) = 15.96 \text{ Ton}$$

**$V_c < V_n$ , entonces  $V_s = 17.69 \text{ Ton}$ .**

**$h = 0.25 \text{ m}$ , entonces acero horizontal en dos capas.**

Usar:

**Estribo rectangular  $\phi 3/8$ " : 5@0.05m, 2 @ 0.10 m, Resto@0.20 m a cada lado.**

2.- Diseño por flexión.

$$A_s = M_u / (\phi * f_y * (d - a / 2))$$

$$a = A_s * f_y / (0.85 * f'_c * b)$$

$$A_s \text{ min} = 0.0018 * b * d$$

Siendo:

$$\phi = 0.90$$

a = Profundidad del bloque equivalente en compresión.

b = Ancho de la estructura.

h = peralte de la estructura = 0.25 m.

d = peralte efectivo de la estructura.

$f'_c$  = Resistencia a la compresión del concreto = 280.00 Kg / cm<sup>2</sup>.

$f_y$  = Resistencia a la tracción del acero de refuerzo = 4200.00 Kg / cm<sup>2</sup>.

$A_s$  = Área de acero.

$M_u$  = Momento último de diseño.

$A_s$  min = área de acero mínimo.

Para:

$M_u$  (c1) = 7.92 Ton – m, b = 1.00 m, h = 0.25 m, r = 4.00cm.

$A_s$  min = 3.78 cm<sup>2</sup>

$A_s$  = 11.52 cm<sup>2</sup>

Usar:

**$\phi 5/8'' @ 0.15$  m, acero longitudinal superior.**

Para:

$M_u$  (c3) = 4.18 Ton – m, b = 1.00 m, h = 0.25 m, r = 7.00cm.

$A_s$  min = 3.24 cm<sup>2</sup>

$A_s$  = 7.02 cm<sup>2</sup>

Usar:

**$\phi 1/2'' @ 0.15$  m, acero longitudinal inferior.**

#### Diseño del hastial (paredes):

Se realizará el diseño del hastial como si se tratase de una columna en flexo - compresión.

1.- Verificación por flexo - compresión.

$$P_n = 0.80 * [0.85 * f'_c * (A_g - A_{st}) + A_{st} * f_y]$$

$$C_c = 0.85 * b * a * f'_c$$

$$C_{sl} = A_{sl} * f_{sl}$$

$$T_{sl} = A_{sl} * f_{sl}$$

Si:  $c > c_b$ , entonces Condición de falla frágil.

Si:  $c < c_b$ , entonces Condición de falla dúctil.

Siendo:

$\phi$  = factor de reducción de resistencia en columnas = 0.70

$P_n$  = Carga axial nominal.

$A_g$  = Área total de la sección transversal de la columna.

$A_s$  = Área total de acero.

$C_{si}$  = Esfuerzos del concreto en estado de falla.

$C_{si}$  = Esfuerzos del acero en estado de falla.

$b$  = Ancho de la estructura.

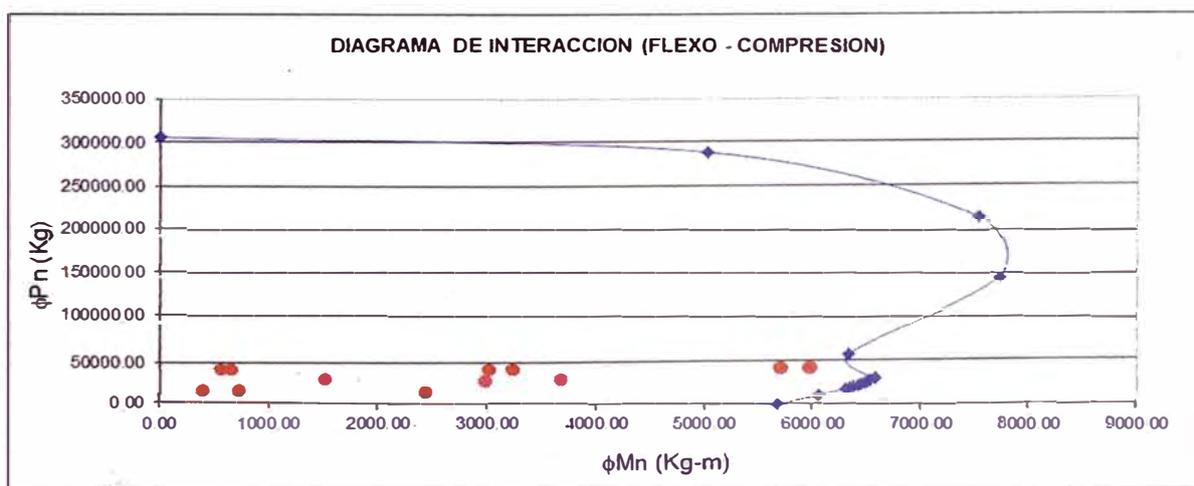
$h$  = peralte de la estructura = 0.15 m.

$d$  = peralte efectivo de la estructura (para un recubrimiento de 7.50 cm)

$f'_c$  = Resistencia a la compresión del concreto = 280.00 Kg / cm<sup>2</sup>.

$f_y$  = Resistencia a la tracción del acero de refuerzo = 4200.00 Kg / cm<sup>2</sup>.

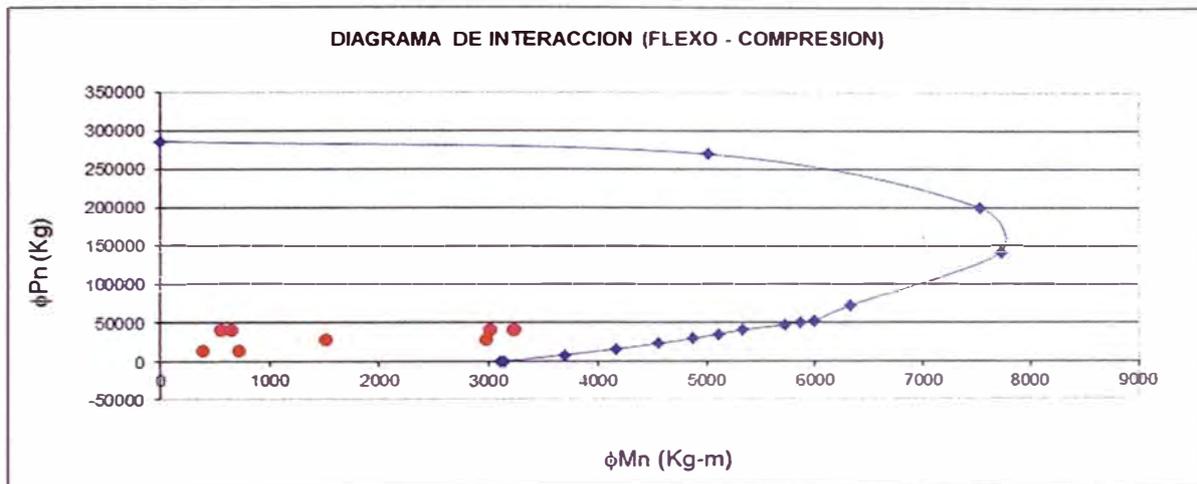
En la *Figura 66* se muestra el diagrama de interacción del hastial, en el que se ha considerado un área de acero de **17.78 cm<sup>2</sup>** en la base correspondiente a la section cut 4. Los puntos rojos representan los estados de carga del corte en las combinaciones.



**Figura 66.- Diagrama de interacción para section cut 4.**

(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

En la *Figura 67* se muestra el diagrama de interacción del hastial, en el que se ha considerado un área de acero de **8.89 cm<sup>2</sup>** a 0.27 m por encima de la base correspondiente a section cut 5 y section cut 6. Los puntos rojos representan los estados de carga de los cortes en las combinaciones.



**Figura 67.- Diagrama de interacción para section cut 5 y section cut 6.**

(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

Diseño de la bóveda:

Se realizará el diseño de la bóveda como si se tratase de una viga empotrada.

1.- Verificación de esfuerzo cortante.

$$V_n = V_u / \phi$$

$$V_c = 0.53 \cdot b \cdot d \cdot f_c^{0.5}$$

Si:  $V_n > V_c$ , entonces  $V_s = V_n - V_c$

Si:  $V_c > V_n$ , entonces cuantía mínima de acero por cortante.

Siendo:

$$\phi = 0.75$$

$V_n$  = Esfuerzo cortante nominal.

$V_u$  = Esfuerzo cortante máximo.

$V_c$  = Resistencia al corte del concreto.

$V_s$  = Resistencia al corte del acero de refuerzo.

$b$  = Ancho de la estructura.

$h$  = peralte de la estructura = 0.20 m.

$d$  = peralte efectivo de la estructura (para un recubrimiento de 9.50 cm)

$f'_c$  = Resistencia a la compresión del concreto = 280.00 Kg / cm<sup>2</sup>.

Para:

$V_u$  (c6) = 2.54 Ton

$V_n$  (c6) = 3.39 Ton

$V_c$  (c6) = 8.87 Ton

$V_c > V_n$ , entonces cuantía mínima de acero.

$h = 0.15$  m, entonces acero horizontal en una capa.

## 2.- Diseño por flexión.

$$A_s = M_u / (\phi * f_y * (d - a / 2))$$

$$a = A_s * f_y / (0.85 * f'_c * b)$$

$$A_s \text{ min} = 0.0018 * b * d$$

Siendo:

$\phi = 0.90$

$a$  = Profundidad del bloque equivalente en compresión.

$b$  = Ancho de la estructura.

$h$  = peralte de la estructura = 0.20 m.

$d$  = peralte efectivo de la estructura (para un recubrimiento de 9.50 cm)

$f'_c$  = Resistencia a la compresión del concreto = 280.00 Kg / cm<sup>2</sup>.

$f_y$  = Resistencia a la tracción del acero de refuerzo = 4200.00 Kg / cm<sup>2</sup>.

$A_s$  = Área de acero.

$M_u$  = Momento último de diseño.

$A_s \text{ min}$  = área de acero mínimo.

Para:

$M_u$  (c6) = 1.51 Ton – m,  $b = 1.00$  m,  $h = 0.20$  m.

$A_s \text{ min} = 1.80$  cm<sup>2</sup>

$A_s = 4.73$  cm<sup>2</sup>

Usar:

$\phi 1/2'' @ 0.15$  m, acero longitudinal (principal).

$\phi 3/ 8'' @ 0.30$  m, acero por montaje.

## Análisis y diseño alcantarilla circular metálica.

### d.1. Datos generales:

- Peso específico del suelo ( $\gamma_s$ ) = 1.80 Ton/m<sup>3</sup>.
- Angulo de fricción del suelo ( $\phi$ ) = 31.40°.
- Cohesión del suelo (c) = 0.00 Ton/m<sup>2</sup>.
- Altura de la cobertura (h) = 8.50 m.
- Diámetro de la tubería (D) = 1.80 m.
- Carga viva, CV, = H 20.
- Presión admisible para cimentaciones rectangulares ( $\sigma_s$ ) = 74.50 Ton/m<sup>2</sup>.

### d.2. Análisis estructural:

- 1.- Densidad (compactación) necesaria para el relleno.

El terreno que circunda la tubería es relleno compactado, por tal motivo se considerara para el proyecto un mínimo de humedad de 85% para la prueba de proctor modificado.

- 2.- Cálculo de la presión para el diseño.

$$P_p = K*(CM + CV)$$

Siendo:

K = 0.86, de acuerdo a la *Figura 68*.

CM =  $h*\gamma_s + \sigma_{asf}$  = Carga muerta.

$\sigma_{asf}$  = 0.10 Ton/m<sup>2</sup> = Presión de la carpeta asfáltica.

CV = Carga viva, es despreciable para coberturas mayores a 2.40 m de acuerdo a la *Cuadro 3* = 0.00 Ton/m<sup>2</sup>

$$P_p = 13.25 \text{ Ton/m}^2.$$

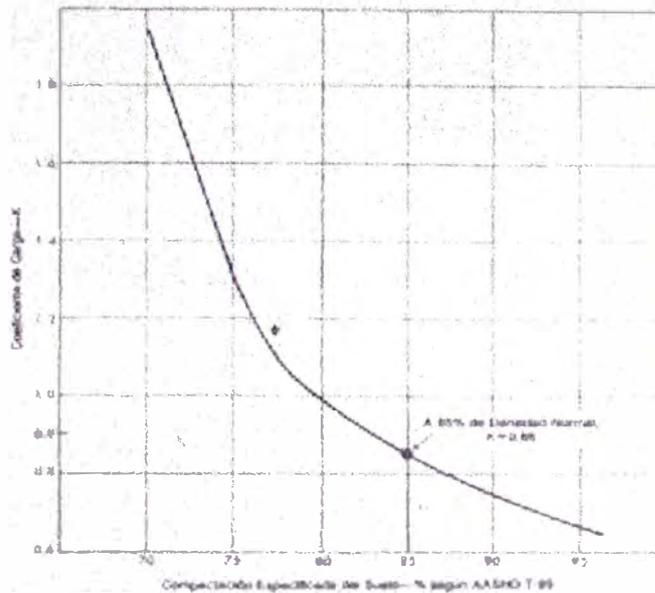
- 3.- Cálculo de la compresión anular.

$$C = P_p * D / 2$$

Siendo:

$P_p$  = Presión para el diseño.

$$C = 23.85 \text{ Ton/m}$$



**Figura 68.- Coeficientes de carga para tuberías de acero.**

(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

Carga Carretera H 20**		Carga Ferroviaria E 80**	
Altura de la Cobertura, en m	Carga, Kgs por m <sup>2</sup>	Altura de la Cobertura, en m	Carga, Kgs por m <sup>2</sup>
0.30	8788	0.50	18 853
0.60	4395	1.50	11 718
0.90	2929	2.40	7 812
1.20	1953	3.00	5 324
1.50	1221	3.60	3 909
1.80	978	4.50	2 922
2.10	854	6.00	1 465
2.40	488	9.00	492

\* Omitase la carga viva cuando sea inferior a 488 kgs/m<sup>2</sup>, empleese únicamente la carga muerta

**Cuadro 4.- Cargas vivas carretera y ferroviaria.**

(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

**d.3. Diseño estructural:**

1.- Cálculo del esfuerzo admisible para la pared de la tubería.

$$f_c = f_b / 2$$

Siendo:

$f_b$  = Límite de esfuerzo de la pared. De acuerdo a la Cuadro 4 para corrugaciones de 67.70mm x 12.70mm ( $2^{23}$  x  $\frac{1}{2}$ " ) = 1820.00 Kg/cm<sup>2</sup>.

$$f_c = 910.00 \text{ Kg/cm}^2$$

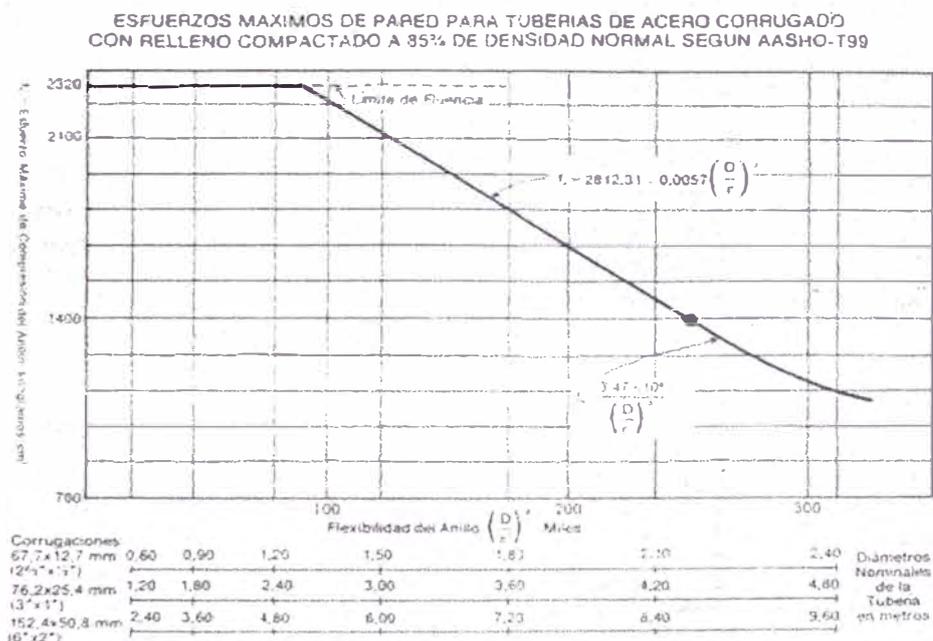
2.- Cálculo del área de corte transversal de la pared.

$$A = C / f_c$$

Siendo:

$f_c$  = Esfuerzo admisible para la pared.

$A = 26.21 \text{ cm}^2/\text{m}$ . De acuerdo a la Cuadro 5, un espesor especificado de  $3.505 \text{ mm}$  proporciona una superficie de pared, sin revestimiento, de  $36.91 \text{ cm}^2/\text{m}$ .



Cuadro 5.- Esfuerzos máximos de pared o pandeo para tuberías de acero corrugado de distintos diámetros y corrugaciones.

(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

3.- Verificación de la rigidez para el manipuleo.

$$CF = D^2 / (E \cdot I)$$

Siendo:

CF = Coeficiente de flexibilidad < 0.242 cm/Kg máx.

D = Diámetro de la tubería, en cm = **180.00 cm**.

E = Módulo de elasticidad = **2110000.00 Kg/cm<sup>2</sup>**

I = Momento de inercia, cm<sup>4</sup>/cm = **0.074** (ver Figura 68)

**CF = 0.208 cm/Kg < 0.242 cm/Kg.....OK**

**Usar:**

**Corrugación de 67.70mm x 12.70mm, con espesor de 3.505mm.**

**Cuadro 6.- Propiedades de las chapas y planchas de acero corrugado para conductos subterráneos.**

(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

**Bibliografía consultada:**

- Ministerio de Vivienda y Construcción: “Reglamento Nacional de Edificaciones”. Lima – Perú, 2010.
- Morales Morales, Roberto: “Diseño en Concreto Armado”. Fondo editorial ICG, 3ra edición. Lima – Perú, 2006.
- Apuntes de clase de los cursos: drenaje y análisis estructural II. UNI. Lima – Perú, 2009.

## 5.2 Planeamiento y Presupuesto de las alternativas.

El planeamiento se efectúa con la finalidad de contar con un cronograma gráfico (Gantt con ayuda del MS Project), cronograma valorizado, plan de utilización de recursos, cantidad de personal y equipo que se utilizará. Además de conocer el tiempo real de ejecución.

El conjunto del proyecto será descompuesto en segmentos más pequeños y manejables con suficiente detalle que son las actividades, organizando el proyecto de acuerdo al proceso constructivo. Se agruparan convenientemente las actividades para obtener las partidas del presupuesto.

Este proceso también es conocido como faseado o Estructura de División del Trabajo (EDT) o (WBS siglas en inglés).

### 5.2.1 Planeamiento de las alternativas.

#### 5.2.1.1 Alternativa N°01: "Concreto lanzado".

Esta alternativa plantea construir el proyecto en cinco semanas en jornada diaria de ocho horas de lunes a viernes (sin incluir feriados). La obra consta de tres fases, la primera fase corresponde a OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD, la segunda fase corresponde a la PRIMERA ETAPA CONSTRUCCION de las estructuras, y la tercera fase corresponde a la SEGUNDA ETAPA CONSTRUCCION de las estructuras.

En la *Figura 69*, se observan las tres fases de la ejecución de la obra en barras Gantt de color verde; así mismo, se puede notar que la segunda y tercera fase están separados por un lapso de una semana, la cual corresponde al tiempo necesario para la colocación a través del túnel de la nueva tubería forzada de  $\phi$  0.90 m por parte de la empresa contratista encargada de esta actividad.

En la *Figura 70*, se observa que la primera fase tiene una duración de cinco semanas y está conformada por la construcción de las siguientes subfases: **Obras provisionales, trabajos preliminares, seguridad y salud, y movilización de campamento, materiales, equipos y herramientas.**



Figura 69.- Fases de obra.

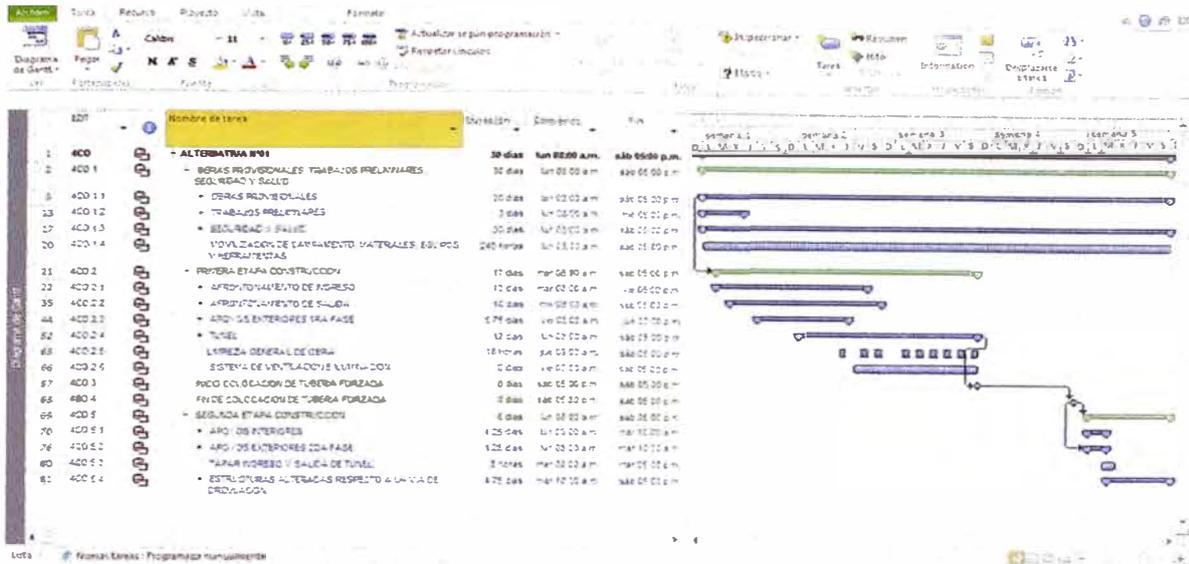
(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

La segunda fase (PRIMERA ETAPA CONSTRUCCION) tiene una duración de tres semanas aproximadamente y está conformada por la construcción de las siguientes subfases: **Afrontamiento de ingreso, afrontamiento de salida, apoyos exteriores** (1ra fase de vaciado de concreto), **túnel, limpieza general de obra**, y el **sistema de ventilación e iluminación**.

La tercera fase (SEGUNDA ETAPA CONSTRUCCION) tiene una duración de una semana y está conformada por la construcción de las siguientes subfases: **Apoyos interiores, apoyos exteriores** (2da fase de vaciado de concreto), **tapar ingreso y salida de túnel**, y las **estructuras alteradas respecto a la vía de circulación**.

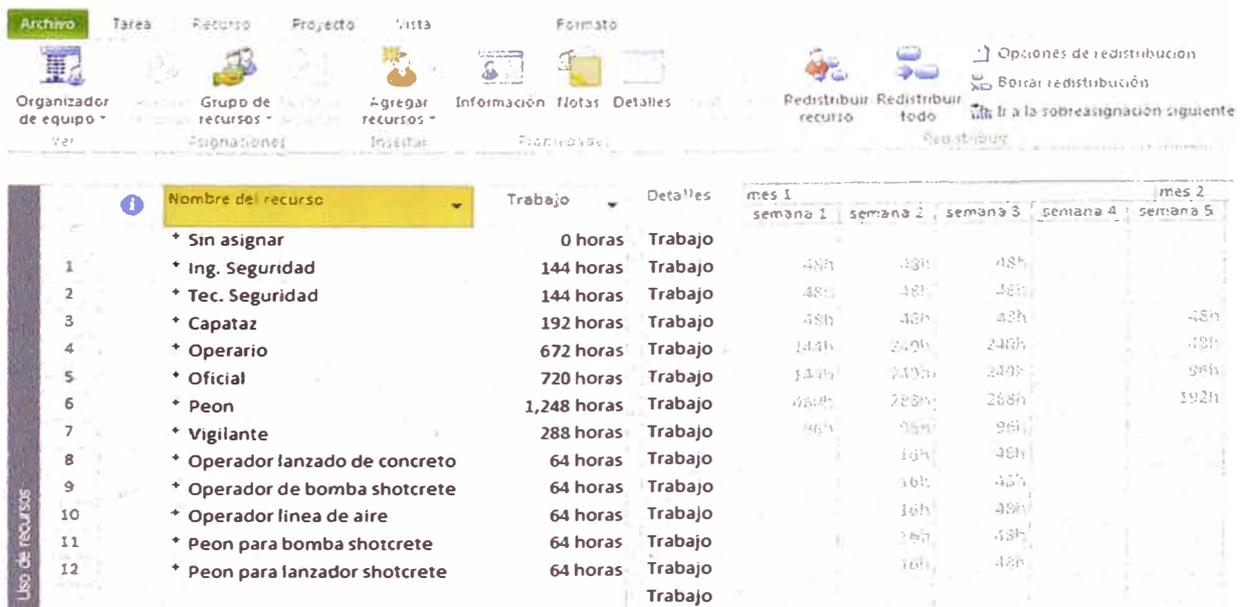
En la *Figura 71*, se observan la distribución por semana del recurso mano de obra, se puede distinguir la mano de obra especializada utilizada para la construcción del túnel específicamente de la actividad "CONCRETO LANZADO  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ ".

La cuadrilla subcontratada junto con el equipo shotcrete está conformada por: **Operador lanzado de concreto, operador de bomba shotcrete, operador línea de aire, peón para bomba shotcrete, y peón para lanzador de shotcrete**.



**Figura 70.- Fases y Subfases de obra.**  
 (Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

Se muestra a continuación la distribución por semana del recurso mano de obra en la la *Figura 71*, el cálculo del recurso mano de obra (metrado y cuadrillas de trabajo) en el *Cuadro 7* y el Cronograma de Obra de la Alternativa N°01.

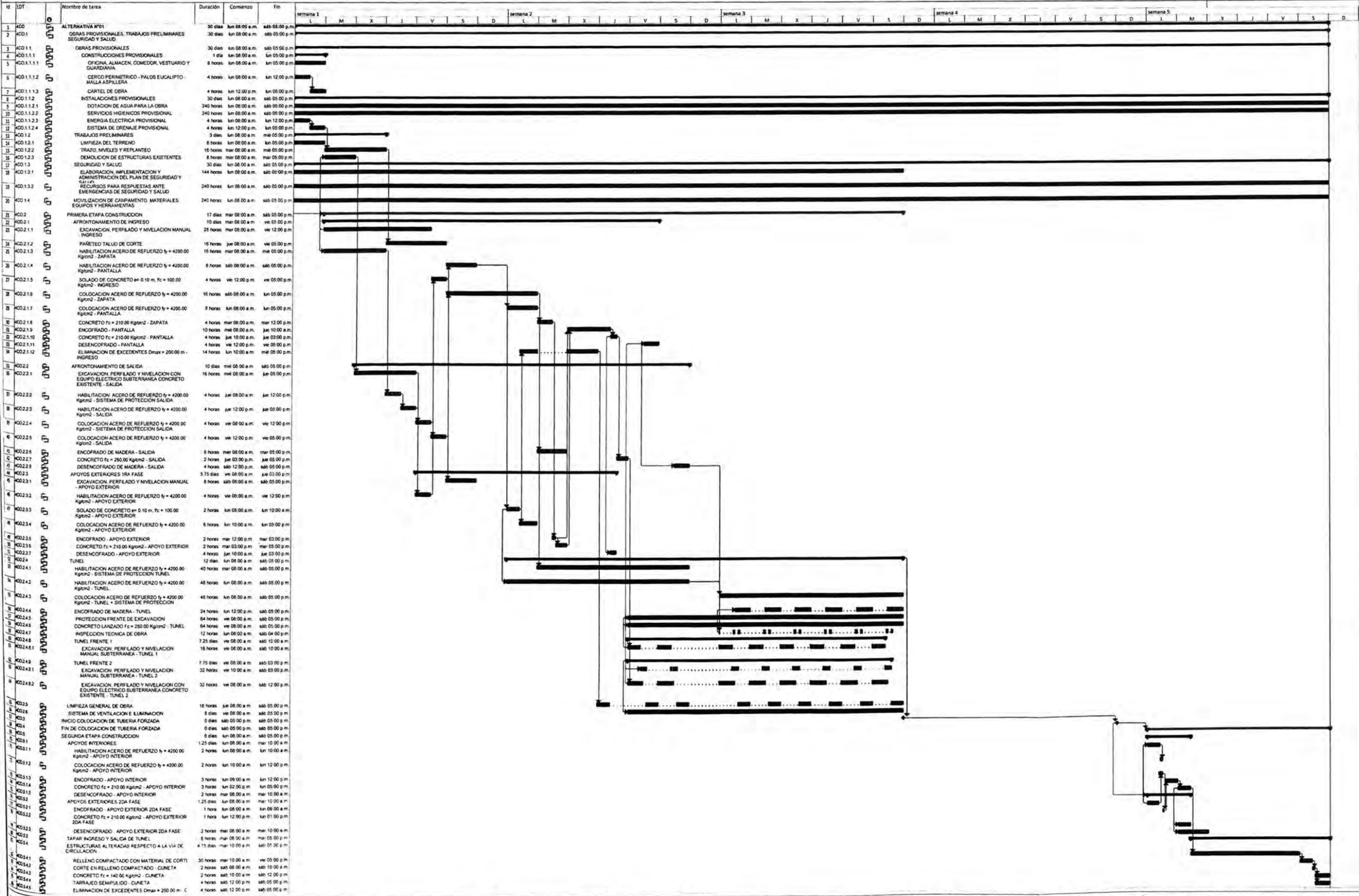


**Figura 71.- Distribución del recurso mano de obra.**  
 (Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

EDT	NOMBRE DE LA TAREA	UND.	CANT.	CUADRILLAS DE TRABAJO					DURACION (HORAS)
				REND. CALCULADO	CAPATAZ	OPERARIO	OFICIAL	PEON	
4CO	ALTERNATIVA N°01								
4CO.1	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD								
4CO.1.1	OBRAS PROVISIONALES								
4CO.1.1.1	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES								
4CO.1.1.1.1	OFICINA, ALMACEN, COMEDOR, VESTUARIO Y GUARDIANA	m2	27.00	27.00	0.25	2.00	2.00	4.00	5.00
4CO.1.1.1.2	CERCO PERIMETRICO - PALOS EUCAUPTO - MALLA ASPILLERA	m	96.00	192.00	0.25	0.00	1.00	1.00	4.00
4CO.1.1.1.3	CARTEL DE OBRA	und	1.00	2.00	0.25	0.00	1.00	1.00	4.00
4CO.1.1.2	INSTALACIONES PROVISIONALES								
4CO.1.1.2.1	DOTACION DE AGUA PARA LA OBRA	glb	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	255.00
4CO.1.1.2.2	SERVICIOS HIGIENICOS PROVISIONAL	glb	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	255.00
4CO.1.1.2.3	ENERGIA ELECTRICA PROVISIONAL	glb	1.00	2.00	0.25	1.00	0.00	1.00	4.00
4CO.1.1.2.4	SISTEMA DE DRENAJE PROVISIONAL	glb	1.00	2.00	0.25	1.00	0.00	1.00	4.00
4CO.1.2	TRABAJOS PRELIMINARES								
4CO.1.2.1	LIMPIEZA DEL TERRENO	m2	69.70	69.70	0.25	0.00	0.00	4.00	8.00
4CO.1.2.2	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO	m2	69.70	34.85	0.25	1.00	0.00	1.00	16.00
4CO.1.2.3	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES	m3	2.25	2.25	0.25	1.00	2.00	0.00	8.00
4CO.1.3	SEGURIDAD Y SALUD								
4CO.1.3.1	ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	d	18.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	192.00
4CO.1.3.2	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS DE SEGURIDAD Y SALUD	d	30.00	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	288.00
4CO.1.4	MOVILIZACION DE CAMPAMENTO, MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	glb	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	288.00
4CO.2	PRIMERA ETAPA CONSTRUCCION								
4CO.2.1	AFRONTAMIENTO DE INGRESO								
4CO.2.1.1	EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION MANUAL - INGRESO	m3	87.80	25.09	0.25	0.00	0.00	9.00	25.00
4CO.2.1.2	PANETEADO TALUD DE CORTE	m2	48.10	24.05	0.25	1.00	0.00	1.00	16.00
4CO.2.1.3	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - ZAPATA	Kg	495.20	247.60	0.25	1.00	1.00	0.00	16.00
4CO.2.1.4	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - PANTALLA	Kg	626.05	313.03	0.25	2.00	2.00	0.00	8.00
4CO.2.1.5	SOLADO DE CONCRETO e = 0.10 m, fc = 100.00 Kg/cm2 - INGRESO	m2	12.70	25.40	0.50	1.00	2.00	9.00	4.00
4CO.2.1.6	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - ZAPATA	Kg	495.20	247.60	0.25	1.00	1.00	0.00	16.00
4CO.2.1.7	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - PANTALLA	Kg	626.05	313.03	0.25	2.00	2.00	0.00	8.00
4CO.2.1.8	CONCRETO fc = 210.00 Kg/cm2 - ZAPATA	m3	9.80	19.60	0.50	2.00	2.00	6.00	4.00
4CO.2.1.9	ENCOFRADO - PANTALLA	m2	50.35	40.28	0.50	3.00	3.00	0.00	10.00
4CO.2.1.10	CONCRETO fc = 210.00 Kg/cm2 - PANTALLA	m3	8.10	16.20	0.50	2.00	2.00	6.00	4.00
4CO.2.1.11	DESENCOFRADO - PANTALLA	m2	50.35	100.70	0.13	1.00	1.00	0.00	4.00
4CO.2.1.12	ELIMINACION DE EXCEDENTES Dmax = 200.00 m - INGRESO	m3	107.20	61.26	0.25	0.00	0.00	6.00	14.00
4CO.2.2	AFRONTAMIENTO DE SALIDA								
4CO.2.2.1	EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION CON EQUIPO ELECTRICO SUBTERRANEA	m3	4.50	2.25	0.25	1.00	2.00	0.00	16.00
4CO.2.2.2	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SISTEMA DE PROTECCION	Kg	114.40	228.80	0.25	1.00	1.00	0.00	4.00
4CO.2.2.3	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SALIDA	Kg	129.10	258.20	0.25	1.00	1.00	0.00	4.00
4CO.2.2.4	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SISTEMA DE PROTECCION	Kg	114.40	228.80	0.25	1.00	1.00	0.00	4.00
4CO.2.2.5	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SALIDA	Kg	129.10	258.20	0.25	1.00	1.00	0.00	4.00
4CO.2.2.6	ENCOFRADO DE MADERA - SALIDA	m2	10.70	10.70	0.25	1.00	1.00	0.00	8.00
4CO.2.2.7	CONCRETO fc = 280.00 Kg/cm2 - SALIDA	m3	2.45	9.80	0.50	3.00	3.00	6.00	2.00
4CO.2.2.8	DESENCOFRADO DE MADERA - SALIDA	m2	10.70	21.40	0.13	1.00	1.00	0.00	4.00
4CO.2.3	APOYOS EXTERIORES 1RA FASE								
4CO.2.3.1	EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION MANUAL - APOYO EXTERIOR	m3	19.30	19.30	0.50	0.00	0.00	10.00	8.00
4CO.2.3.2	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR	Kg	220.20	440.40	0.25	1.00	2.00	0.00	4.00
4CO.2.3.3	SOLADO DE CONCRETO e = 0.10 m, fc = 100.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR	m2	2.40	9.60	0.25	1.00	1.00	6.00	2.00
4CO.2.3.4	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR	Kg	220.20	293.80	0.25	1.00	1.00	0.00	8.00
4CO.2.3.5	ENCOFRADO - APOYO EXTERIOR	m2	9.45	37.80	0.50	2.00	2.00	6.00	2.00
4CO.2.3.6	CONCRETO fc = 210.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR	m3	3.20	12.80	0.50	2.00	2.00	6.00	2.00
4CO.2.3.7	DESENCOFRADO - APOYO EXTERIOR	m2	9.45	18.90	0.25	1.00	1.00	0.00	4.00
4CO.2.4	TUNEL								
4CO.2.4.1	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SISTEMA DE PROTECCION	Kg	1258.05	232.97	0.13	1.00	1.00	0.00	40.00
4CO.2.4.2	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - ARMADURA TUNEL	Kg	1891.00	291.82	0.13	1.00	1.00	0.00	48.00
4CO.2.4.3	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - TUNEL + SISTEMA DE	Kg	3149.05	485.96	0.13	2.00	2.00	0.00	48.00
4CO.2.4.4	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MADERA - TUNEL	m2	45.10	13.92	0.13	1.00	1.00	0.00	24.00
4CO.2.4.5	PROTECCION FRENTE DE EXCAVACION	glb	1.00	1.00	0.13	1.00	1.00	0.00	64.00
4CO.2.4.6	CONCRETO LANZADO fc = 280.00 Kg/cm2 - TUNEL	m3	64.00	8.00	0.25	1.00	1.00	0.00	64.00
4CO.2.4.7	INSPECCION TECNICA DE OBRA	glb	1.00	1.00	0.50	0.00	0.00	0.00	12.00
4CO.2.4.8	TUNEL FRENTE 1								
4CO.2.4.8.1	EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION MANUAL SUBTERRANEA - TUNEL 1	m3	21.50	10.75	0.25	0.00	0.00	6.00	16.00
4CO.2.4.8.2	TUNEL FRENTE 2								
4CO.2.4.9.1	EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION MANUAL SUBTERRANEA - TUNEL 2	m3	23.10	5.78	0.13	0.00	0.00	8.00	32.00
4CO.2.4.9.2	EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION CON EQUIPO ELECTRICO SUBTERRANEA	m3	14.80	3.65	0.13	1.00	1.00	0.00	32.00
4CO.2.6	LIMPIEZA GENERAL DE OBRA	glb	1.00	1.00	0.50	0.00	0.00	6.00	18.00
4CO.3	SISTEMA DE VENTILACION E ILUMINACION								
4CO.3	INICIO COLOCACION DE TUBERIA FORZADA								
4CO.4	FIN DE COLOCACION DE TUBERIA FORZADA								
4CO.5	SEGUNDA ETAPA CONSTRUCCION								
4CO.5.1	APOYOS INTERIORES								
4CO.5.1.1	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - APOYO INTERIOR	Kg	80.30	241.20	0.50	0.00	2.00	2.00	2.00
4CO.5.1.2	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - APOYO INTERIOR	Kg	80.30	241.20	0.50	0.00	2.00	2.00	2.00
4CO.5.1.3	ENCOFRADO - APOYO INTERIOR	m2	2.75	7.33	0.50	1.00	0.00	2.00	3.00
4CO.5.1.4	CONCRETO fc = 210.00 Kg/cm2 - APOYO INTERIOR	m3	3.30	8.80	1.00	1.00	2.00	4.00	3.00
4CO.5.1.5	DESENCOFRADO - APOYO INTERIOR	m2	2.75	11.00	0.50	0.00	2.00	4.00	2.00
4CO.5.2	APOYOS EXTERIORES 2DA FASE								
4CO.5.2.1	ENCOFRADO - APOYO EXTERIOR 2DA FASE	m2	0.40	3.20	0.50	1.00	0.00	2.00	1.00
4CO.5.2.2	CONCRETO fc = 210.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR 2DA FASE	m3	0.20	1.80	1.00	1.00	2.00	4.00	1.00
4CO.5.2.3	DESENCOFRADO - APOYO EXTERIOR 2DA FASE	m2	0.40	1.80	0.50	1.00	0.00	0.00	2.00
4CO.5.3	TAPAR INGRESO Y SALIDA DE TUNEL	glb	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00
4CO.5.4	ESTRUCTURAS ALTERADAS RESPECTO A LA VIA DE CIRCULACION								
4CO.5.4.1	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE CORTE	m3	74.85	19.96	1.00	1.00	2.00	4.00	30.00
4CO.5.4.2	CORTE EN RELLENO COMPACTADO - CUNETAS	m3	3.75	15.00	1.00	1.00	2.00	4.00	2.00
4CO.5.4.3	CONCRETO fc = 140.00 Kg/cm2 - CUNETAS	m3	0.95	3.60	1.00	1.00	2.00	4.00	2.00
4CO.5.4.4	ACABADO SEMIPULIDO - CUNETAS	m2	18.10	36.20	0.50	1.00	2.00	0.00	4.00
4CO.5.4.5	ELIMINACION DE EXCEDENTES Dmax = 200.00 m - CUNETAS	m3	5.25	10.50	0.50	0.00	0.00	4.00	4.00
				TOTAL HH	192.0	872.0	720.0	1248.0	

Cuadro 7.- Cálculo del recurso mano de obra.

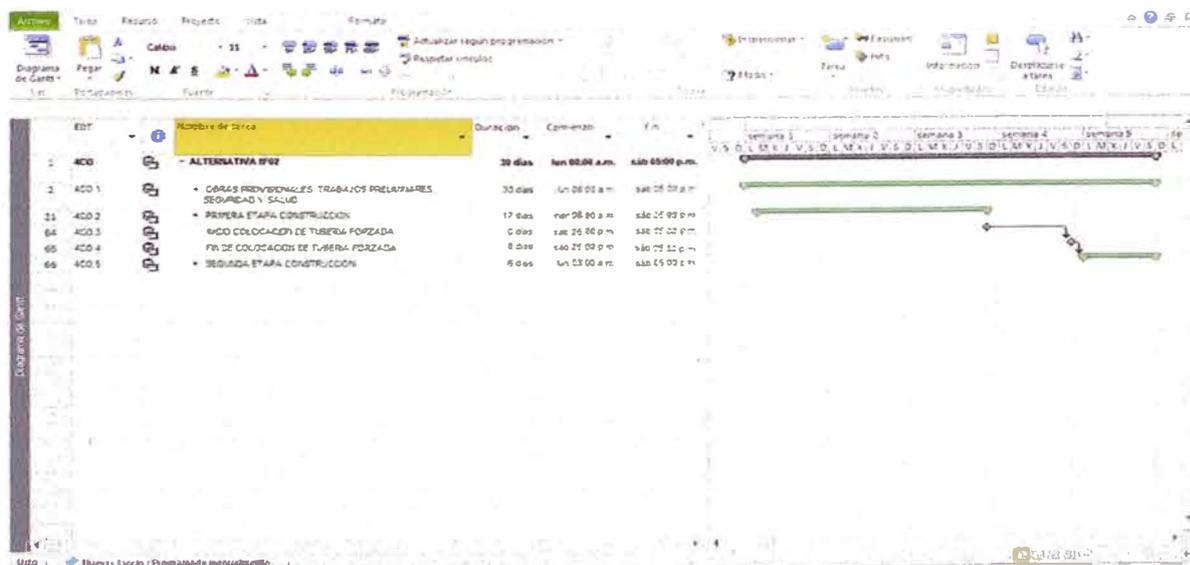
(Fuente: Propia del autor, DIC 2011)



### 5.2.1.2 Alternativa N°02: “Método de Tunnel Liner”.

Esta alternativa plantea construir el proyecto en cinco semanas en jornada diaria de ocho horas de lunes a viernes (sin incluir feriados). La obra consta de tres fases, la primera fase corresponde a OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD, la segunda fase corresponde a la PRIMERA ETAPA CONSTRUCCION de las estructuras, y la tercera fase corresponde a la SEGUNDA ETAPA CONSTRUCCION de las estructuras.

En la *Figura 72*, se observan las tres fases de la ejecución de la obra en barras Gantt de color verde; así mismo, se puede notar que la segunda y tercera fase están separados por un lapso de una semana, la cual corresponde al tiempo necesario para la colocación a través del túnel de la nueva tubería forzada de  $\phi$  0.90 m por parte de la empresa contratista encargada de esta actividad.



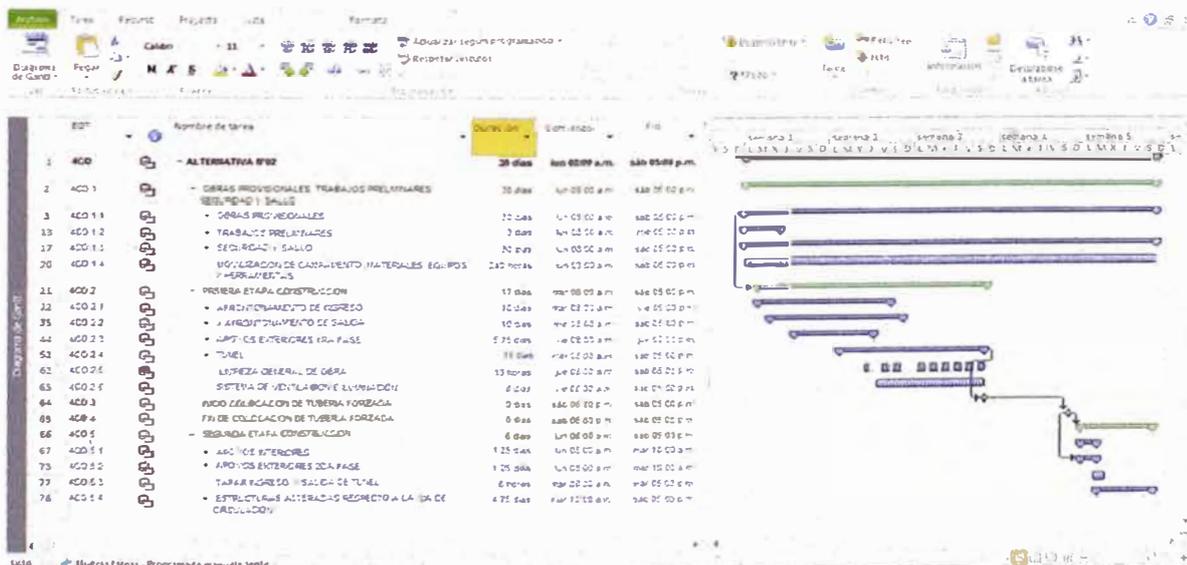
**Figura 72.- Fases de obra.**

(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

En la *Figura 73*, se observa que la primera fase tiene una duración de cinco semanas y está conformada por la construcción de las siguientes subfases: **Obras provisionales, trabajos preliminares, seguridad y salud, y movilización de campamento, materiales, equipos y herramientas.**

La segunda fase (PRIMERA ETAPA CONSTRUCCION) tiene una duración de tres semanas aproximadamente y está conformada por la construcción de las siguientes subfases: **Afrontamiento de ingreso, afrontamiento de salida, apoyos exteriores (1ra fase de vaciado de concreto), túnel, limpieza general de obra, y el sistema de ventilación e iluminación.**

La tercera fase (SEGUNDA ETAPA CONSTRUCCION) tiene una duración de una semana y está conformada por la construcción de las siguientes subfases: **Apoyos interiores, apoyos exteriores (2da fase de vaciado de concreto), tapar ingreso y salida de túnel, y las estructuras alteradas respecto a la vía de circulación.**



**Figura 73.- Fases y Subfases de obra.**

(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

Se muestra a continuación la distribución por semana del recurso mano de obra en la *Figura 74*, el cálculo del recurso mano de obra (metrado y cuadrillas de trabajo) en el *Cuadro 8* y el Cronograma de Obra de la Alternativa N°02.

	Nombre del recurso	Trabajo	Detalles	mes 1					mes 2						
				semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5		
	† Sin asignar	0 horas	Trabajo												
1	† Ing. Seguridad	144 horas	Trabajo	48h	48h	48h									
2	† Tec. Seguridad	144 horas	Trabajo	48h	48h	48h									
3	† Capataz	192 horas	Trabajo	48h	48h	48h								48h	
4	† Operario	528 horas	Trabajo	144h	192h	144h								48h	
5	† Oficial	576 horas	Trabajo	144h	192h	144h								96h	
6	† Peon	1,248 horas	Trabajo	480h	288h	288h								192h	
7	† Vigilante	288 horas	Trabajo	96h	96h	96h									
			Trabajo												
			Trabajo												
			Trabajo												
			Trabajo												
			Trabajo												
			Trabajo												

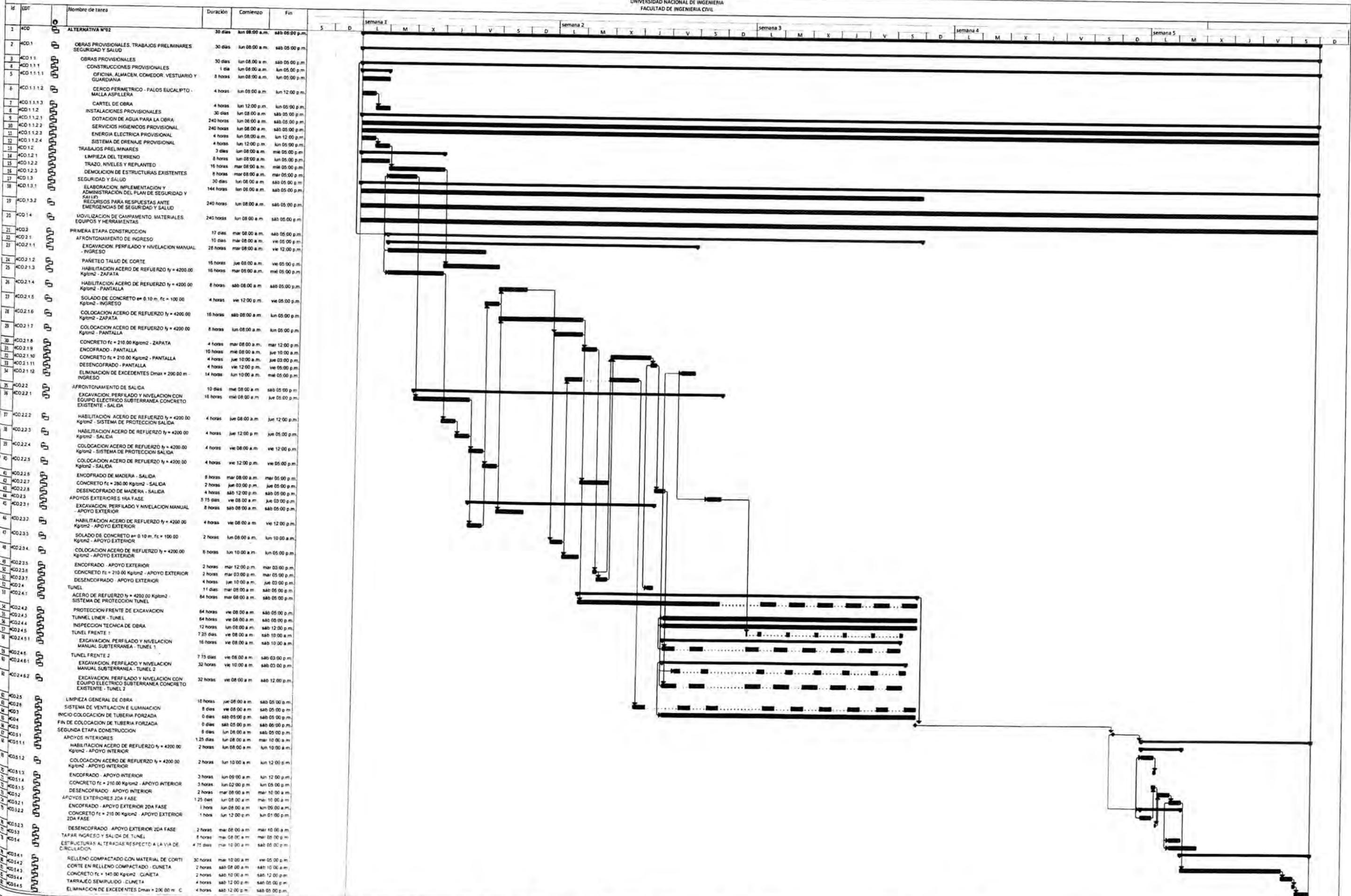
**Figura 74.- Distribución del recurso mano de obra.**

(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

EDT	NOMBRE DE LA TAREA	UND	CANT.	CUADRILLAS DE TRABAJO					DURACION (HORAS)
				REND. CALCULADO	CAPATAZ	OPERARIO	OFICIAL	PEON	
4CO	ALTERNATIVA N°02								
4CO.1	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD								
4CO.1.1	OBRAS PROVISIONALES								
4CO.1.1.1	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES								
4CO.1.1.1.1	OFICINA, ALMACEN, COMEDOR, VESTUARIO Y GUARDIANA	m2	27.00	27.00	0.25	2.00	2.00	4.00	8.00
4CO.1.1.1.1	CERCO PERIMETRICO - PALOS EUCALIPTO - MALLA ASPILLERA	m	96.00	192.00	0.25	0.00	1.00	1.00	4.00
4CO.1.1.1.1	CARTEL DE OBRA	und	1.00	2.00	0.25	0.00	1.00	1.00	4.00
4CO.1.1.2	INSTALACIONES PROVISIONALES								
4CO.1.1.2.1	DOTACION DE AGUA PARA LA OBRA	glb	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	288.00
4CO.1.1.2.1	SERVICIOS HIGIENICOS PROVISIONAL	glb	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	288.00
4CO.1.1.2.1	ENERGIA ELECTRICA PROVISIONAL	glb	1.00	2.00	0.25	1.00	0.00	1.00	4.00
4CO.1.1.2.1	SISTEMA DE DRENAJE PROVISIONAL	glb	1.00	2.00	0.25	1.00	0.00	1.00	4.00
4CO.1.2	TRABAJOS PRELIMINARES								
4CO.1.2.1	LIMPIEZA DEL TERRENO	m2	69.70	69.70	0.25	0.00	0.00	4.00	8.00
4CO.1.2.2	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO	m2	69.70	34.85	0.25	1.00	0.00	1.00	16.00
4CO.1.2.3	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES	m3	2.25	2.25	0.25	1.00	2.00	0.00	8.00
4CO.1.3	SEGURIDAD Y SALUD								
4CO.1.3.1	ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	d	18.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	192.00
4CO.1.3.2	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS DE SEGURIDAD Y SALUD	d	30.00	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	288.00
4CO.1.4	MOVILIZACION DE CAMPAMENTO, MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	glb	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	288.00
4CO.2	PRIMERA ETAPA CONSTRUCCION								
4CO.2.1	AFRONTAMIENTO DE INGRESO								
4CO.2.1.1	EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION MANUAL - INGRESO	m3	87.80	25.09	0.25	0.00	0.00	9.00	28.00
4CO.2.1.2	PANETEADO TALUD DE CORTE	m2	48.10	24.05	0.25	1.00	0.00	1.00	16.00
4CO.2.1.3	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - ZAPATA	Kg	495.20	247.80	0.25	1.00	1.00	0.00	16.00
4CO.2.1.4	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - PANTALLA	Kg	628.05	628.05	0.25	2.00	2.00	0.00	8.00
4CO.2.1.5	SOLADO DE CONCRETO e= 0.10 m, fc = 100.00 Kg/cm2 - INGRESO	m2	12.70	25.40	0.50	1.00	2.00	9.00	4.00
4CO.2.1.6	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - ZAPATA	Kg	495.20	247.80	0.25	1.00	1.00	0.00	16.00
4CO.2.1.7	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - PANTALLA	Kg	628.05	628.05	0.25	2.00	2.00	0.00	8.00
4CO.2.1.8	CONCRETO fc = 210.00 Kg/cm2 - ZAPATA	m3	9.80	19.60	0.50	2.00	2.00	6.00	4.00
4CO.2.1.9	ENCOFRADO - PANTALLA	m2	50.35	40.28	0.50	3.00	3.00	0.00	10.00
4CO.2.1.10	CONCRETO fc = 210.00 Kg/cm2 - PANTALLA	m3	8.10	16.20	0.50	2.00	2.00	6.00	4.00
4CO.2.1.11	DESENCOFRADO - PANTALLA	m2	50.35	100.70	0.13	1.00	1.00	0.00	4.00
4CO.2.1.12	ELIMINACION DE EXCEDENTES Dmax = 200.00 m - INGRESO	m3	107.20	61.28	0.25	0.00	0.00	6.00	14.00
4CO.2.2	AFRONTAMIENTO DE SALIDA								
4CO.2.2.1	EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION CON EQUIPO ELECTRICO SUBTERRANEA	m3	4.50	2.25	0.25	1.00	2.00	0.00	16.00
4CO.2.2.2	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SISTEMA DE PROTECCION	Kg	114.40	228.80	0.25	1.00	1.00	0.00	4.00
4CO.2.2.3	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SALIDA	Kg	129.10	258.20	0.25	1.00	1.00	0.00	4.00
4CO.2.2.4	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SISTEMA DE PROTECCION	Kg	114.40	228.80	0.25	1.00	1.00	0.00	4.00
4CO.2.2.5	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SALIDA	Kg	129.10	258.20	0.25	1.00	1.00	0.00	4.00
4CO.2.2.6	ENCOFRADO DE MADERA - SALIDA	m2	10.70	10.70	0.25	1.00	1.00	0.00	8.00
4CO.2.2.7	CONCRETO fc = 280.00 Kg/cm2 - SALIDA	m3	2.45	9.80	0.50	3.00	3.00	6.00	2.00
4CO.2.2.8	DESENCOFRADO DE MADERA - SALIDA	m2	10.70	21.40	0.13	1.00	1.00	0.00	4.00
4CO.2.3	APOYOS EXTERIORES 1RA FASE								
4CO.2.3.1	EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION MANUAL - APOYO EXTERIOR	m3	19.30	19.30	0.50	0.00	0.00	10.00	8.00
4CO.2.3.2	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR	Kg	220.20	440.40	0.25	1.00	2.00	0.00	4.00
4CO.2.3.3	SOLADO DE CONCRETO e= 0.10 m, fc = 100.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR	m2	2.40	9.60	0.50	1.00	1.00	6.00	2.00
4CO.2.3.4	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR	Kg	220.20	293.60	0.25	1.00	1.00	0.00	6.00
4CO.2.3.5	ENCOFRADO - APOYO EXTERIOR	m2	9.45	37.80	0.50	2.00	2.00	6.00	2.00
4CO.2.3.6	CONCRETO fc = 210.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR	m3	3.20	12.80	0.50	2.00	2.00	6.00	2.00
4CO.2.3.7	DESENCOFRADO - APOYO EXTERIOR	m2	9.45	18.90	0.25	1.00	1.00	0.00	4.00
4CO.2.4	TUNEL								
4CO.2.4.1	ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SISTEMA DE PROTECCION TUNEL	Kg	982.70	113.74	0.25	1.00	1.00	0.00	64.00
4CO.2.4.2	PROTECCION FRENTE DE EXCAVACION	glb	1.00	0.13	0.13	1.00	1.00	0.00	64.00
4CO.2.4.3	TUNNEL LINER - TUNEL	m2	90.85	11.38	0.25	1.00	1.00	0.00	64.00
4CO.2.4.4	INSPECCION TECNICA DE OBRA	glb	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	12.00
4CO.2.4.5	TUNEL FRENTE 1								
4CO.2.4.5	EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION MANUAL SUBTERRANEA - TUNEL 1	m3	15.50	7.75	0.25	0.00	0.00	6.00	16.00
4CO.2.4.6	TUNEL FRENTE 2								
4CO.2.4.6	EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION MANUAL SUBTERRANEA - TUNEL 2	m3	19.05	4.78	0.13	0.00	0.00	6.00	32.00
4CO.2.4.6	EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION CON EQUIPO ELECTRICO SUBTERRANEA	m3	12.00	3.00	0.13	1.00	1.00	0.00	32.00
4CO.2.5	LIMPIEZA GENERAL DE OBRA	glb	1.00	1.00	0.50	0.00	0.00	6.00	18.00
4CO.2.6	SISTEMA DE VENTILACION E ILUMINACION	glb	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4CO.3	INICIO COLOCACION DE TUBERIA FORZADA	-	-	-	-	-	-	-	-
4CO.4	FIN DE COLOCACION DE TUBERIA FORZADA	-	-	-	-	-	-	-	-
4CO.5	SEGUNDA ETAPA CONSTRUCCION								
4CO.5.1	APOYOS INTERIORES								
4CO.5.1.1	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - APOYO INTERIOR	Kg	60.30	241.20	0.50	0.00	2.00	2.00	2.00
4CO.5.1.2	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - APOYO INTERIOR	Kg	60.30	241.20	0.50	0.00	2.00	2.00	2.00
4CO.5.1.3	ENCOFRADO - APOYO INTERIOR	m2	2.75	7.33	0.50	1.00	0.00	2.00	3.00
4CO.5.1.4	CONCRETO fc = 210.00 Kg/cm2 - APOYO INTERIOR	m3	3.30	8.80	1.00	1.00	2.00	4.00	3.00
4CO.5.1.5	DESENCOFRADO - APOYO INTERIOR	m2	2.75	11.00	0.50	0.00	2.00	4.00	2.00
4CO.5.2	APOYOS EXTERIORES 2DA FASE								
4CO.5.2.1	ENCOFRADO - APOYO EXTERIOR 2DA FASE	m2	0.40	3.20	0.50	1.00	0.00	2.00	1.00
4CO.5.2.2	CONCRETO fc = 210.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR 2DA FASE	m3	0.20	1.60	1.00	1.00	2.00	4.00	1.00
4CO.5.2.3	DESENCOFRADO - APOYO EXTERIOR 2DA FASE	m2	0.40	1.60	0.50	1.00	0.00	0.00	2.00
4CO.5.3	TAPAR INGRESO Y SALIDA DE TUNEL	glb	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00
4CO.5.4	ESTRUCTURAS ALTERADAS RESPECTO A LA VIA DE CIRCULACION								
4CO.5.4.1	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE CORTE	m3	74.85	19.98	1.00	1.00	2.00	4.00	30.00
4CO.5.4.2	CORTE EN RELLENO COMPACTADO - CUNETETA	m3	3.75	15.00	1.00	1.00	2.00	4.00	2.00
4CO.5.4.3	CONCRETO fc = 140.00 Kg/cm2 - CUNETETA	m3	0.95	3.80	1.00	1.00	2.00	4.00	2.00
4CO.5.4.4	ACABADO SEMIPULIDO - CUNETETA	m2	18.10	36.20	0.50	1.00	2.00	0.00	4.00
4CO.5.4.5	ELIMINACION DE EXCEDENTES Dmax = 200.00 m - CUNETETA	m3	5.25	10.50	0.50	0.00	0.00	4.00	4.00
				<b>TOTAL MH</b>	<b>192.0</b>	<b>628.0</b>	<b>676.0</b>	<b>1248.0</b>	

Cuadro 8.- Cálculo del recurso mano de obra.

(Fuente: Propia del autor, DIC 2011)



**5.2.1.3 Alternativa N°03: “Método por encofrado de madera”.**

Esta alternativa plantea construir el proyecto en seis semanas en jornada diaria de ocho horas de lunes a viernes (sin incluir feriados). La obra consta de tres fases, la primera fase corresponde a OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD, la segunda fase corresponde a la PRIMERA ETAPA CONSTRUCCION de las estructuras, y la tercera fase corresponde a la SEGUNDA ETAPA CONSTRUCCION de las estructuras.

En la *Figura 75*, se observan las tres fases de la ejecución de la obra en barras Gantt de color verde; así mismo, se puede notar que la segunda y tercera fase están separados por un lapso de una semana, la cual corresponde al tiempo necesario para la colocación a través del túnel de la nueva tubería forzada de  $\phi$  0.90 m por parte de la empresa contratista encargada de esta actividad.



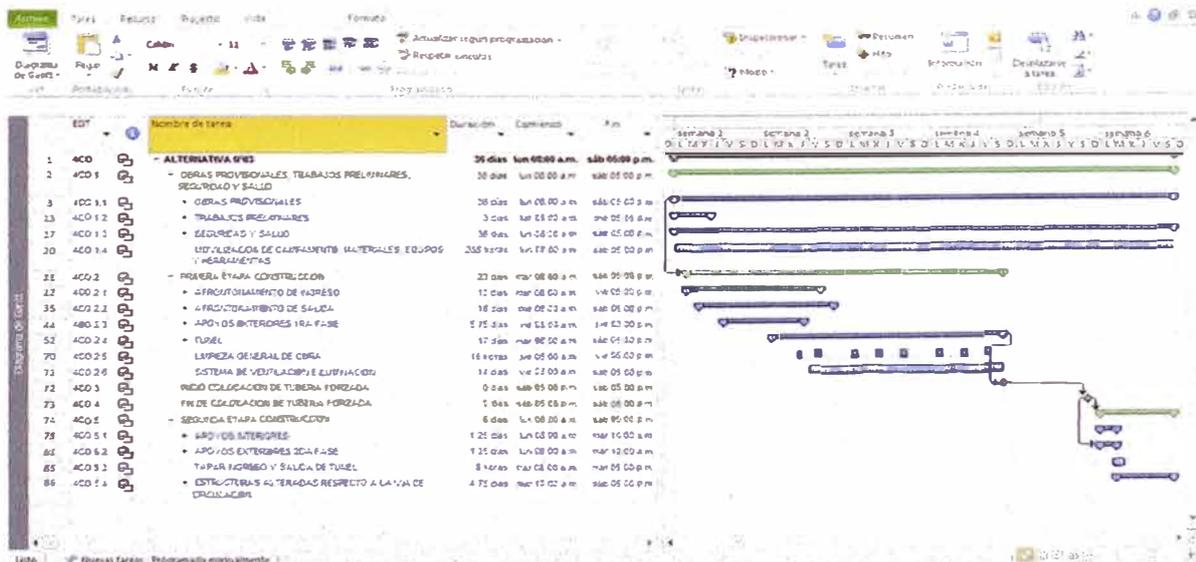
**Figura 75.- Fases de obra.**

(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

En la *Figura 76*, se observa que la primera fase tiene una duración de cinco semanas y está conformada por la construcción de las siguientes subfases: **Obras provisionales, trabajos preliminares, seguridad y salud, y movilización de campamento, materiales, equipos y herramientas.**

La segunda fase (PRIMERA ETAPA CONSTRUCCION) tiene una duración de cuatro semanas aproximadamente y está conformada por la construcción de las siguientes subfases: **Afrontamiento de ingreso, afrontamiento de salida, apoyos exteriores** (1ra fase de vaciado de concreto), **túnel, limpieza general de obra**, y el **sistema de ventilación e iluminación.**

La tercera fase (SEGUNDA ETAPA CONSTRUCCION) tiene una duración de una semana y está conformada por la construcción de las siguientes subfases: **Apoyos interiores, apoyos exteriores** (2da fase de vaciado de concreto), **tapar ingreso y salida de túnel**, y las **estructuras alteradas respecto a la vía de circulación.**



**Figura 76.- Fases y Subfases de obra.**  
 (Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

Se muestra a continuación la distribución por semana del recurso mano de obra en la *Figura 77*, el cálculo del recurso mano de obra (metrado y cuadrillas de trabajo) en el *Cuadro 9* y el Cronograma de Obra de la Alternativa N°03.

	Nombre del recurso	Trabajo	1	Detalles	mes 2					
					semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	semana 6
	+ Sin asignar	0 horas		Trabajo						
1	+ Ing. Seguridad	192 horas		Trabajo	48h	48h	48h	48h		
2	+ Tec. Seguridad	192 horas		Trabajo	48h	48h	48h	48h		
3	+ Capataz	240 horas		Trabajo	48h	48h	48h	48h		48h
4	+ Operario	720 horas		Trabajo	144h	144h	144h	144h		48h
5	+ Oficial	768 horas		Trabajo	144h	144h	144h	144h		96h
6	+ Peon	1,536 horas		Trabajo	480h	288h	288h	288h		192h
7	+ Vigilante	384 horas		Trabajo	96h	96h	96h	96h		
				Trabajo						
				Trabajo						
				Trabajo						
				Trabajo						
				Trabajo						
				Trabajo						

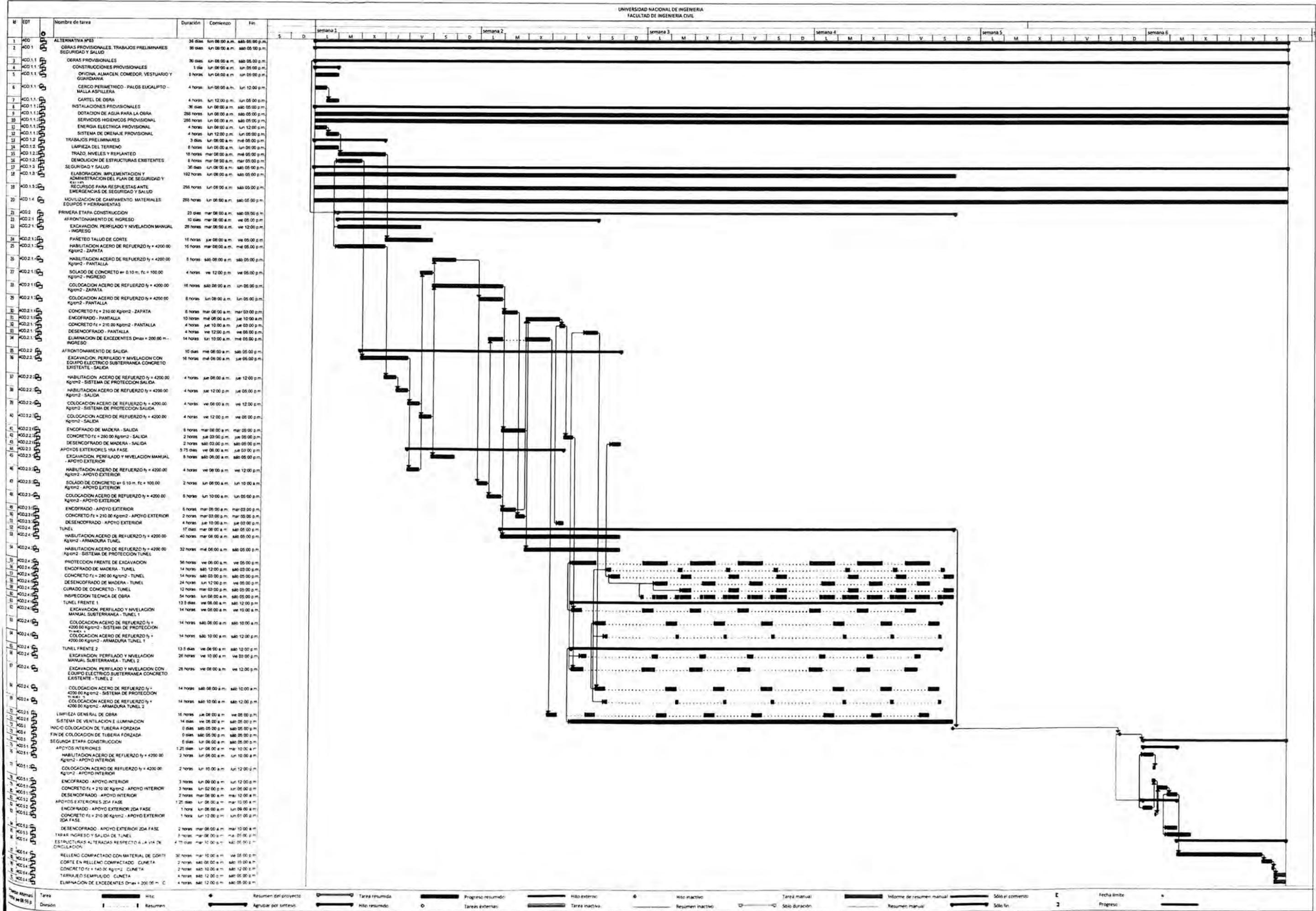
**Figura 77.- Distribución del recurso mano de obra.**

(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

EDT	NOMBRE DE LA TAREA	UND	CANT.	CUADRILLAS DE TRABAJO					DURACION (HORAS)
				REND. CALCULA	CAPATAZ	OPERARIO	OFICIAL	PEON	
400	ALTERNATIVA N°03								
400.1	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD								
400.1.1	OBRAS PROVISIONALES								
400.1.1.1	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES								
400.1.1.1.1	OFICINA, ALMACEN, COMEDOR, VESTUARIO Y GUARDIANA	m2	27.00	27.00	0.25	2.00	2.00	4.00	8.00
400.1.1.1.2	CERCO PERIMETRICO - PALOS EUCALIPTO - MALLA ASPILLERA	m	96.00	192.00	0.25	0.00	1.00	1.00	4.00
400.1.1.1.3	CARTEL DE OBRA	und	1.00	2.00	0.25	0.00	1.00	1.00	4.00
400.1.1.2	INSTALACIONES PROVISIONALES								
400.1.1.2.1	DOTACION DE AGUA PARA LA OBRA	glb	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	288.00
400.1.1.2.2	SERVICIOS HIGIENICOS PROVISIONAL	glb	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	288.00
400.1.1.2.3	ENERGIA ELECTRICA PROVISIONAL	glb	1.00	1.00	0.25	1.00	0.00	1.00	4.00
400.1.1.2.4	SISTEMA DE DRENAJE PROVISIONAL	glb	1.00	1.00	0.25	1.00	0.00	1.00	4.00
400.1.2	TRABAJOS PRELIMINARES								
400.1.2.1	LIMPIEZA DEL TERRENO	m2	69.70	69.70	0.25	0.00	0.00	4.00	8.00
400.1.2.2	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO	m2	69.70	34.85	0.25	1.00	0.00	1.00	16.00
400.1.2.3	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES	m3	2.25	2.25	0.25	1.00	2.00	0.00	8.00
400.1.3	SEGURIDAD Y SALUD								
400.1.3.1	ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	d	24.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	192.00
400.1.3.2	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS DE SEGURIDAD Y SALUD	d	36.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	288.00
400.1.4	MOVILIZACION DE CAMPAMENTO, MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	glb	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	288.00
400.2	PRIMERA ETAPA CONSTRUCCION								
400.2.1	AFRONTAMIENTO DE INGRESO								
400.2.1.1	EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION MANUAL - INGRESO	m3	87.80	25.09	0.25	0.00	0.00	9.00	28.00
400.2.1.2	PANETEO TALUD DE CORTE	m2	48.10	24.05	0.25	1.00	0.00	1.00	16.00
400.2.1.3	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - ZAPATA	Kg	495.20	247.60	0.25	1.00	1.00	0.00	16.00
400.2.1.4	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - PANTALLA	Kg	626.05	626.05	0.25	2.00	2.00	0.00	8.00
400.2.1.5	SOLADO DE CONCRETO e = 0.10 m, fc = 100.00 Kg/cm2 - INGRESO	m2	12.70	25.40	0.50	1.00	2.00	9.00	4.00
400.2.1.6	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - ZAPATA	Kg	495.20	247.60	0.25	1.00	1.00	0.00	16.00
400.2.1.7	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - PANTALLA	Kg	626.05	626.05	0.25	2.00	2.00	0.00	8.00
400.2.1.8	CONCRETO fc = 210.00 Kg/cm2 - ZAPATA	m3	9.80	13.07	0.25	2.00	2.00	6.00	6.00
400.2.1.9	ENCOFRADO - PANTALLA	m2	8.10	40.28	0.25	3.00	3.00	0.00	10.00
400.2.1.10	CONCRETO fc = 210.00 Kg/cm2 - PANTALLA	m3	50.35	100.70	0.25	2.00	2.00	0.00	4.00
400.2.1.11	DESENCOFRADO - PANTALLA	m2	50.35	100.70	0.25	2.00	2.00	0.00	4.00
400.2.1.12	ELIMINACION DE EXCEDENTES Dmax = 200.00 m - INGRESO	m3	107.20	61.26	0.25	0.00	0.00	6.00	14.00
400.2.2	AFRONTAMIENTO DE SALIDA								
400.2.2.1	EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION CON EQUIPO ELECTRICO SUBTERRANEA CONCRETO	m3	4.50	2.25	0.25	1.00	2.00	0.00	16.00
400.2.2.2	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SISTEMA DE PROTECCION SALIDA	Kg	114.40	228.80	0.25	1.00	1.00	0.00	4.00
400.2.2.3	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SALIDA	Kg	129.10	258.20	0.25	1.00	1.00	0.00	4.00
400.2.2.4	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SISTEMA DE PROTECCION SALIDA	Kg	114.40	228.80	0.25	1.00	1.00	0.00	4.00
400.2.2.5	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SALIDA	Kg	129.10	258.20	0.25	1.00	1.00	0.00	4.00
400.2.2.6	ENCOFRADO DE MADERA - SALIDA	m2	10.70	10.70	0.25	1.00	1.00	0.00	8.00
400.2.2.7	CONCRETO fc = 280.00 Kg/cm2 - SALIDA	m3	2.45	9.80	0.50	3.00	3.00	6.00	2.00
400.2.2.8	DESENCOFRADO DE MADERA - SALIDA	m2	10.70	42.80	0.25	1.00	1.00	0.00	2.00
400.2.3	APOYOS EXTERIORES 1RA FASE								
400.2.3.1	EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION MANUAL - APOYO EXTERIOR	m3	19.30	19.30	0.50	0.00	0.00	10.00	8.00
400.2.3.2	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR	Kg	220.20	440.40	0.25	1.00	2.00	0.00	4.00
400.2.3.3	SOLADO DE CONCRETO e = 0.10 m, fc = 100.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR	m2	2.40	9.60	0.50	2.00	2.00	6.00	2.00
400.2.3.4	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR	Kg	220.20	293.60	0.25	2.00	2.00	0.00	6.00
400.2.3.5	ENCOFRADO - APOYO EXTERIOR	m2	9.45	12.60	0.25	1.00	1.00	0.00	6.00
400.2.3.6	CONCRETO fc = 210.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR	m3	3.20	12.80	0.50	3.00	3.00	6.00	2.00
400.2.3.7	DESENCOFRADO - APOYO EXTERIOR	m2	9.45	18.90	0.25	1.00	1.00	0.00	4.00
400.2.4	TUNEL								
400.2.4.1	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - ARMADURA TUNEL	Kg	1891.00	350.19	0.25	1.00	1.00	0.00	40.00
400.2.4.2	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SISTEMA DE PROTECCION TUNEL	Kg	1258.10	291.23	0.25	1.00	1.00	0.00	32.00
400.2.4.3	PROTECCION FRENTE DE EXCAVACION	glb	1.00	1.00	0.13	1.00	1.00	0.00	66.00
400.2.4.4	ENCOFRADO DE MADERA - TUNEL	m2	113.15	64.66	0.50	3.00	3.00	6.00	14.00
400.2.4.5	CONCRETO fc = 280.00 Kg/cm2 - TUNEL	m3	27.35	15.63	0.25	2.00	2.00	6.00	14.00
400.2.4.6	DESENCOFRADO DE MADERA - TUNEL	m2	113.15	37.72	0.25	2.00	2.00	0.00	24.00
400.2.4.7	CURADO DE CONCRETO - TUNEL	m2	122.55	81.70	0.25	1.00	1.00	0.00	12.00
400.2.4.8	INSPECCION TECNICA DE OBRA	glb	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	48.00
400.2.4.9	TUNEL FRENTE 1								
400.2.4.9.1	EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION MANUAL SUBTERRANEA - TUNEL 1	m3	21.50	12.29	0.25	0.00	0.00	6.00	14.00
400.2.4.9.2	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SISTEMA DE PROTECCION TUNEL 1	Kg	457.50	242.06	0.25	1.00	1.00	3.00	14.00
400.2.4.9.3	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - ARMADURA TUNEL 1	Kg	687.65	363.84	0.25	1.00	1.00	3.00	14.00
400.2.4.10	TUNEL FRENTE 2								
400.2.4.10.1	EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION MANUAL SUBTERRANEA - TUNEL 2	m3	23.10	6.60	0.13	0.00	0.00	6.00	28.00
400.2.4.10.2	EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION CON EQUIPO ELECTRICO SUBTERRANEA CONCRETO	m3	14.60	4.17	0.13	2.00	2.00	0.00	28.00
400.2.4.10.3	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SISTEMA DE PROTECCION TUNEL 2	Kg	800.60	423.60	0.25	2.00	2.00	3.00	14.00
400.2.4.10.4	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - ARMADURA TUNEL 2	Kg	1203.35	636.69	0.25	2.00	2.00	3.00	14.00
400.2.6	LIMPIEZA GENERAL DE OBRA	glb	1.00	1.00	0.25	0.00	0.00	6.00	16.00
400.2.6	SISTEMA DE VENTILACION E ILUMINACION	glb	1.00						
400.3	INICIO COLOCACION DE TUBERIA FORZADA								
400.4	FIN DE COLOCACION DE TUBERIA FORZADA								
400.5	SEGUNDA ETAPA CONSTRUCCION								
400.5.1	APOYOS INTERIORES								
400.5.1.1	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - APOYO INTERIOR	Kg	60.30	241.20	0.50	0.00	2.00	2.00	2.00
400.5.1.2	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - APOYO INTERIOR	Kg	60.30	241.20	0.50	0.00	2.00	2.00	2.00
400.5.1.3	ENCOFRADO - APOYO INTERIOR	m2	2.75	7.33	0.50	1.00	0.00	2.00	3.00
400.5.1.4	CONCRETO fc = 210.00 Kg/cm2 - APOYO INTERIOR	m3	3.30	8.80	1.00	1.00	2.00	4.00	3.00
400.5.1.5	DESENCOFRADO - APOYO INTERIOR	m2	2.75	11.00	0.50	0.00	2.00	4.00	2.00
400.5.2	APOYOS EXTERIORES 2DA FASE								
400.5.2.1	ENCOFRADO - APOYO EXTERIOR 2DA FASE	m2	0.40	3.20	0.50	1.00	0.00	2.00	1.00
400.5.2.2	CONCRETO fc = 210.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR 2DA FASE	m3	0.20	1.60	1.00	1.00	2.00	4.00	1.00
400.5.2.3	DESENCOFRADO - APOYO EXTERIOR 2DA FASE	m2	0.40	1.60	0.50	1.00	0.00	0.00	2.00
400.5.3	TAPAR INGRESO Y SALIDA DE TUNEL	glb	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00
400.5.4	ESTRUCTURAS ALTERADAS RESPECTO A LA VIA DE CIRCULACION								
400.5.4.1	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE CORTE	m3	74.85	19.96	1.00	1.00	2.00	4.00	30.00
400.5.4.2	CORTE EN RELLENO COMPACTADO - CUNETAS	m3	3.75	15.00	1.00	1.00	2.00	4.00	2.00
400.5.4.3	CONCRETO fc = 140.00 Kg/cm2 - CUNETAS	m3	0.95	3.80	1.00	1.00	2.00	4.00	2.00
400.5.4.4	ACABADO SEMIPULIDO - CUNETAS	m2	18.10	36.20	0.50	1.00	2.00	0.00	4.00
400.5.4.5	ELIMINACION DE EXCEDENTES Dmax = 200.00 m - CUNETAS	m3	5.25	10.50	0.50	0.00	0.00	4.00	4.00
				<b>TOTAL HH</b>	<b>240.0</b>	<b>720.0</b>	<b>768.0</b>	<b>1638.0</b>	

Cuadro 9.- Cálculo del recurso mano de obra.

(Fuente: Propia del autor, DIC 2011)

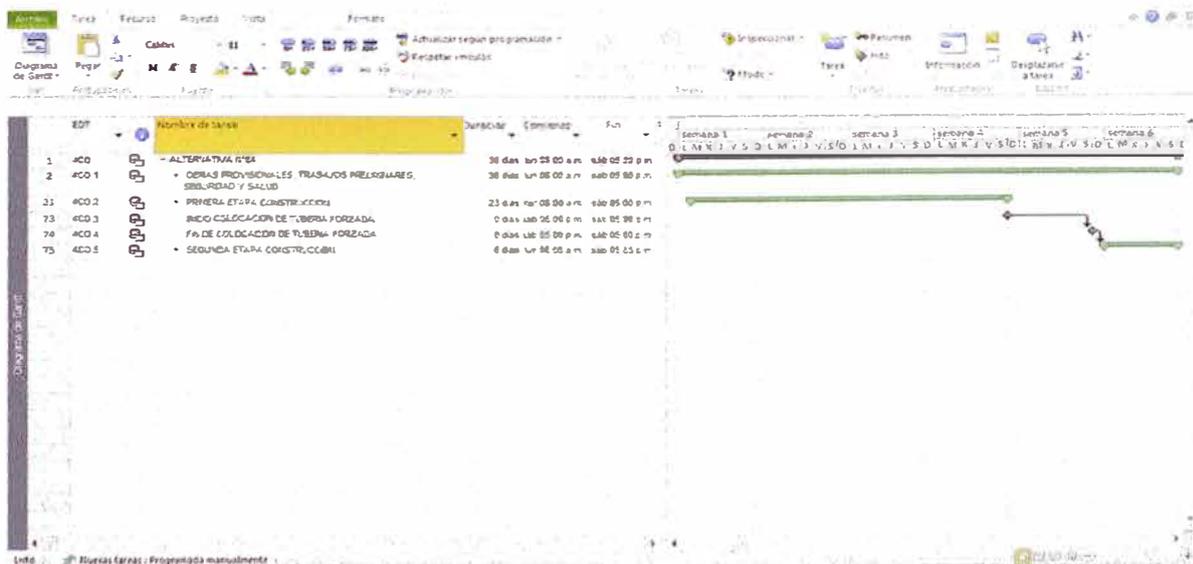


ALTERNATIVAS PARA LA CONSTRUCCION DE UN TUNEL POR DEBAJO DE LA CARRETERA LIMA - HUARAZ  
ESTRADA LUJO, JORGE ABEL

### 5.2.1.4 Alternativa N°04: “Método por encofrado metálico permanente”.

Esta alternativa plantea construir el proyecto en seis semanas en jornada diaria de ocho horas de lunes a viernes (sin incluir feriados). La obra consta de tres fases, la primera fase corresponde a OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD, la segunda fase corresponde a la PRIMERA ETAPA CONSTRUCCION de las estructuras, y la tercera fase corresponde a la SEGUNDA ETAPA CONSTRUCCION de las estructuras.

En la *Figura 78*, se observan las tres fases de la ejecución de la obra en barras Gantt de color verde; así mismo, se puede notar que la segunda y tercera fase están separados por un lapso de una semana, la cual corresponde al tiempo necesario para la colocación a través del túnel de la nueva tubería forzada de  $\phi$  0.90 m por parte de la empresa contratista encargada de esta actividad.



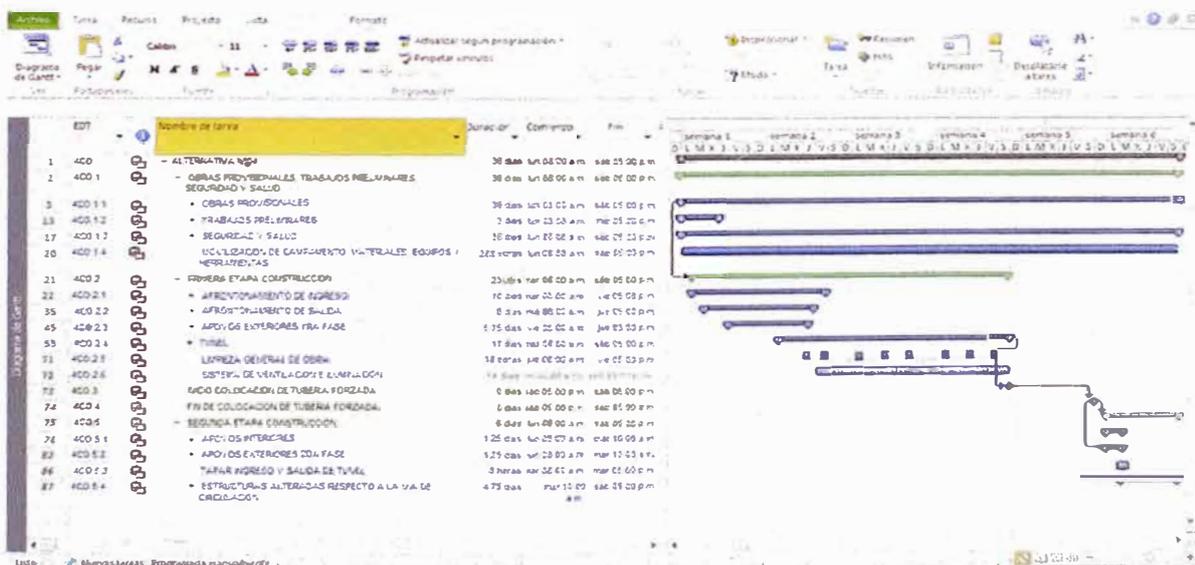
**Figura 78.- Fases de obra.**

(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

En la *Figura 79*, se observa que la primera fase tiene una duración de cinco semanas y está conformada por la construcción de las siguientes subfases: **Obras provisionales, trabajos preliminares, seguridad y salud, y movilización de campamento, materiales, equipos y herramientas.**

La segunda fase (PRIMERA ETAPA CONSTRUCCION) tiene una duración de cuatro semanas aproximadamente y está conformada por la construcción de las siguientes subfases: **Afrontamiento de ingreso, afrontamiento de salida, apoyos exteriores** (1ra fase de vaciado de concreto), **túnel, limpieza general de obra**, y el **sistema de ventilación e iluminación.**

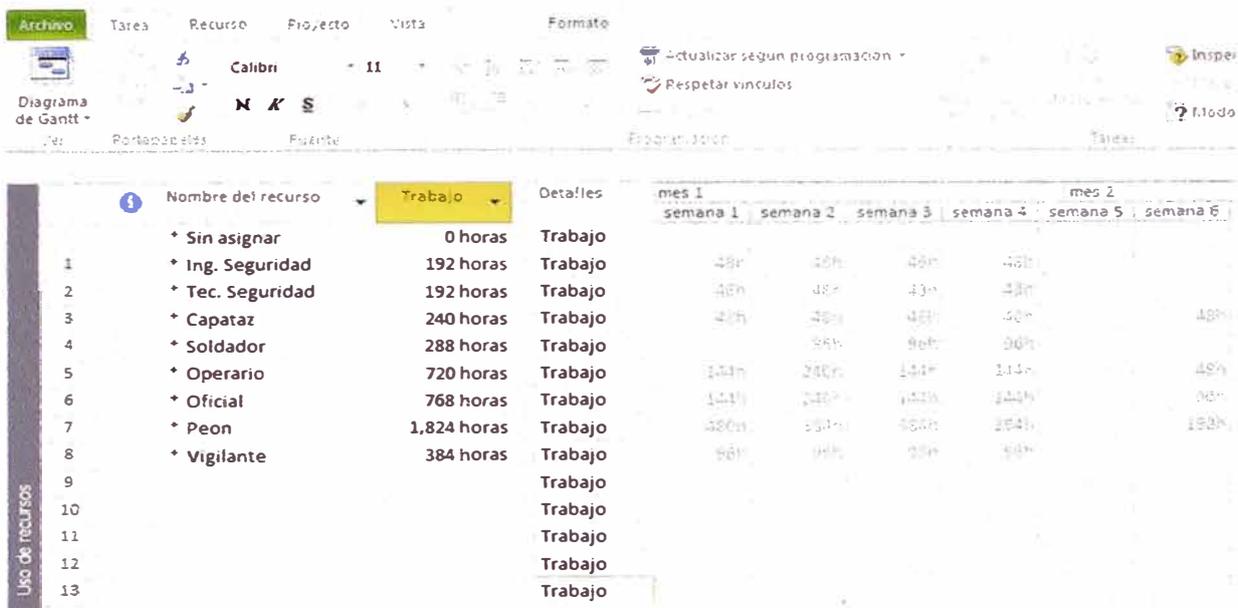
La tercera fase (SEGUNDA ETAPA CONSTRUCCION) tiene una duración de una semana y está conformada por la construcción de las siguientes subfases: **Apoyos interiores, apoyos exteriores** (2da fase de vaciado de concreto), **tapar ingreso y salida de túnel**, y las **estructuras alteradas respecto a la vía de circulación.**



**Figura 79.- Fases y Subfases de obra.**

(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

En la *Figura 80*, se observan la distribución por semana del recurso mano de obra, se puede distinguir la mano de obra especializada utilizada para la construcción del túnel específicamente de la actividad “ENCOFRADO METALICO PERMANENTE”, cuya cuadrilla está compuesta por mano de obra moderadamente especializada (*soldador*).



**Figura 80.- Distribución del recurso mano de obra.**

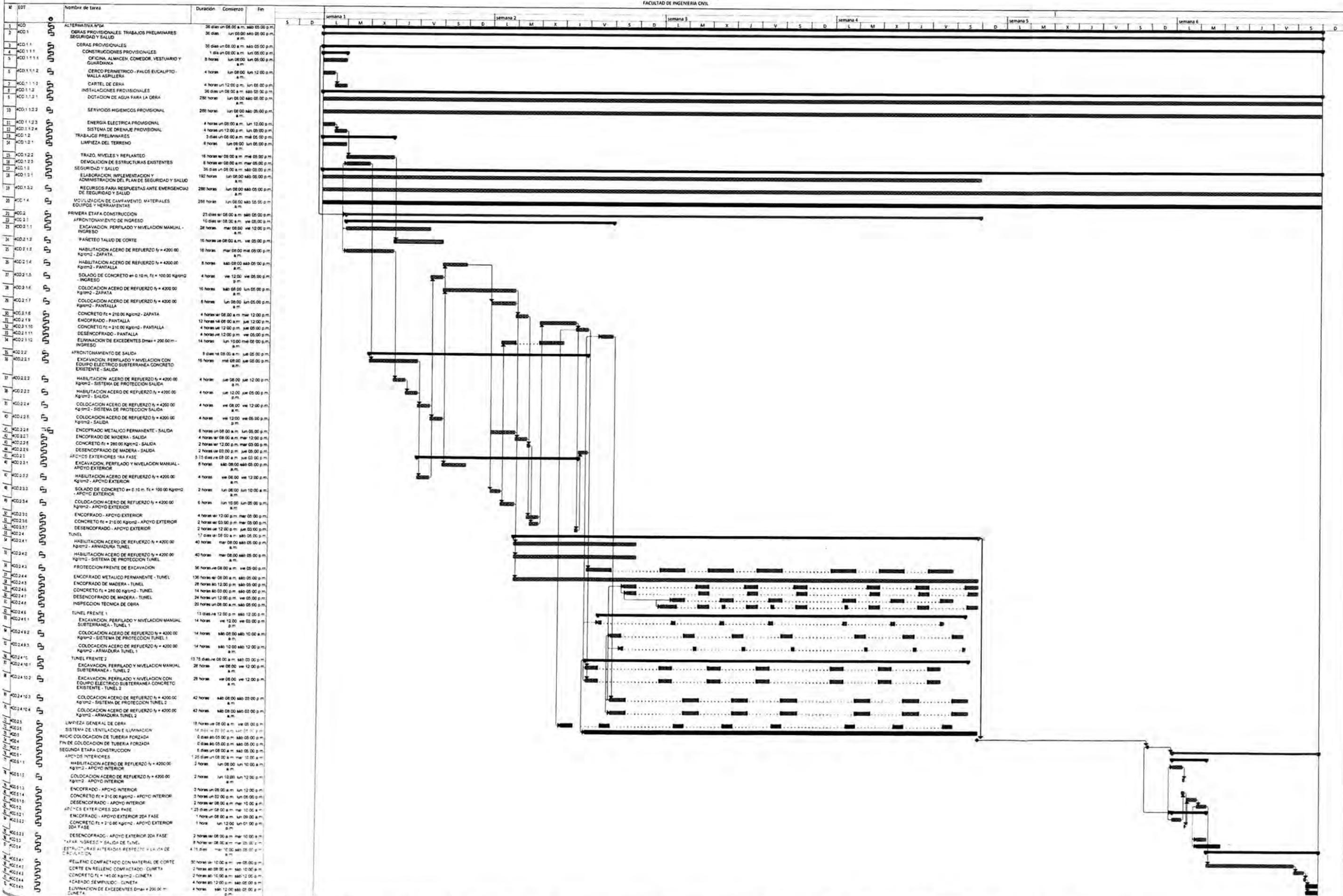
(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

Se muestra a continuación el cálculo del recurso mano de obra (metrado y cuadrillas de trabajo) en el *Cuadro 10* y el Cronograma de Obra de la Alternativa N°04.

EDT	NOMBRE DE LA TAREA	UND	CANT.	CUADRILLAS DE TRABAJO						DURACION (HORAS)
				REND. CALCULADO	CAPATAZ	SOLDA	OPERARIO	OFICIAL	PEON	
4CO	ALTERNATIVA N°04									
4CO.1	OBRA PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD									
4CO.1.1	OBRA PROVISIONALES									
4CO.1.1.1	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES									
4CO.1.1.1.1	OFICINA, ALMACEN, COMEDOR, VESTUARIO Y GUARDIANA	m2	27.00	27.00	0.25		2.00	2.00	4.00	8.00
4CO.1.1.1.2	CERCO PERIMETRICO - PALOS EUCALIPTO - MALLA ASPILLERA	m2	96.00	192.00	0.25		0.00	1.00	1.00	4.00
4CO.1.1.1.3	CARTEL DE OBRA	und	1.00	2.00	0.25		0.00	1.00	1.00	4.00
4CO.1.1.2	INSTALACIONES PROVISIONALES									
4CO.1.1.2.1	DOTACION DE AGUA PARA LA OBRA	glb	1.00	1.00	0.00		0.00	0.00	0.00	288.00
4CO.1.1.2.2	SERVICIOS HIGIENICOS PROVISIONAL	glb	1.00	1.00	0.00		0.00	0.00	0.00	288.00
4CO.1.1.2.3	ENERGIA ELECTRICA PROVISIONAL	glb	1.00	1.00	0.25		1.00	0.00	1.00	4.00
4CO.1.1.2.4	SISTEMA DE DRENAJE PROVISIONAL	glb	1.00	1.00	0.25		1.00	0.00	1.00	4.00
4CO.1.2	TRABAJOS PRELIMINARES									
4CO.1.2.1	LIMPIEZA DEL TERRENO	m2	69.70	69.70	0.25		0.00	0.00	4.00	8.00
4CO.1.2.2	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO	m2	69.70	34.85	0.25		1.00	0.00	1.00	16.00
4CO.1.2.3	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES	m3	2.25	2.25	0.25		1.00	2.00	0.00	8.00
4CO.1.3	SEGURIDAD Y SALUD									
4CO.1.3.1	ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	d	24.00	1.00	0.00		0.00	0.00	0.00	192.00
4CO.1.3.2	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS DE SEGURIDAD Y SALUD	d	36.00	1.00	0.00		0.00	0.00	0.00	288.00
4CO.1.4	MOVILIZACION DE CAMPAMENTO, MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	glb	1.00	1.00	0.00		0.00	0.00	0.00	288.00
4CO.2	PRIMERA ETAPA CONSTRUCCION									
4CO.2.1	APRONTAMIENTO DE INGRESO									
4CO.2.1.1	EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION MANUAL - INGRESO	m3	87.80	25.08	0.25		0.00	0.00	9.00	28.00
4CO.2.1.2	PANETEOTALUD DE CORTE	m2	48.10	24.05	0.25		1.00	0.00	1.00	16.00
4CO.2.1.3	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy= 4200.00 Kg/cm2 - ZAPATA	Kg	495.20	247.60	0.25		1.00	1.00	0.00	16.00
4CO.2.1.4	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy= 4200.00 Kg/cm2 - PANTALLA	Kg	626.05	626.05	0.25		2.00	2.00	0.00	8.00
4CO.2.1.5	SOLADO DE CONCRETO e= 0.10 m, Fc = 100.00 Kg/cm2 - INGRESO	m2	12.70	25.40	0.50		1.00	2.00	9.00	4.00
4CO.2.1.6	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy= 4200.00 Kg/cm2 - ZAPATA	Kg	495.20	247.60	0.25		1.00	1.00	0.00	16.00
4CO.2.1.7	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy= 4200.00 Kg/cm2 - PANTALLA	Kg	626.05	626.05	0.25		2.00	2.00	0.00	8.00
4CO.2.1.8	CONCRETO Fc = 210.00 Kg/cm2 - ZAPATA	m3	9.80	19.60	0.25		2.00	2.00	0.00	4.00
4CO.2.1.9	ENCOFRADO - PANTALLA	m2	50.35	33.57	0.50		3.00	3.00	0.00	12.00
4CO.2.1.10	CONCRETO Fc = 210.00 Kg/cm2 - PANTALLA	m3	8.10	16.20	0.25		2.00	2.00	0.00	4.00
4CO.2.1.11	DESENCOFRADO - PANTALLA	m2	50.35	100.70	0.13		2.00	2.00	0.00	4.00
4CO.2.1.12	ELIMINACION DE EXCEDENTES Dmax = 200.00 m - INGRESO	m3	107.20	81.26	0.14		0.00	0.00	6.00	14.00
4CO.2.2	APRONTAMIENTO DE SALIDA									
4CO.2.2.1	EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION CON EQUIPO ELECTRICO SUBTERRANEA CONCRETO EXISTENTE -	m3	4.50	2.25	0.25		1.00	2.00	0.00	16.00
4CO.2.2.2	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy= 4200.00 Kg/cm2 - SISTEMA DE PROTECCION SALIDA	Kg	114.40	228.80	0.25		1.00	1.00	0.00	4.00
4CO.2.2.3	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy= 4200.00 Kg/cm2 - SALIDA	Kg	129.10	258.20	0.25		1.00	1.00	0.00	4.00
4CO.2.2.4	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy= 4200.00 Kg/cm2 - SISTEMA DE PROTECCION SALIDA	Kg	114.40	228.80	0.25		1.00	1.00	0.00	4.00
4CO.2.2.5	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy= 4200.00 Kg/cm2 - SALIDA	Kg	129.10	258.20	0.25		1.00	1.00	0.00	4.00
4CO.2.2.6	ENCOFRADO METALICO PERMANENTE - SALIDA	m2	6.10	6.10	0.13	2.00	0.00	0.00	2.00	8.00
4CO.2.2.7	ENCOFRADO DE MADERA - SALIDA	m2	4.60	9.20	0.25		1.00	1.00	0.00	4.00
4CO.2.2.8	CONCRETO Fc = 280.00 Kg/cm2 - SALIDA	m3	2.45	9.80	0.50		2.00	2.00	0.00	2.00
4CO.2.2.9	DESENCOFRADO DE MADERA - SALIDA	m2	4.60	18.40	0.25		1.00	1.00	0.00	2.00
4CO.2.3	APOYOS EXTERIORES 1RA FASE									
4CO.2.3.1	EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION MANUAL - APOYO EXTERIOR	m3	19.30	19.30	0.50		0.00	0.00	10.00	8.00
4CO.2.3.2	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy= 4200.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR	Kg	220.20	440.40	0.25		1.00	2.00	0.00	4.00
4CO.2.3.3	SOLADO DE CONCRETO e= 0.10 m, Fc = 100.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR	m2	2.40	9.60	0.25		2.00	2.00	6.00	2.00
4CO.2.3.4	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy= 4200.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR	Kg	220.20	293.60	0.25		2.00	2.00	0.00	6.00
4CO.2.3.5	ENCOFRADO - APOYO EXTERIOR	m2	9.45	18.90	0.25		1.00	1.00	0.00	4.00
4CO.2.3.6	CONCRETO Fc = 210.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR	m3	3.20	12.80	0.50		2.00	2.00	0.00	2.00
4CO.2.3.7	DESENCOFRADO - APOYO EXTERIOR	m2	9.45	37.80	0.25		1.00	1.00	0.00	2.00
4CO.2.4	TUNEL									
4CO.2.4.1	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy= 4200.00 Kg/cm2 - ARMADURA TUNEL	Kg	1891.00	358.18	0.13		1.00	1.00	0.00	40.00
4CO.2.4.2	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy= 4200.00 Kg/cm2 - SISTEMA DE PROTECCION TUNEL	Kg	1258.10	251.62	0.13		1.00	1.00	0.00	40.00
4CO.2.4.3	PROTECCION FRENTE DE EXCAVACION	glb	1.00	1.00	0.13		1.00	1.00	0.00	56.00
4CO.2.4.4	ENCOFRADO METALICO PERMANENTE - TUNEL	m2	68.10	4.01	0.13	2.00	0.00	0.00	2.00	136.00
4CO.2.4.5	ENCOFRADO DE MADERA - TUNEL	m2	45.10	12.89	0.13		1.00	1.00	2.00	28.00
4CO.2.4.6	CONCRETO Fc = 280.00 Kg/cm2 - TUNEL	m3	27.35	15.63	0.25		2.00	2.00	4.00	14.00
4CO.2.4.7	DESENCOFRADO DE MADERA - TUNEL	m2	45.10	15.03	0.29		2.00	2.00	0.00	24.00
4CO.2.4.8	INSPECCION TECNICA DE OBRA	glb	1.00	1.00	1.00		0.00	0.00	0.00	20.00
4CO.2.4.9	TUNEL FRENTE 1									
4CO.2.4.9.1	EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION MANUAL SUBTERRANEA - TUNEL 1	m3	21.50	12.29	0.50		0.00	0.00	6.00	14.00
4CO.2.4.9.2	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy= 4200.00 Kg/cm2 - SISTEMA DE PROTECCION TUNEL 1	Kg	457.50	242.06	0.25		1.00	1.00	2.00	14.00
4CO.2.4.9.3	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy= 4200.00 Kg/cm2 - ARMADURA TUNEL 1	Kg	687.65	363.84	0.25		1.00	1.00	2.00	14.00
4CO.2.4.10	TUNEL FRENTE 2									
4CO.2.4.10.1	EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION MANUAL SUBTERRANEA - TUNEL 2	m3	23.10	6.80	0.25		0.00	0.00	6.00	28.00
4CO.2.4.10.2	EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION CON EQUIPO ELECTRICO SUBTERRANEA CONCRETO EXISTENTE -	m3	14.60	4.17	0.25		2.00	2.00	0.00	28.00
4CO.2.4.10.3	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy= 4200.00 Kg/cm2 - SISTEMA DE PROTECCION TUNEL 2	Kg	900.60	141.20	0.25		1.00	1.00	2.00	42.00
4CO.2.4.10.4	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy= 4200.00 Kg/cm2 - ARMADURA TUNEL 2	Kg	1203.35	212.23	0.25		1.00	1.00	2.00	42.00
4CO.2.5	LIMPIEZA GENERAL DE OBRA	glb	1.00	1.00	0.25		0.00	0.00	6.00	18.00
4CO.2.6	SISTEMA DE VENTILACION E ILUMINACION	glb	1.00							
4CO.3	INICIO COLOCACION DE TUBERIA FORZADA									
4CO.4	RIN DE COLOCACION DE TUBERIA FORZADA									
4CO.5	SEGUNDA ETAPA CONSTRUCCION									
4CO.5.1	APOYOS INTERIORES									
4CO.5.1.1	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy= 4200.00 Kg/cm2 - APOYO INTERIOR	Kg	60.30	241.20	0.50		0.00	2.00	2.00	2.00
4CO.5.1.2	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy= 4200.00 Kg/cm2 - APOYO INTERIOR	Kg	60.30	241.20	0.50		0.00	2.00	2.00	2.00
4CO.5.1.3	ENCOFRADO - APOYO INTERIOR	m2	2.75	7.33	0.50		1.00	0.00	2.00	3.00
4CO.5.1.4	CONCRETO Fc = 210.00 Kg/cm2 - APOYO INTERIOR	m3	3.30	8.80	1.00		1.00	2.00	4.00	3.00
4CO.5.1.5	DESENCOFRADO - APOYO INTERIOR	m2	2.75	11.00	0.50		0.00	2.00	4.00	2.00
4CO.5.2	APOYOS EXTERIORES 2DA FASE									
4CO.5.2.1	ENCOFRADO - APOYO EXTERIOR 2DA FASE	m2	0.40	3.20	0.50		1.00	0.00	2.00	1.00
4CO.5.2.2	CONCRETO Fc = 210.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR 2DA FASE	m3	0.20	1.60	1.00		1.00	2.00	4.00	1.00
4CO.5.2.3	DESENCOFRADO - APOYO EXTERIOR 2DA FASE	m2	0.40	1.60	0.50		1.00	0.00	0.00	2.00
4CO.5.3	TAPAR INGRESO Y SALIDA DE TUNEL	glb	1.00	1.00	0.00		0.00	0.00	0.00	8.00
4CO.5.4	ESTRUCTURAS ALTERADAS RESPECTO A LA VIA DE CIRCULACION									
4CO.5.4.1	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE CORTE	m3	74.85	19.96	1.00		1.00	2.00	4.00	30.00
4CO.5.4.2	CORTE EN RELLENO COMPACTADO - CUNETAS	m3	3.75	15.00	1.00		1.00	2.00	4.00	2.00
4CO.5.4.3	CONCRETO Fc = 140.00 Kg/cm2 - CUNETAS	m3	0.95	3.80	1.00		1.00	2.00	4.00	2.00
4CO.5.4.4	ACABADO SEMPULIDO - CUNETAS	m2	16.10	36.20	0.50		1.00	2.00	0.00	4.00
4CO.5.4.5	ELIMINACION DE EXCEDENTES Dmax = 200.00 m - CUNETAS	m3	5.25	10.50	0.50		0.00	0.00	4.00	4.00
				TOTAL HH	240.00	288.00	720.00	768.00	1824.00	0.00

Cuadro 10.- Cálculo del recurso mano de obra.

(Fuente: Propia del autor, DIC 2011)



Tarea: [ ] Hit: [ ] Resumen del proyecto: [ ] Tarea resumida: [ ] Progreso resumido: [ ] Hit externo: [ ] Hit inactivo: [ ] Tarea manual: [ ] Informe de resumen manual: [ ] Solo el comienzo: [ ] Fecha limite: [ ]  
 Division: [ ] Resumen: [ ] Agrupar por sintesis: [ ] Tareas externas: [ ] Resumen inactivo: [ ] Tarea inactiva: [ ] Solo duracion: [ ] Resumen inactivo: [ ] Solo fin: [ ] Progreso: [ ]

### 5.2.2 Presupuesto de las alternativas.

La elaboración de los análisis de costos, es muy importante ya que mediante los conocimientos necesarios y criterios técnicos se elaborarán los presupuestos de las “Alternativas para la construcción de un túnel por debajo de la carretera Lima – Huaraz”.

Se tendrá en consideración los costos de los materiales, mano de obra, equipo a utilizará, metrados, tiempo de ejecución y otros; de acuerdo la los precios que se indican en la revista: **Publicación mensual del grupo S10 COSTOS construcción, arquitectura e ingeniería**, año 17 – N° 212 – Noviembre 2011.

#### **Metrados:**

Se tomarán los metrados de las actividades del planeamiento y se agruparán convenientemente para conformar las partidas del presupuesto con la finalidad de poder cuantificar la obra que multiplicado por su respectivo costo unitario y sumados en su totalidad se obtiene el Costo Directo.

#### **Costo Directo:**

Es la sumatoria de la mano de obra (incluyendo leyes sociales), equipos, herramientas, y todos los materiales que se requieren para la obra. Los costos unitarios se calculan con un análisis detallado de cada una de las partidas de acuerdo a las características de la zona, siguiendo la siguiente fórmula matemática:

$$C.U = Mo + Eq + Mat + Herr$$

Donde:

Mo = mano de obra

Eq = equipos

Mat = materiales

Herr = herramientas.

**a. Mano de obra.**-El costo de la mano de obra está determinado por categorías como: capataz, operario, oficial y peón. El costo de mano de obra es la sumatoria de los siguientes rubros que están sujetos a las disposiciones legales vigentes (ver *Cuadro 11*):

- Jornal básico, que comprende la remuneración básica.
- Leyes sociales.
- Bonificación unificada de construcción (BUC).
- Bonificación por movilidad acumulada.

**b. Equipos.**- Los equipos son elementos muy importantes, ya que tienen una gran incidencia en el costo del proyecto, sobre todo en lo que se refiere a actividades de concreto lanzado (shotcrete).

Para calcular el costo de alquiler horario de los equipos hay que tener presente dos elementos fundamentales:

- Costo de posesión: Donde se incluye las depreciaciones, intereses, capital, obligaciones tributarias, seguros, etc.
- Costo de operación: Donde se incluye combustibles, lubricantes, filtros, neumáticos, mantenimiento, operador y elementos de desgaste.

Los costos de alquiler horario del equipo que se utilizan en el proyecto se cotizarán en el mercado nacional vigentes (ver *Cuadro 12*).

**c. Materiales.**- El costo de los Materiales necesarios a utilizar son componentes básicos dentro de un análisis de Costos Unitarios. El costo utilizado es de material puesto en Obra que incluirá los siguientes rubros:

- Precio del material en el centro abastecedor: Sera aquella que se tome del costo en fábrica sin incluir el IGV.
- Costo de flete: Es el costo del transporte desde el centro abastecedor hasta el almacén de obra.
- Costo de almacenamiento: Es un servicio auxiliar de la obra.

- **Mermas:** Son costos que serán considerados dentro del costo del material. Se considerara el costo de mermas de 8.00% para el acero de construcción, de 10.00% para el concreto, 155.00% para concreto lanzado (teniendo en consideración un factor de desperdicio de 1.70 y un factor de corrección de volumen de 1.50) y el 40.00% por esponjamiento del suelo excavado excedente.

**d. Herramientas.**-Se refiere a cualquier utensilio pequeño que va a servir al personal en la ejecución de trabajos simples y/o complementarios a los que se hace mediante la utilización de equipo pesado.

Dado que el rubro herramientas en un análisis de costos unitarios es difícil de determinar, además de que incide muy poco, en el presupuesto se considera un porcentaje del 5.00% de la mano de obra.

#### **Formula polinómica:**

Las formulas polinómicas, constituyen un procedimiento convencional de cálculo para obtener el valor de los incrementos de costos que experimentan los presupuestos de obra en el tiempo.

El sistema está basado en la incidencia de todos los **elementos** que constituyen una obra, participan en una proporción constante durante todo el tiempo que demanda dicho proceso. Luego de reemplazar los componentes de los índices unificados del INEI, dará como resultado "K" que permite actualizar el costo de una obra (o parte de ella que es el avance de ejecución) a partir de la fecha del presupuesto base, por el incremento que se genera en cada uno de los elementos, esto en el proceso de valorización. Una formula polinómica debe cumplir los siguientes requisitos:

- Estar constituida por la incidencia de hasta 8 monomios.
- El coeficiente de incidencia mínimo de un monomio es de 5 centésimos.

- Los valores de los **coeficientes de incidencia** están dados en cifras decimales con aproximación al milésimo.
- La suma de todos los **coeficientes de incidencia** de una formula polinómica es de uno (1).
- Los valores del **factor de reajuste** (K) están expresados al milésimo.
- Cuando los **elementos componentes** participan con **coeficientes de incidencia** menores a los 5 centésimos, se pueden agrupar con otros **elementos componentes** de tal forma que su incidencia asociada supere al mínimo señalado, constituyendo así los monomios compuestos.
- Los **monomios compuestos** pueden estar formados hasta por 3 **elementos componentes** que se les puede denominar **sub-monomios**.

Para elaborar la formula polinómica, se tiene que **omitir** en el pie del presupuesto el ítem relacionado al **impuesto**.

La fórmula polinómica se efectúa para el presupuesto venta u oferta, por ello se considera como gastos generales al 15% del costo directo, y una utilidad del 10% del costo directo. La fórmula polinómica queda expresada de la siguiente manera:

$$k = a \frac{Jr}{Jo} + b \frac{Mr}{Mo} + c \frac{Er}{Eo} + d \frac{Vr}{Vo} + e \frac{GUr}{GUo}$$

Los coeficientes **a, b, c, d y e** son decimales de la incidencia de los recursos en el presupuesto. Los principales índices que se deben tener son **Mano de Obra (J), Materiales (M), Equipos (E), Varios (V) y Gastos generales y Utilidades (GU)**.

**MANO DE OBRA**  
**(vigente desde el 01.06.2011)**

DESCRIPCIÓN	OPERARIO	OFICIAL	PEÓN
REMUNERACIÓN BÁSICA VIGENTE (RB)	45.50	39.50	35.30
BONIFICACION UNICA DE CONSTRUCCION (BUC) (vigente del 2010-06-01 al 2011-05-31)			
Operario 32.00%	14.56		
Oficial 30.00%		11.85	
Peón 30.00%			10.59
LEYES Y BENEFICIOS SOCIALES SOBRE LA RB			
Operario 113.59%	51.68		
Oficial 113.59%		44.87	
Peón 113.59%			40.10
LEYES Y BENEFICIOS SOCIALES SOBRE LA BUC			
Operario 12.00%	1.75		
Oficial 12.00%		1.42	
Peón 12.00%			1.27
BONIFICACION POR MOVILIDAD ACUMULADA (Res. Directoral N° 777-87-DR-LIM del 08/07/87)	7.20	7.20	7.20
OVEROL (DOS UNIDADES ANUALES) (Res. Directoral N° 777-87-DR-LIM del 08/07/87)	0.40	0.40	0.40
JORNAL DIARIO	121.09	105.24	94.86
COSTO DE HORA - HOMBRE (HH)	15.14	13.16	11.86

CATEGORÍA	FACTÓR	HH S/.	JORNAL S/.
CAPATAZ	1.10 OPERARIO	16.65	133.23
OPERARIO		15.14	121.12
OFICIAL		13.16	105.28
PEÓN		11.86	94.88
ING. DE SEGURIDAD	1.10 OPERARIO	16.65	133.23
TECNICO DE SEGURIDAD	1.00 OPERARIO	11.86	94.88
OPERADOR LANZADO DE CONCRETO	1.00 OPERARIO	11.86	94.88
OPERADOR DE BOMBA SHOTCRETE	1.00 OPERARIO	11.86	94.88
OPERADOR DE LINEA DE AIRE SHOTCRETE	1.00 OPERARIO	11.86	94.88
SOLDADOR	1.00 OPERARIO	11.86	94.88
VIGILNATE	1.00 PEON	11.86	94.88
PEON PARA BOMBA SHOTCRETE	1.00 PEON	11.86	94.88
PEON PARA LANZADOR SHOTCRTE	1.00 PEON	11.86	94.88

**Cuadro 11.- Costo de mano de obra vigente en obras de edificación.**

(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

**EQUIPO**

N°	DESCRIPCION	UND	PESO	COSTO DE POSESION	COSTO DE OPERACIÓN	TARIFA HORA
			TON	S/.	S/.	S/.
01	CAMION VOLQUETE 4 X2 140-210 HP 6 m3	HM	19.000	41.70	167.75	209.45
02	CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO (*)	HM	-	-	2.00	2.00
03	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP (*)	HM	0.095	1.88	19.77	21.65
04	COMPRESORA 250 P.C.M.	HM	-	-	5.00	5.00
05	EQUIPO DE CORTE Y SOLDEO (OXI-ACE (**))	HM	-	-	5.00	7.50
06	EQUIPO SHOTCRETERO	HM	20.000	-	178.85	178.85
07	GRUPO ELECTROGENO 38 HP 20 KW	DM	-	-	25.00	7.50
08	MARTILLO ELECTRICO DE 29 Kg. (**)	HE	0.029	-	5.00	5.00
09	MEZCLADORA DE CONCRETO T. TAMBOR 23 HP 11-12 p3 (**)	HM	1.500	-	29.83	29.83
10	PUNTAL METALICO TELESCOPICO # 4 (*)	DM	-	-	30.00	30.00
11	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40" (**)	HM	-	1.64	3.76	5.40

La tarifa horaria incluye los siguientes conceptos, costo de posesion y costo de operación.

(\*) La tarifa de los equipos marcados con este simbolo no incluye operador.

(\*\*) La tarifa de los equipos marcados con este simbolo no incluye combustibles, lubricantes y filtros, ni oper

**Cuadro 12.- Costo de equipos.**

(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

Presupuesto

Presupuesto	0403006 ALTERNATIVA N°001									Costo al	01/11/2011
Subpresupuest	001 ALTERNATIVA N°01										
Ciente	GCZ INGENIEROS SAC										
Lugar	ANCASH - HUARAZ - HUARAZ										
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Mano de	Material	Equipo	Subcontrat		Parcial S/.	
01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS				10,618.38	1,769.75	870.89	1,290.00		14,549.02	
0101	OBRAS PROVISIONALES				1,348.44	1,733.31	367.39	390.00		3,839.14	
010101	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES				1,099.14	1,397.68	54.93			2,551.66	
01010101	OFICINA, ALMACEN, COMEDOR, VESTUARIO Y GUARDIANA	m2	27.00	70.47	865.63	994.11	43.28			1,903.02	
01010102	CERCO PERIMETRICO - PALOS EUCALIPTO - MALLA	m2	96.00	3.39	16.78	203.47	5.81			326.06	
01010103	CARTEL DE OBRA	u	100	322.57	16.73	200.00	5.84			322.57	
010102	INSTALACIONES PROVISIONALES				249.30	335.73	312.46	390.00		1,287.49	
010102.01	DOTACION DE AGUA PARA LA OBRA	glb	100	315.00		315.00				315.00	
010102.02	SERVICIOS HIGIENICOS PROVISIONAL	glb	100	390.00				390.00		390.00	
010102.03	ENERGIA ELECTRICA PROVISIONAL	glb	100	435.88	124.65	5.00	306.23			435.88	
010102.04	SISTEMA DE DRENAJE PROVISIONAL	glb	100	146.61	124.65	15.73	6.23			146.61	
0102	TRABAJOS PRELIMINARES				1,276.50	36.44	103.83			1,416.77	
0102.01	LIMPIEZA DEL TERRENO	m2	69.70	6.22	412.82		20.63			433.46	
0102.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO	m2	69.70	8.04	498.70	36.44	24.95			560.09	
0102.03	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES	m3	2.25	188.10	364.98		58.25			423.23	
0103	SEGURIDAD Y SALUD				7,993.44		399.67	900.00		9,293.11	
0103.01	ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	d	8.00	466.28	7,993.44		399.67			8,393.11	
0103.02	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS DE SEGURIDAD Y SALUD	glb	100	900.00				900.00		900.00	
02	MOVILIZACION DE CAMPAMENTO, MATERIALES, EQUIPOS Y	glb	100	3,000.00				3,000.00		3,000.00	
03	ESTRUCTURAS				35,987.72	49,687.08	19,381.02			104,955.82	
03.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				14,027.13	20.96	5,305.23			19,353.32	
03.0101	EXCAVACION MANUAL	m3	55.45	53.24	7,880.90		394.07			8,274.97	
03.0102	EXCAVACION CON EQUIPO ELECTRICO	m3	19.10	108.15	1,702.16		325.11			2,027.27	
03.0103	RELLENO COMPACTADO	m3	74.85	52.62	3,166.49	20.96	751.41			3,938.86	
03.0104	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	12.45	45.46	1,277.58		3,834.64			5,112.22	
03.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				1,742.19	47,195	803.01			3,017.16	
03.02.01	SOLADO DE CONCRETO e= 0.05 m, f'c = 100.00 Kg/cm2	m2	15.10	76.04	833.37	94.04	220.68			1,148.09	
03.02.02	PAÑETEADO SUELO - CEMENTO TALUD DE CORTE e= 0.05 m	m2	48.10	24.52	498.58	178.63	502.16			1,179.37	
03.02.03	CONCRETO f'c = 140.00 Kg/cm2	m3	0.95	449.32	211.10	145.56	70.21			426.87	
03.02.04	ACABADO SEMIPULIDO - CUNETAS	m2	18.10	14.53	199.14	53.72	9.96			262.82	
03.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				20,218.40	49,094.17	13,272.78			82,585.35	
03.03.01	ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2	Kg	4,794.30	5.00	8,637.85	14,687.34	683.67			24,008.86	
03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MADERA	m2	18.75	39.48	2,966.13	1,574.21	148.32			4,688.66	
03.03.03	CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm2	m3	24.60	389.95	1,783.09	7,227.66	582.37			9,593.12	
03.03.04	CONCRETO f'c = 280.00 Kg/cm2	m3	2.45	412.35	328.77	594.56	86.90			1,010.23	
03.03.05	CONCRETO LANZADO f'c=280Kg/cm2	m3	64.00	676.32	6,502.56	25,010.40	11,771.52			43,284.48	
04	VARIOS				3,475.03	2,963.02	943.76	300.00		7,671.81	
04.01	SISTEMA DE VENTILACION E ILUMINACION	glb	100	760.00		200.00	560.00			760.00	

04.02	PROTECCION FRENTE DE EXCAVACION	glb	100	5,004.64	1,944.40	2,753.02	307.22	5,004.64
04.03	INSPECCION TECNICA DE OBRA	glb	100	104.90	99.90		5.00	104.90
04.04	TAPAR INGRESO Y SALIDA DE TUNEL	glb	100	300.00				300.00
04.05	LIMPIEZA GENERAL DE OBRA	glb	100	1,502.27	1,430.73		7154	1,502.27
	COSTO DIRECTO							130,176.65
	GASTOS GENERALES (15%)							19,526.50
	UTILIDAD (10%)							13,017.67
	SUBTOTAL							162,720.81
	IMPUESTO (IGV 0%)							
	TOTAL PRESUPUESTO							162,720.81

SON : CIENTO SESENTIDOS MIL SETECIENTOS VEINTE Y 8/100 NUEVOS SOLES

### Fórmula Polinómica

Presupuesto 0403006 ALTERNATIVA N°001  
 Subpresupuesto 00 ALTERNATIVA N°01  
 Fecha Presupuesto 01/11/2011  
 Moneda NUEVOS SOLES  
 Ubicación Geográfica 020101 ANCASH - HUARAZ - HUARAZ  
 $K = 0.309*(Jr / Jo) + 0.190*(Mr / Mo) + 0.148*(Er / Eo) + 0.142*(Vr / Vo) + 0.211*(GUr / GUo)$

Monom	Factor	(%)	Símbolo	Índice	Descripción
1	0.309	100.000	J	47	MANO DE OBRA
2	0.190	100.000	M	03	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO
3	0.148	100.000	E	48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL
4	0.142	7.042 9.859	V	05	AGREGADO GRUESO
	0.142	83.099	V	43	MADERA NACIONAL PARA ENCOFRADO Y CARPIN
5	0.211	100.000	GU	80	CONCRETO PREMEZCLADO
				39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

Presupuesto										
Presupuesto	0403005	ALTERNATIVA N°02								
Subpresupuest	001	ALTERNATIVA N°02								
Ciente	GCZ INGENIEROS SAC									
Lugar	ANCASH - HUARAZ - HUARAZ									Costo al 01/11/2011
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Mano de	Material	Equipo	Subcontrat	Parcial S/.	
01	<b>OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS</b>									
0101	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				10,618.38	1,769.75	870.89	1,290.00	14,549.02	
010101	<b>CONSTRUCCIONES PROVISIONALES</b>				1,348.44	1,733.31	367.39	390.00	3,839.14	
01010101	OFICINA, ALMACEN, COMEDOR, VESTUARIO Y GUARDIANA	m2	27.00	70.47	865.63	994.11	43.28		1,903.02	
01010102	CERCO PERIMETRICO - PALOS EUCALIPTO - MALLA	m2	96.00	3.39	16.78	203.47	5.81		326.06	
01010103	CARTEL DE OBRA	u	100	322.57	16.73	200.00	5.84		322.57	
010102	<b>INSTALACIONES PROVISIONALES</b>				249.30	335.73	312.46	390.00	1,287.49	
010102.01	DOTACION DE AGUA PARA LA OBRA	glb	100	315.00		315.00			315.00	
010102.02	SERVICIOS HIGIENICOS PROVISIONAL	glb	100	390.00				390.00	390.00	
010102.03	ENERGIA ELECTRICA PROVISIONAL	glb	100	435.88	124.65	5.00	306.23		435.88	
010102.04	SISTEMA DE DRENAJE PROVISIONAL	glb	100	146.61	124.65	15.73	6.23		146.61	
0102	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				1,276.50	36.44	103.83		1,416.77	
0102.01	LIMPIEZA DEL TERRENO	m2	69.70	6.22	412.82		20.63		433.45	
0102.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO	m2	69.70	8.04	498.70	36.44	24.95		560.09	
0102.03	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES	m3	2.25	188.10	364.98		58.25		423.23	
0103	<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>				7,993.44		399.67	900.00	9,293.11	
0103.01	ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	d	18.00	466.28	7,993.44		399.67		8,393.11	
0103.02	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS DE SEGURIDAD Y SALUD	glb	100	900.00				900.00	900.00	
02	<b>MOVILIZACION DE CAMPAMENTO, MATERIALES, EQUIPOS Y</b>	glb	100	3,000.00				3,000.00	3,000.00	
03	<b>ESTRUCTURAS</b>				27,425.80	35,838.04	7,457.66		70,721.50	
03.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				14,026.85	20.96	5,306.11		19,352.92	
03.0101	EXCAVACION MANUAL	m3	145.40	56.90	7,880.63		393.96		8,274.59	
03.0102	EXCAVACION CON EQUIPO ELECTRICO	m3	16.50	122.86	1,702.15		325.10		2,027.25	
03.0103	RELLENO COMPACTADO	m3	74.86	52.62	3,866.49	20.96	751.41		3,938.86	
03.0104	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	12.45	45.46	1,277.58		3,834.64		5,112.22	
03.02	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				1,750.52	471.95	803.42		3,025.89	
03.02.01	SOLADO DE CONCRETO e= 0.05 m, f'c = 100.00 Kg/cm2	m2	15.10	76.62	841.70	94.04	221.09		1,166.83	
03.02.02	PAÑETEADO SUELO - CEMENTO TALUD DE CORTE e= 0.05 m	m2	48.10	24.52	498.58	178.63	502.16		1,179.37	
03.02.03	CONCRETO f'c = 140.00 Kg/cm2	m3	0.95	449.32	211.10	145.56	70.21		426.87	
03.02.04	ACABADO SEMIPULIDO - CUNETA	m2	18.10	14.53	199.14	53.72	9.96		262.82	
03.03	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				11,648.43	35,345.13	1,349.13		48,342.69	
03.03.01	ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2	Kg	2,627.95	5.22	5,222.05	8,050.73	464.10		13,736.88	
03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MADERA	m2	73.65	49.99	2,236.83	1,332.85	111.87		3,681.55	
03.03.03	ENCOFRADO METALICO PERMANENTE	m2	90.85	223.66	2,077.69	18,139.33	103.89		20,320.91	
03.03.04	CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm2	m3	24.60	389.95	1,783.09	7,227.66	582.37		9,593.12	
03.03.05	CONCRETO f'c = 280.00 Kg/cm2	m3	2.45	412.35	328.77	594.56	86.90		1,010.23	
04	<b>VARIOS</b>				3,524.98	2,953.02	946.25	300.00	7,724.25	
04.01	SISTEMA DE VENTILACION E ILUMINACION	glb	100	760.00		200.00	560.00		760.00	

04.02	PROTECCION FRENTE DE EXCAVACION	g/b	100	5,004.64	1,944.40	2,753.02	307.22		<b>5,004.64</b>
04.03	INSPECCION TECNICA DE OBRA	g/b	100	157.34	149.85		7.49		<b>157.34</b>
04.04	TAPAR INGRESO Y SALIDA DE TUNEL	g/b	100	300.00				300.00	<b>300.00</b>
04.05	LIMPIEZA GENERAL DE OBRA	g/b	100	1502.27	1,430.73		7154		<b>1,502.27</b>
	COSTO DIRECTO								<b>95,994.77</b>
	GASTOS GENERALES (15%)								<b>14,399.22</b>
	UTILIDADES (10%)								<b>9,599.48</b>
	<b>SUBTOTAL</b>								<b>119,993.46</b>
	IMPUESTO (IGV 0%)								<b>-----</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>								<b>119,993.46</b>
<b>SON : CIENTO DIECINUEVE MIL NOVECIENTOS NOVENTITRES Y 46/100 NUEVOS SOLES</b>									

Fórmula Polinómica

Presupuesto: 0403005 ALTERNATIVA Nº002  
 Presupuesto: 00 ALTERNATIVA Nº02  
 Fecha Presupuesto: 01/11/2011  
 Moneda: NUEVOS SOLES  
 Ubicación Geográfica: 020101 ANCASH - HUARAZ - HUARAZ  

$$0.347*(Jr / Jo) + 0.259*(Mr / Mo) + 0.105*(Er / Eo) + 0.073*(Vr / Vo) + 0.216*(GUr / GUo)$$

Factor	(%)	Símbolo	Indice	Descripción
0.347	100.000	J	47	MANO DE OBRA
0.259	45.560		03	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO
0.259	54.440	M	09	ALCANTARILLA METALICA
0.105	100.000	E	48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL
0.073	58.904	V	21	CEMENTO PORTLAND TIPO I
0.073	16.438		05	AGREGADO GRUESO
	24.658		43	MADERA NACIONAL PARA ENCOFRADO Y CARPINTI
0.216	100.000	GU	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

Presupuesto

Presupuesto	0403003 ALTERNATIVA N°003									
Subpresupuest	001 ALTERNATIVA N°03									
Cliente	GCZ INGENIEROS SAC									
Lugar	ANCASH - HUARAZ - HUARAZ								Costo al	01/11/2011
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Mano de	Material	Equipo	Subcontrat		Parcial S/.
01	<b>OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS</b>				13,282.86	1,769.75	1,004.12	1,290.00		17,346.73
0101	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				1,348.44	1,733.31	367.39	390.00		3,839.14
010101	<b>CONSTRUCCIONES PROVISIONALES</b>				1,099.14	1,397.68	54.93			2,551.65
01010101	OFICINA, ALMACEN, COMEDOR, VESTUARIO Y GUARDIANA	m2	27.00	70.47	865.63	994.11	43.28			1,903.02
01010102	CERCO PERIMETRICO - PALOS EUCALIPTO - MALLA	m2	96.00	3.39	16.78	203.47	5.81			326.06
01010103	CARTEL DE OBRA	u	100	322.57	16.73	200.00	5.84			322.57
010102	<b>INSTALACIONES PROVISIONALES</b>				249.30	335.73	312.46	390.00		1,287.49
010102.01	DOTACION DE AGUA PARA LA OBRA	glb	100	315.00		315.00				315.00
010102.02	SERVICIOS HIGIENICOS PROVISIONAL	glb	100	390.00				390.00		390.00
010102.03	ENERGIA ELECTRICA PROVISIONAL	glb	100	435.88	124.65	5.00	306.23			435.88
010102.04	SISTEMA DE DRENAJE PROVISIONAL	glb	100	146.61	124.65	15.73	6.23			146.61
0102	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				1,276.50	36.44	103.83			1,416.77
0102.01	LIMPIEZA DEL TERRENO	m2	69.70	6.22	412.82		20.63			433.46
0102.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO	m2	69.70	8.04	498.70	36.44	24.95			560.09
0102.03	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES	m3	2.25	188.10	364.98		58.25			423.23
0103	<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>				10,657.92		532.90	900.00		12,090.82
0103.01	ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	d	24.00	466.28	10,657.92		532.90			11,190.82
0103.02	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS DE SEGURIDAD Y SALUD	glb	100	900.00				900.00		900.00
02	<b>MOVILIZACION DE CAMPAMENTO, MATERIALES, EQUIPOS Y</b>	glb	100	3,000.00				3,000.00		3,000.00
03	<b>ESTRUCTURAS</b>				36,892.91	37,119.50	8,491.86			82,504.27
03.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				14,254.36	20.96	5,296.61			19,571.93
03.0101	EXCAVACION MANUAL	m3	55.45	50.24	7,437.17		371.91			7,809.08
03.0102	EXCAVACION CON EQUIPO ELECTRICO	m3	19.10	141.97	2,373.12		338.65			2,711.77
03.0103	RELLENO COMPACTADO	m3	74.85	52.62	3,166.49	20.96	751.41			3,938.86
03.0104	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	12.45	45.46	1,277.58		3,834.64			5,112.22
03.02	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				1,807.10	471.95	806.24			3,085.29
03.02.01	SOLADO DE CONCRETO e= 0.05 m, f'c = 100.00 Kg/cm2	m2	15.10	80.54	898.28	94.04	223.91			1,216.23
03.02.02	PAÑETEADO SUELO - CEMENTO TALUD DE CORTE e= 0.05 m	m2	48.10	24.52	498.58	178.63	502.15			1,179.37
03.02.03	CONCRETO f'c = 140.00 Kg/cm2	m3	0.95	449.32	211.10	145.56	70.21			426.87
03.02.04	ACABADO SEMIPULIDO - CUNETAS	m2	18.10	14.53	199.14	53.72	9.96			262.82
03.03	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				20,831.45	36,626.59	2,389.01			59,847.05
03.03.01	ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2	Kg	4,794.35	5.36	10,251.41	14,687.49	732.58			25,671.48
03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MADERA	m2	186.80	63.22	5,942.32	5,569.70	297.20			11,809.22
03.03.03	CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm2	m3	24.60	295.99	2,070.19	4,544.07	667.19			7,281.45
03.03.04	CONCRETO f'c = 280.00 Kg/cm2	m3	29.80	492.48	2,177.98	11,825.33	672.56			14,675.87
03.03.05	CURADO DE CONCRETO	glb	100	409.03	389.55		19.48			409.03

04	<b>VIARIOS</b>				<b>3,705.71</b>	<b>2,953.02</b>	<b>955.29</b>	<b>300.00</b>	<b>7,914.02</b>
04.01	SISTEMA DE VENTILACION E ILUMINACION	gib	100	760.00		200.00	560.00		760.00
04.02	PROTECCION FRENTE DE EXCAVACION	gib	100	4,749.44	1,701.35	2,753.02	295.07		4,749.44
04.03	INSPECCION TECNICA DE OBRA	gib	100	839.16	799.20		39.96		839.16
04.04	TAPAR INGRESO Y SALIDA DE TUNEL	gib	100	300.00				300.00	300.00
04.05	LIMPIEZA GENERAL DE OBRA	gib	100	1,265.42	1,205.16		60.26		1,265.42
	Costo Directo								10,765.02
	GASTOS GENERALES (15%)								1,614.75
	UTILIDADES (10%)								1,076.50
	<b>SUBTOTAL</b>								<b>138,456.28</b>
	IMPUESTO (IGV 0%)								
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>								<b>138,456.28</b>

**SON : CIENTO TRENTIOCHO MIL CUATROCIENTOS CINCUENTISEIS Y 28/100 NUEVOS SOLES**

Fórmula Polinómica

Presupuesto 0403003 ALTERNATIVA N°003  
 Subpresupuesto 001 ALTERNATIVA N°03  
 Fecha Presupuesto 01/11/2011  
 Moneda NUEVOS SOLES  
 Ubicación Geográfica 020101 ANCASH - HUARAZ - HUARAZ  
 $K = 0.226*(Jr / Jo) + 0.135*(Mr / Mo) + 0.096*(Er / Eo) + 0.075*(Vr / Vo) + 0.544*(GUr / GUo)$

Monomio	Factor	(%)	Símbolo	Indice	Descripción
1	0.226	100.000	J	47	MANO DE OBRA
2	0.135	71.852	M	03	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO
3	0.096	60.417	E	48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL
4	0.075	33.333		43	MADERA NACIONAL PARA ENCOFRADO Y CARPINTERIA
		16.000		05	AGREGADO GRUESO
	0.075	50.667	V	21	CEMENTO PORTLAND TIPO I
5	0.544	100.000	GU	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

Presupuesto

Presupuesto	0403004 ALTERNATIVA N°004									Costo al	01/11/2011
Subpresupuest	001 ALTERNATIVA N°04										
Cliente	GCZ INGENIEROS SAC										
Lugar	ANCASH - HUARAZ - HUARAZ										
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Mano de	Material	Equipo	Subcontrato			Parcial S/.
01	<b>OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS</b>				13,282.86	1,789.75	1,004.12	1,290.00			17,346.06
0101	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				1,348.44	1,733.31	367.39	390.00			3,838.19
010101	<b>CONSTRUCCIONES PROVISIONALES</b>				1,099.14	1,397.68	64.93				2,560.70
01010101	OFICINA, ALMACEN, COMEDOR, VESTUARIO Y GUARDIANA	m2	27.00	70.47	865.63	994.11	43.28				1,902.69
01010102	CERCO PERIMETRICO - PALOS EUCALIPTO - MALLA	m2	96.00	3.39	16.78	203.47	5.81				325.44
01010103	CARTEL DE OBRA	u	100	322.57	16.73	200.00	5.84				322.57
010102	<b>INSTALACIONES PROVISIONALES</b>				249.30	336.73	312.46	390.00			1,287.49
010102.01	DOTACION DE AGUA PARA LA OBRA	glb	100	35.00		35.00					35.00
010102.02	SERVICIOS HIGIENICOS PROVISIONAL	glb	100	390.00				390.00			390.00
010102.03	ENERGIA ELECTRICA PROVISIONAL	glb	100	435.88	124.65	5.00	306.23				435.88
010102.04	SISTEMA DE DRENAJE PROVISIONAL	glb	100	146.61	124.65	5.73	6.23				146.61
0102	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				1,276.60	36.44	103.83				1,417.16
0102.01	LIMPIEZA DEL TERRENO	m2	69.70	6.22	412.82		20.63				433.53
0102.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO	m2	69.70	8.04	498.70	36.44	24.95				560.39
0102.03	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES	m3	2.25	186.10	364.98		58.25				423.23
0103	<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>				10,657.92		532.90	900.00			12,090.72
0103.01	ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	d	24.00	466.28	10,657.92		532.90				11,190.72
0103.02	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS DE SEGURIDAD Y SALUD	glb	100	900.00				900.00			900.00
02	<b>MOVILIZACION DE CAMPAMENTO, MATERIALES, EQUIPOS Y</b>	glb	100	3,000.00				3,000.00			3,000.00
03	<b>ESTRUCTURAS</b>				44,986.81	36,689.89	9,919.63	1,326.55			94,839.74
03.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				14,404.16	20.98	5,304.11				19,730.08
03.0101	EXCAVACION MANUAL	m3	155.45	5103	7,553.64		377.74				7,932.61
03.0102	EXCAVACION CON EQUIPO ELECTRICO	m3	19.10	145.17	2,431.35		341.56				2,772.76
03.0103	RELLENO COMPACTADO	m3	74.85	52.62	3,196.49	20.96	751.41				3,938.61
03.0104	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	112.45	45.23	1,252.67		3,833.40				5,086.11
03.02	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				1,798.77	471.96	806.83				3,076.81
03.02.01	SOLADO DE CONCRETO e= 0.05 m, f'c = 100.00 Kg/cm2	m2	15.10	79.97	889.95	94.04	223.50				1,207.66
03.02.02	PAÑETEADO SUELO - CEMENTO TALUD DE CORTE e= 0.05 m	m2	48.10	24.52	498.58	178.63	502.16				1,179.41
03.02.03	CONCRETO f'c = 140.00 Kg/cm2	m3	0.95	449.32	211.10	145.56	70.21				426.86
03.02.04	ACABADO SEMIPULIDO - CUNETAS	m2	18.10	14.53	199.14	53.72	9.96				262.99
03.03	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				28,783.89	36,196.98	3,809.69	1,326.55			72,032.86
03.03.01	ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2	Kg	4,794.35	5.73	12,031.75	14,687.49	835.18				27,471.63
03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MADERA	m2	112.65	56.40	5,132.27	966.25	256.56				6,383.46
03.03.03	ENCOFRADO METALICO PERMANENTE	m2	74.20	291.83	8,075.71	10,767.44	1,483.76	1,326.55			21,653.79
03.03.04	CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm2	m3	24.60	279.76	1,757.17	4,544.07	581.08				8,882.10
03.03.05	CONCRETO f'c = 280.00 Kg/cm2	m3	29.80	324.56	1,786.99	7,231.73	653.01				9,671.89

04	<b>VARIOS</b>				<b>3,390.16</b>	<b>2,963.02</b>	<b>939.51</b>	<b>300.00</b>	<b>7,582.69</b>
04.01	SISTEMA DE VENTILACION E ILUMINACION	gib	100	760.00		200.00	560.00		760.00
04.02	PROTECCION FRENTE DE EXCAVACION	gib	100	4,749.44	170135	2,753.02	295.07		4,749.44
04.03	INSPECCION TECNICA DE OBRA	gib	100	349.85	333.00		16.85		349.85
04.04	TAPAR INGRESO Y SALIDA DE TUNEL	gib	100	300.00				300.00	300.00
04.05	LIMPIEZA GENERAL DE OBRA	gib	100	1,423.60	1355.81		67.79		1,423.60
	Costo Directo								122,788.50
	GASTOS GENERALES (5%)								18,415.27
	UTILIDADES (10%)								12,278.85
	<b>SUBTOTAL</b>								<b>153,460.82</b>
	IMPUESTO (IGV 0%)								
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>								<b>153,460.82</b>

**SON : CIENTO CINCUENTITRES MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y 62/100 NUEVOS SOLES**

**Fórmula Polinómica**

Presupuesto 0403004 ALTERNATIVA N°004  
 Subpresupuesto 001 ALTERNATIVA N°04  
 Fecha Presupuesto 01/11/2011  
 Moneda NUEVOS SOLES  
 Ubicación Geográfica 020101 ANCASH - HUARAZ - HUARAZ  
 $K = 0.402*(Jr / Jo) + 0.195*(Mr / Mo) + 0.099*(Er / Eo) + 0.092*(Vr / Vo) + 0.212*(GUr / GUo)$

Monomio	Factor	(%)	Simbolo	Indice	Descripción
1	0.402	100.000	J	47	MANO DE OBRA
2	0.195	100.000	M	03	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO
3	0.099	100.000	E	48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL
4	0.092	14.130		43	MADERA NACIONAL PARA ENCOFRADO Y CARPINTERIA
		20.652		05	AGREGADO GRUESO
	0.092	65.217	V	21	CEMENTO PORTLAND TIPO I
5	0.212	100.000	GU	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

## CAPITULO VI: EVALUACION TECNICA, ECONOMICA, SEGURA Y VIABLE DE LAS ALTERNATIVAS

En este capítulo se evaluarán **Técnica y Económica** las alternativas planteadas, siguiendo los lineamientos de un concurso público, siendo la adjudicación de carácter privado.

La aprobación o “visto bueno” de cada alternativa, la llamaremos **Evaluación Viable**; estas viabilidades se deben dar al mismo tiempo para alcanzar la factibilidad de las alternativas; por ejemplo una alternativa puede ser viable técnicamente pero puede no ser viable económicamente; entonces con una evaluación que resulte menos viable, la alternativa será menos factible.

Al ser una obra subterránea y por ende de alto riesgo, la **Evaluación de Seguridad** de las alternativas, se realizará teniendo en cuenta los posibles riesgos que se presentarían en la obra del personal de obra, de los vehículos que transitan sobre la vía y de los equipos que se usen para la ejecución.

### EVALUACION TECNICA

Se evaluarán las alternativas teniendo como puntaje máximo 100, de acuerdo a los siguientes factores.

#### Factores de evaluación técnica:

Experiencia en la actividad, puntaje máximo 30.

Experiencia en la especialidad, puntaje máximo 30.

Plazo de entrega, a la oferta con menor plazo de entrega se le asignará un puntaje máximo de 30 y a las restantes de manera inversamente proporcional.

Experiencia y calificación del personal propuesto, puntaje máximo 10.

Como todas las alternativas serán ejecutadas por una empresa contratista, se asignará el valor máximo a cada alternativa en lo que corresponde a Experiencia en la actividad, en la especialidad y calificación del personal propuesto, Ver Cuadro 14.0.

Lo correspondiente al plazo de entrega, el cálculo es como sigue:

ALTERNATIVAS	TIEMPO DE ENTREGA	PUNTAJE
Alternativa N°01	30 días	30.00
Alternativa N°02	30 días	30.00
Alternativa N°03	36 días	25.00
Alternativa N°04	36 días	25.00

**Cuadro 13.0.- Puntaje plazo de entrega.**

(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

**EVALUACION ECONOMICA**

El puntaje máximo será de cien (100) puntos y se calificará de la siguiente manera:

Se asignará el puntaje máximo a la propuesta económica de menor monto, a nivel de Costo Directo. Al resto en forma inversamente proporcional aplicando la siguiente formula:

$$P_i = \frac{O_m \times PMPE}{O_i}$$

Donde:

- i = Propuesta
- P<sub>i</sub> = Puntaje de la propuesta económica i
- O<sub>i</sub> = Propuesta Económica i
- O<sub>m</sub> = Propuesta Económica de monto o precio más bajo
- PMPE = Puntaje Máximo de la Propuesta Económica.

El cálculo que se obtiene, es el que se muestra a continuación:

FACTORES / ALTERNATIVAS	Alternativa N°01	Alternativa N°02	Alternativa N°03	Alternativa N°04
Experiencia en la actividad	30.00	30.00	30.00	30.00
Experiencia en la especialidad	30.00	30.00	30.00	30.00
Plazo de entrega	30.00	30.00	25.00	25.00
Experiencia y calificación del personal propuesto	10.00	10.00	10.00	10.00
<b>PUNTAJE:</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>95.00</b>	<b>95.00</b>

**Cuadro 14.0.- Evaluación técnica.**  
(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

ALTERNATIVAS	COSTO DIRECTO	PUNTAJE
Alternativa N°01	S/. 130,176.65	<b>73.74</b>
Alternativa N°02	S/. 95,994.77	<b>100.00</b>
Alternativa N°03	S/. 110,765.02	<b>86.67</b>
Alternativa N°04	S/. 122,768.50	<b>78.19</b>

**Cuadro 15.0.- Evaluación económica.**  
(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

---

## EVALUACION DE SEGURIDAD

Se evaluarán las alternativas teniendo como puntaje máximo 100, de acuerdo a los siguientes factores.

### Factores de evaluación de seguridad:

- Seguridad del personal de obra en trabajos subterráneos, puntaje máximo 30.
- Seguridad de los vehículos que transitan sobre la vía ante un posible hundimiento, puntaje máximo 15.
- Seguridad de los equipos de la obra en trabajos subterráneos, puntaje máximo 10.
- Seguridad ante la modificación de la estructura del túnel, puntaje máximo 30.
- Seguridad en la ejecución de obra a doble turno, puntaje máximo 15.

El puntaje que se obtiene en cada alternativa, se muestra en el *Cuadro 16.0*.

## EVALUACION VIABLE

En la **Evaluación Viable**, se utiliza el **Proceso de análisis Jerárquico** para definir el peso porcentual de cada una de las evaluaciones anteriores, determinándose una ecuación del promedio ponderado que será el puntaje total de cada Alternativa.

### Determinación de los pesos porcentuales, utilizando el Proceso de Análisis Jerárquico:

El método de decisión multicriterio denominado **Proceso de análisis Jerárquico** (PAJ), fue desarrollado por el científico norteamericano Thomas Saaty y es

FACTORES / ALTERNATIVAS	Alternativa N°01	Alternativa N°02	Alternativa N°03	Alternativa N°04
Seguridad del personal de obra en trabajos subterráneos	25.00	20.00	30.00	30.00
Seguridad de los vehículos que transitan sobre la vía ante un posible hundimiento	15.00	15.00	15.00	15.00
Seguridad de los equipos de la obra en trabajos subterráneos	8.50	10.00	10.00	10.00
Seguridad ante la modificación de la estructura del túnel	30.00	15.00	30.00	30.00
Seguridad en la ejecución de obra a doble turno	10.00	10.00	5.00	15.00
<b>PUNTAJE:</b>	<b>88.50</b>	<b>80.00</b>	<b>90.00</b>	<b>100.00</b>

**Cuadro 16.0.- Evaluación de seguridad.**

(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

ampliamente utilizado en el campo de la ingeniería para este fin. Sufinalidad es ordenar las alternativas dedecisión a partir de establecer comparaciones binariasentre dos elementos o criterios.

En su aspecto máselemental, el PAJ propone asignar un vector de pesos $w=[w_1, w_2, \dots, w_n]$  a los criterios de un ciertoproblema de decisión multicriterio. Para ello parte decomparar cada criterio  $i$  con cada criterio  $j$ ,obteniendo unos valores  $a_{ij}$  que es posible agrupar enuna matriz cuadrada de orden  $n$ : la llamada matriz decomparaciones binarias  $A=[a_{ij}]$ . Si no fuese elcriterio  $i$  más importante que el  $j$  sino al revés, seestima  $a_{ji}$  de acuerdo con lo anterior y se hace  $a_{ij}=1/a_{ji}$ . Saatyensaya cierto número de escalas demedida y justifica [Saaty 1980, 1997] la representadaen la Tabla 1 para la estimación de los coeficientes $a_{ij}$ :

OPINION DEL DECISOR	Valor a insertar en la matriz de Decisión
A y B son igualmente importantes	1
A es débilmente más importante que B	3
A es fuertemente más importante que B	5
A es demostrablemente más importante que B	7
A es absolutamente más importante que B	9

#### Cuadro 17.0.- Escala de prioridades en el PAJ.

(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

A y B: Los elementos a comparar. En situaciones decompromiso se podráutilizar números pares. Saaty(1980).

Los pasos esenciales a seguir, para obtener la **Matriz para determinar los pesos de las evaluaciones** (Ver Cuadro 18.0),se resumen en:

- 1) Definir el problema;
- 2) Identificar los criterios queinfluyen sobre su comportamiento;
- 3) Estructurar unajerarquía de criterios, subcriterios, propiedades dealternativas;

- 4) Elaborar claramente las preguntas para la comparación en parejas de cada matriz;
- 5) Introducir en la matriz los resultados de las comparaciones en pareja forzando la formación de recíprocos;
- 6) Calcular las prioridades sumando los elementos de cada columna y dividiendo cada valor por el total. Promediar las columnas de la matriz resultante para obtener el vector de prioridades.

ESTUDIO DE VIABILIDAD	VT	VE	VS	Autovector
Viabilidad técnica (VT)	1.00	3.00	0.33	0.29
Viabilidad económica (VE)	0.33	1.00	0.20	0.10
Viabilidad de seguridad (VS)	3.00	5.00	1.00	0.61

**Cuadro 18.0.- Matriz para determinar los pesos de las evaluaciones.**

(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

El puntaje total de la propuesta será el promedio ponderado de las evaluaciones, obtenido de la siguiente fórmula:

$$PTP_i = 0.29 \cdot PT_i + 0.10 \cdot PE_i + 0.61 \cdot PS_i \dots \dots \dots \text{Ecuación TES}$$

Donde:

$PTP_i$  = Puntaje total de la alternativa i.

$PT_i$  = Puntaje por evaluación técnica de la alternativa i.

$PE_i$  = Puntaje por evaluación económica de la alternativa i.

$PS_i$  = Puntaje por evaluación de seguridad de la alternativa i.

Haciendo uso de la Ecuación TES, se calcula el puntaje total de las evaluaciones técnica, económica y segura de cada alternativa. Los resultados se muestran en el siguiente *Cuadro 19.0*:

<b>EVALUACION VIABLE</b>	<b>PTi</b>	<b>PEi</b>	<b>PSi</b>	<b>PTPi</b>
Alternativa N°01	100.00	73.74	88.50	<b>90.36</b>
Alternativa N°02	100.00	100.00	70.00	<b>81.70</b>
Alternativa N°03	95.00	86.67	92.50	<b>92.64</b>
Alternativa N°04	95.00	78.19	100.00	<b>96.37</b>

**Cuadro 19.0.- Evaluación Viable.**

(Fuente: Propia de la tesis, NOV 2011)

El resultado máximo de la evaluación de la viabilidad integral será cuando ésta adquiera un valor de 100 puntos. Basado en esto se proponen tres rangos para determinar la viabilidad del proyecto:

Si,  $81 \leq PTPi \leq 100$ , **el proyecto es viable.**

Si,  $61 \leq PTPi < 80$ , **el proyecto puede ser viable**, aunque es necesario mejorarlo en algunos aspectos en los que la evaluación esté por debajo del valor medio correspondiente.

Si,  $PTPi < 60$ , **el proyecto no es viable.**

## CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1 CONCLUSIONES

- De acuerdo con la **Evaluación Viable**, todas las alternativas están dentro del rango de 81 a 100, con lo que se concluye que todas las alternativas son viables.
- El mayor puntaje lo obtiene la “**Alternativa N°04**” por brindar la mayor seguridad al personal de obra en este tipo de trabajos subterráneos.
- La “**Alternativa N°02**” obtiene la mayor calificación técnica y económica; sin embargo, no brinda la debida seguridad en estos tipos de trabajos subterráneos, debido a que este túnel tiene una pendiente considerable. Las corrugas de la alcantarilla causarían inestabilidad, presentando grave riesgo para el personal que ejecutaría la obra; y de igual manera para la contratista encargada de la colocación de la nueva tubería forzada.

### 7.2 RECOMENDACIONES

Para este tipo de terrenos, terraplén compactado, se recomienda:

- La “**Alternativa N°02**” en túneles con pendiente moderada hasta 2%, para la construcción de cruces de entubamiento de aguas cloacales, construcción de galerías de aguas pluviales, recuperación de galerías deterioradas, canalización de ríos y cursos de agua, pasaje de vehículos y peatones, drenaje subterráneos de ríos y cursos de agua, y en general cualquier tipo de pase.
- En ningún caso se recomienda trabajar con la “**Alternativa N°01**”, por ser la más costosa y por la poca disponibilidad de los equipos necesarios para ejecutarla.

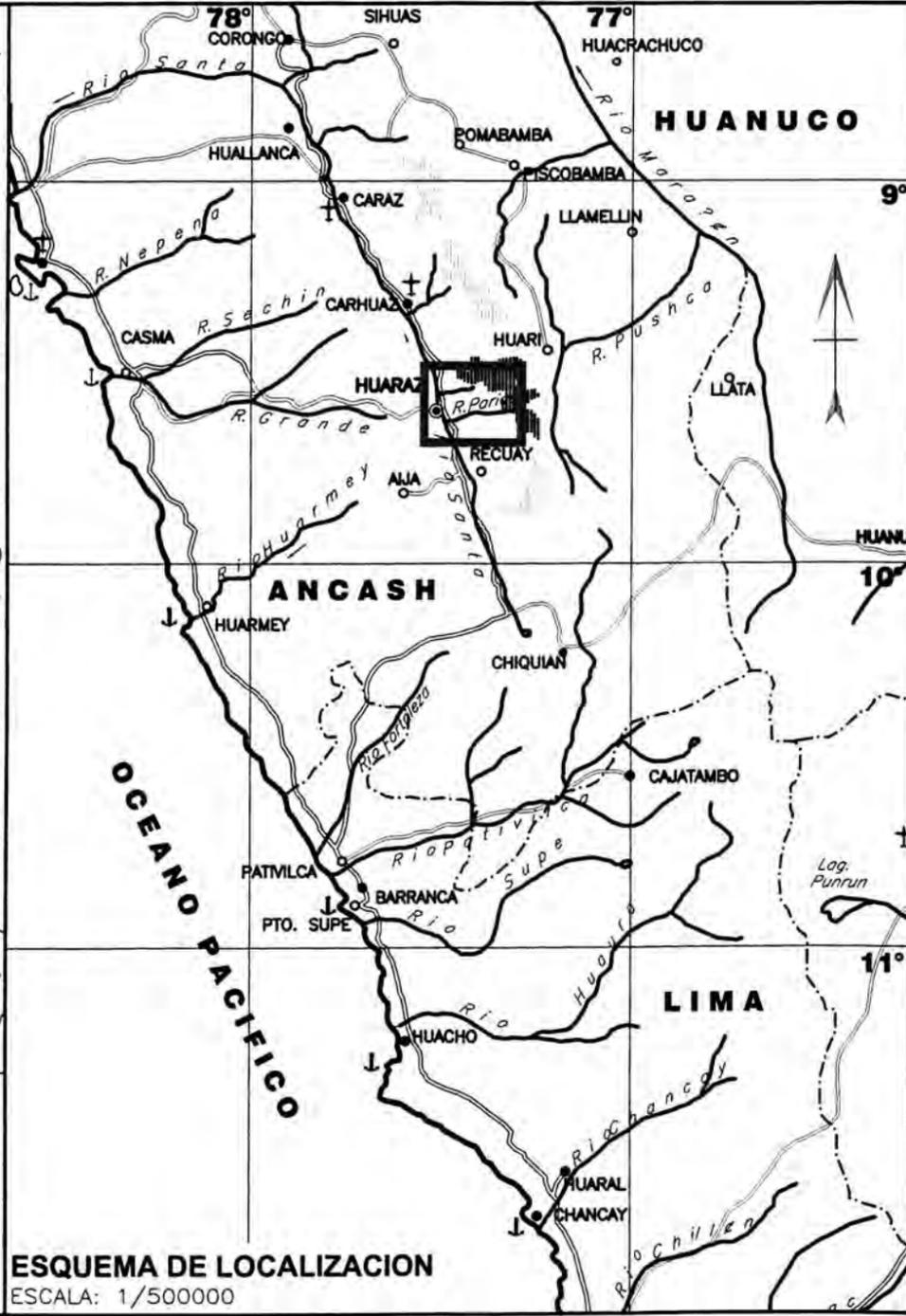
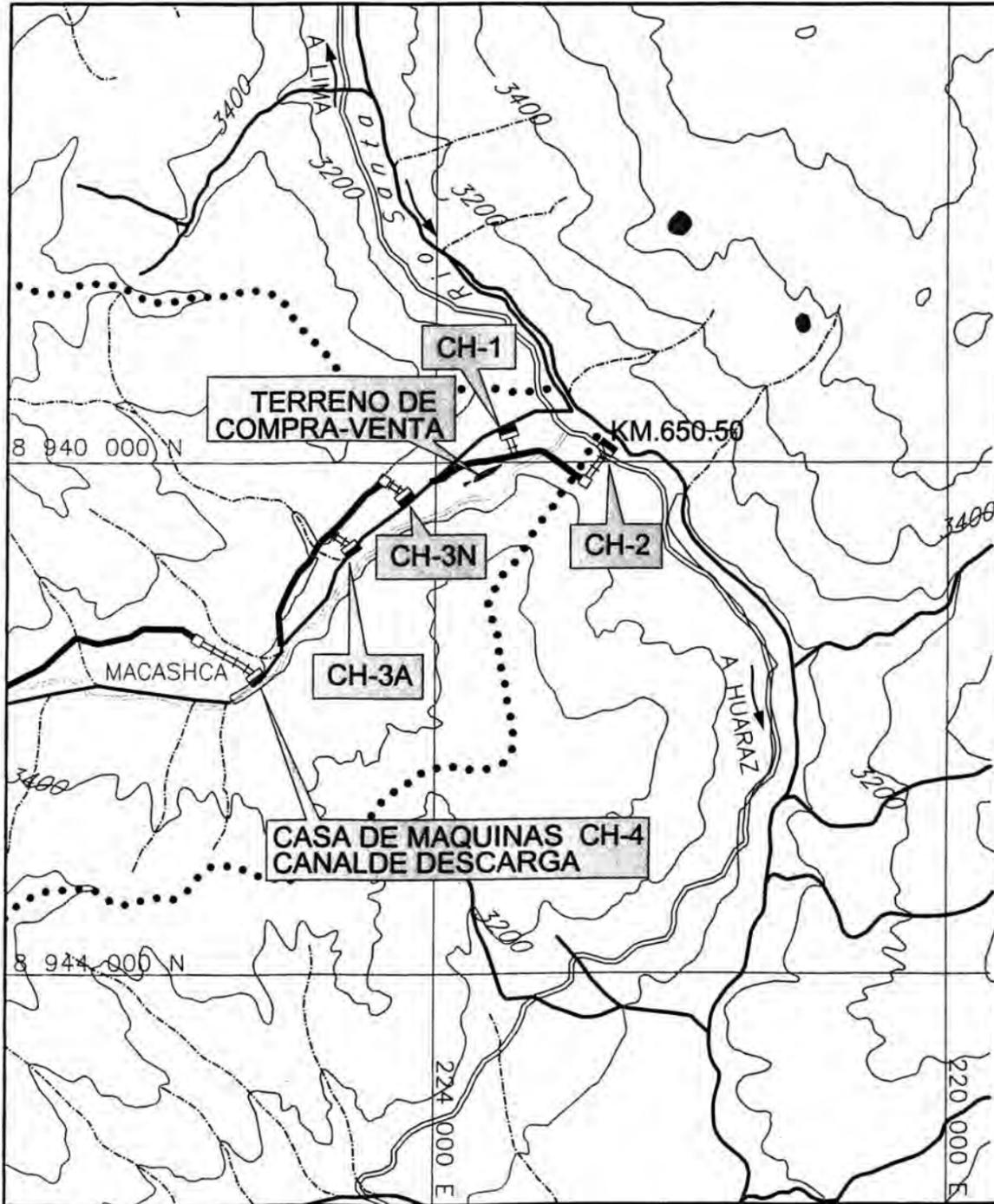
## BIBLIOGRAFIA:

- AZNAR SALINERO, Javier: "Programación y costos en las obras subterráneas". Editado por: FUEYO EDITORES, Madrid - España, 2001.
- CORONEL SANCHEZ, Renato Ciro: "Concreto lanzado – shocrete – utilización en el túnel de conducción de la obra: Central hidroeléctrica de CHIMAY". Tesis de grado U.N.I. Lima - Perú, 2001.
- FERRO AMERI, Vladimir Roberto: "Lineamientos de desarrollo para la ciudad de Huaraz". Tesis de grado U.N.I. Lima - Perú, 2009.
- HUAMBACHANO RUEDA, Juan Carlos: "Revestimiento de un tramo de túnel con concreto lanzado". Informe de competencia profesional U.N.I. Lima - Perú, 2009.
- JULCAMAYAN ZEGARRA, Marceliano Félix: "Métodos de sostenimiento en obras subterráneas – túneles". Tesis de grado U.N.I. Lima - Perú, 1995.
- LOPEZ JIMENO, Carlos: "Manual de túneles y obras subterráneas". Imprime: Gráficas Arias Montano S.A. Madrid - España, 2003.
- ROMERO AGUIRRE, Fernando Miguel: "Metodología y diseño del sostenimiento de túneles en procesos de excavación mediante cimbra metálicas". Tesis de grado U.N.I. Lima - Perú, 1995.
- TORRES FLORES, Juan Miguel: "Proyecto inmobiliario conjunto residencial Sol de Ica, II etapa: Comparación de costos utilizando albañilería confinada y/o muros de ductilidad limitada". Tesis de grado U.N.I. Lima - Perú, 2010.

**ANEXOS:**

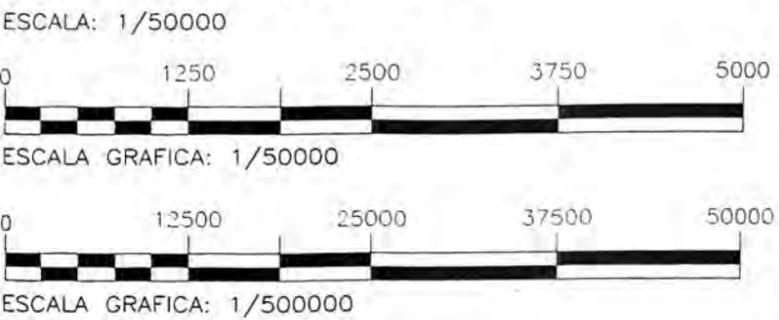
- ANEXO N°01.- Se presentan los planos del proyecto.
  
- ANEXO N°02.- Se presenta el cronograma y el presupuesto del proyecto.
  
- ANEXO N°03.- Se presenta las especificaciones técnicas de los materiales más importantes de las alternativas planteadas.

# ANEXO N°01:



**ESQUEMA DE LOCALIZACION**  
ESCALA: 1/500000

**PLANO DE UBICACION**



LEYENDA	
	CAPITAL DE DEPARTAMENTO
	CAPITAL DE PROVINCIA
	CARRETERA ASFALTADA
	CARRETERA AFIRMADA
	AEROPUERTO INTERNACIONAL
	AEROPUERTO SECUNDARIO O PISTA
	PUERTO PRINCIPAL
	PUERTO SECUNDARIO
	NEVADOS
	OBRAS DE CONDUCCION (EXIST.)
	CAMARA DE CARGA, TUBERIA FORZADA
	CASA DE MAQUINAS
	LIMITE DE SUBCUENCA RIO PARIAC
	RIOS, QUEBRADAS
	LAGOS

PROPIETARIO:  
EMPRESA DE GENERACION  
ELECTRICA CAHUA S.A. **CAHUA S.A.**  
*a SN Power Invest Company*

CONTRATISTA:  
GCZ INGENIEROS S.A.C.

SUPERVISION:  
CESEL INGENIEROS S.A.C. **CESEL INGENIEROS**

PROYECTO:  
"OPTIMIZACION DE LAS CENTRALES  
HIDROELECTRICAS PARIAC CH2 - CH3"

PLANO:  
**UBICACION DEL PROYECTO**

UBICACION:  
CARRETERA LIMA-HUARAZ KM. 560.50, CASERIO DE  
PARIAC, DIST. HUARAZ, PROV. HUARAZ, DPTO. ANCASH.

REVISION DE DOCUMENTOS:

**CESEL INGENIEROS**

**REVISION DE DOCUMENTOS**

Esta revisión no releva al Proyectista y/o Contratista de su responsabilidad por la calidad de los trabajos de fabricación, construcción y ejecución de los cambios indicados en los términos del contrato de obra. Proyectista y/o Contratista

Aprobado

Aprobado sujeto a la firma por parte de los cambios indicados

Rectificar y emitir nuevamente para revisión

Rechazado

REVISADO POR **A.A.T. [Signature]** FECHA **12/07/06**

FECHA: JUL. 2006

V° B°: ACVO 2006

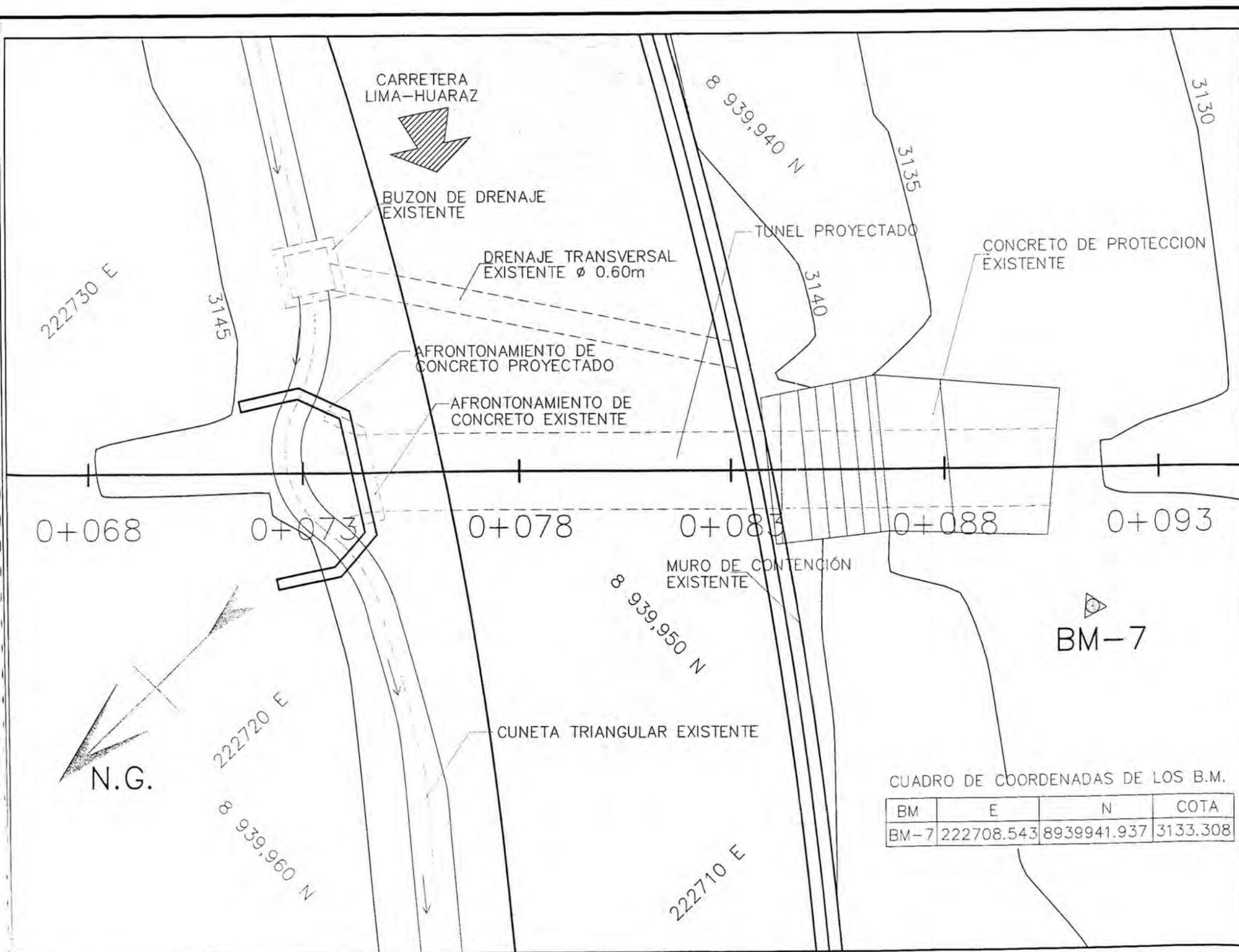
DISEÑO: JAEJ

ESCALA: 1/100

REVISION N°: 100

LAMINA:

**U-01**



PROPIETARIO:  
EMPRESA DE GENERACION  
ELECTRICA CAHUA S.A. **CAHUA S.A.**  
a SN Power Invest Company

CONTRATISTA:  
GCZ INGENIEROS S.A.C.

SUPERVISION:  
CESEL INGENIEROS S.A.C. **CESEL INGENIEROS**

PROYECTO:  
"OPTIMIZACION DE LAS CENTRALES  
HIDROELECTRICAS PARIAC CH2 - CH3"

PLANO:  
**TUNEL - VISTA EN PLANTA**

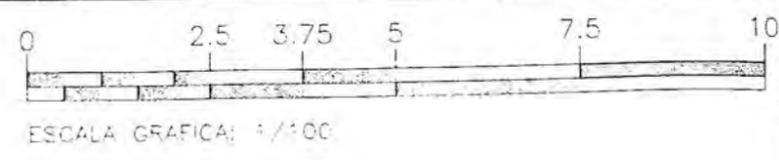
UBICACION:  
CARRETERA LIMA-HUARAZ KM. 560.50, CASERIO DE  
PARIAC, DIST. HUARAZ, PROV. HUARAZ, DPTO. ANCASH.

REVISION DE DOCUMENTOS:

CESEL INGENIEROS	
REVISION DE DOCUMENTOS	
Estadística	1.0
Respuesta	1.0
de fecha	1.0
terminada	1.0
Proyecto	1.0
<input checked="" type="checkbox"/> Aprobado	1.0
<input type="checkbox"/> Aprobado con cambios	1.0
<input type="checkbox"/> Rectificado y validado para revisión	1.0
<input type="checkbox"/> Rechazado	1.0
REVISADO POR	AAJ <i>[Signature]</i> / FECHA 12/07/06

CUADRO DE COORDENADAS DE LOS B.M.

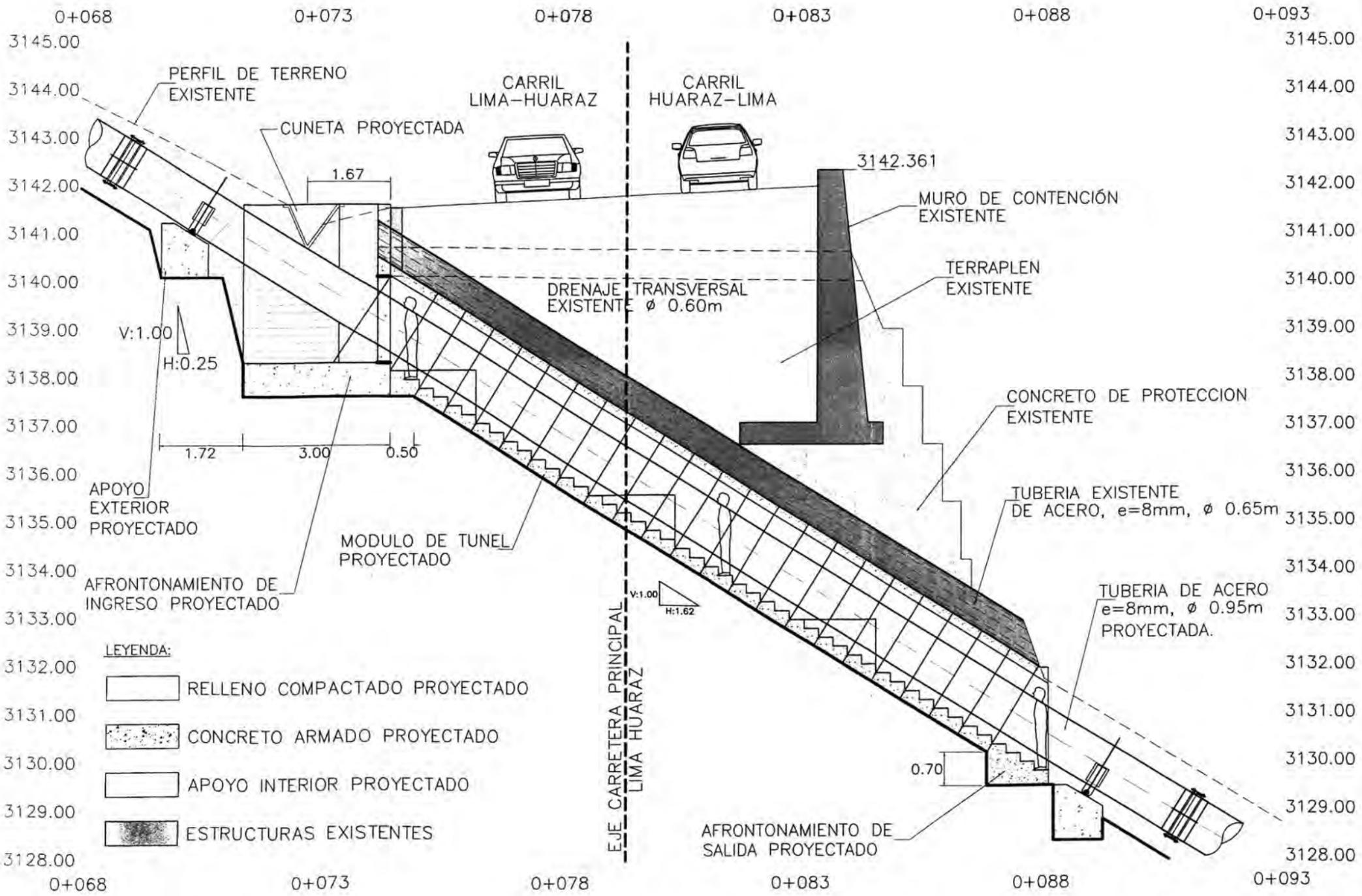
BM	E	N	COTA
BM-7	222708.543	8939941.937	3133.308



VISTA EN PLANTA  
ESCALA: 1/100

FECHA: JUL. 2006  
V. B.: ACVO 2006  
DISEÑO: JAEJ  
ESCALA: 1/100  
REVISION N°: 100

LAMINA:  
**PT-01**



**PERFIL LONGITUDINAL**

ESCALA: 1/100

PROPIETARIO: **CAHUA S.A.**  
 EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA CAHUA S.A.  
*a SN Power Invest Company*

CONTRATISTA: **GCZ INGENIEROS S.A.C.**

SUPERVISION: **CESEL INGENIEROS S.A.C.**  
**CESEL INGENIEROS**

PROYECTO: "OPTIMIZACION DE LAS CENTRALES HIDROELECTRICAS PARIAC CH2 - CH3"

PLANO: **TUNEL - PERFIL LONGITUDINAL**

UBICACION: CARRETERA LIMA-HUARAZ KM. 560.50, CASERIO DE PARIAC, DIST. HUARAZ, PROV. HUARAZ, DPTO. ANCASH.

REVISION DE DOCUMENTOS:

**CESEL INGENIEROS**

**REVISION DE DOCUMENTOS**

Esta revisión no libera a los autores de la obra de su responsabilidad por el cumplimiento de los requisitos de fabricación, construcción y mantenimiento de los términos del contrato.

Proyectista y/o Consultor:

- Aprobado
- Aprobado sujeto a modificaciones de los cambios indicados
- Rectificar y emitir nuevo plano para revisión
- Rechazado

REVISADO POR: **A.A.T. 444** FECHA: **12/07/06**

FECHA: JUL. 2006

V° B°: ACVO 2006

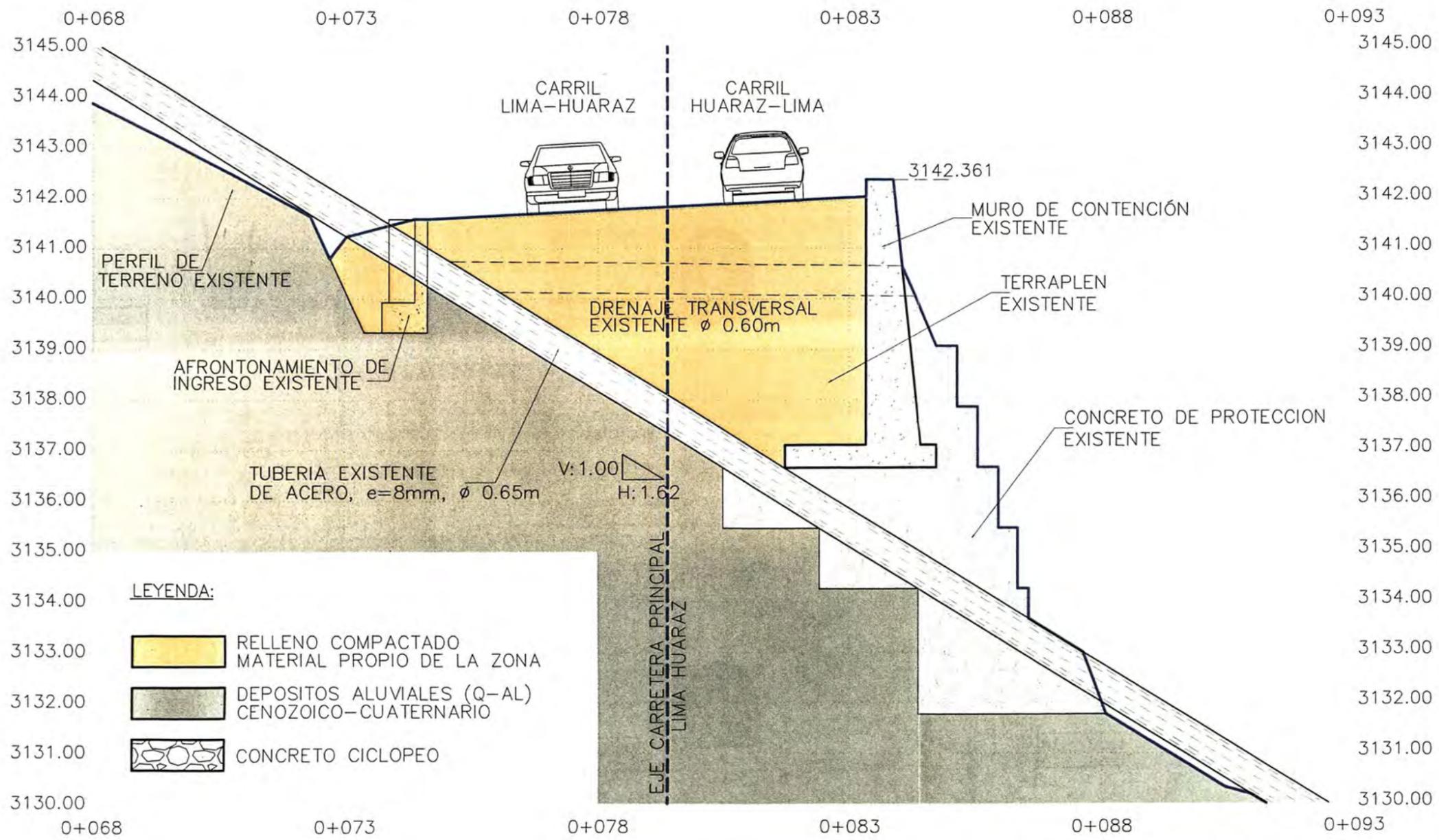
DISEÑO: JAEJ

ESCALA: 1/100

REVISION N°: 100

LAMINA:

**PT-02**



**PERFIL ESTRATIGRAFICO**  
 ESCALA: 1/100

PROPIETARIO:  
 EMPRESA DE GENERACION  
 ELECTRICA CAHUA S.A. **CAHUA S.A.**  
 a SN Power Invest Company

CONTRATISTA:  
 GCZ INGENIEROS S.A.C.

SUPERVISION:  
 CESEL INGENIEROS S.A.C. **CESEL INGENIEROS**

PROYECTO:  
 "OPTIMIZACION DE LAS CENTRALES  
 HIDROELECTRICAS PARIAC CH2 - CH3"

PLANO:  
**TUNEL - PERFIL ESTRATIGRAFICO**

UBICACION:  
 CARRETERA LIMA-HUARAZ KM. 560.50, CASERIO DE  
 PARIAC, DIST. HUARAZ, PROV. HUARAZ, DPTO. ANCASH.

REVISION DE DOCUMENTOS:

<b>CESEL INGENIEROS</b>	
<b>REVISION DE DOCUMENTOS</b>	
Esta revisión no implica responsabilidad por parte de la firma de fabricación de los materiales, ni de los términos de garantía de los mismos. Proyecto: PARIAC CH2-CH3	
<input checked="" type="checkbox"/>	Aprobado
<input type="checkbox"/>	Aprobado con observaciones y cambios a ser realizados
<input type="checkbox"/>	Rectificar y emitir nueva versión para revisión
<input type="checkbox"/>	Rechazado
REVISADO POR	A.A.J. FECHA 12/07/06

FECHA: JUL. 2006

V° B°: ACVO 2006

DISEÑO: JAEJ

ESCALA: 1/100

REVISION N°: 100

LAMINA:

**PT-03**

PROPIETARIO:  
EMPRESA DE GENERACION  
ELECTRICA CAHUA S.A.

**CAHUA S.A.**  
a SN Power Invest Company

CONTRATISTA:  
GCZ INGENIEROS S.A.C.



SUPERVISION:  
CESEL INGENIEROS S.A.C.



PROYECTO:  
"OPTIMIZACION DE LAS CENTRALES  
HIDROELECTRICAS PARIAC CH2 - CH3"

PLANO:  
**TUNEL - SECCION TRANSVERSAL**

UBICACION:  
CARRETERA LIMA-HUARAZ KM. 560.50, CASERIO DE  
PARIAC, DIST. HUARAZ, PROV. HUARAZ, DPTO. ANCASH.

REVISION DE DOCUMENTOS:

**CESEL INGENIEROS**

**REVISION DE DOCUMENTOS**

Esta revisión no releva al firmante de la responsabilidad de los datos de fabricación, densidad, etc., de los materiales utilizados, ni de los términos del contrato de obra, ni de los planos de proyecto.  
Proyectista: JAE

- Aprobado
- Aprobado sujeto a modificaciones de los cambios indicados
- Rectificar y emitir nuevamente para revisión
- Rechazado

REVISADO POR: A.A.T. / FECHA: 12/07/06

FECHA: JUL. 2006

LAMINA:

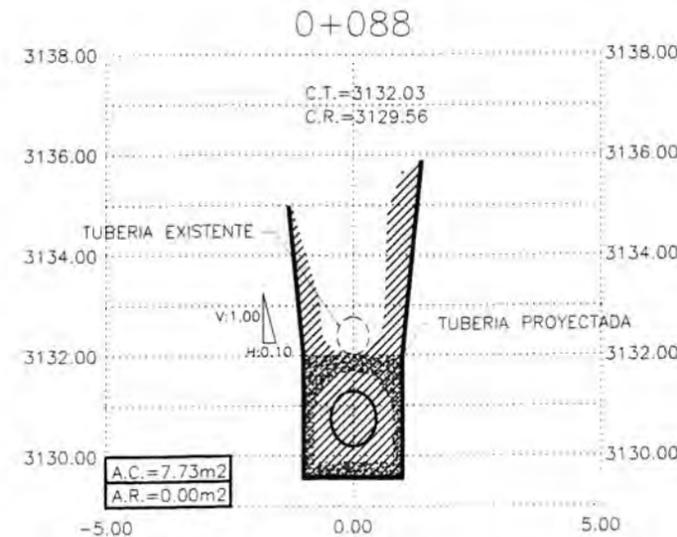
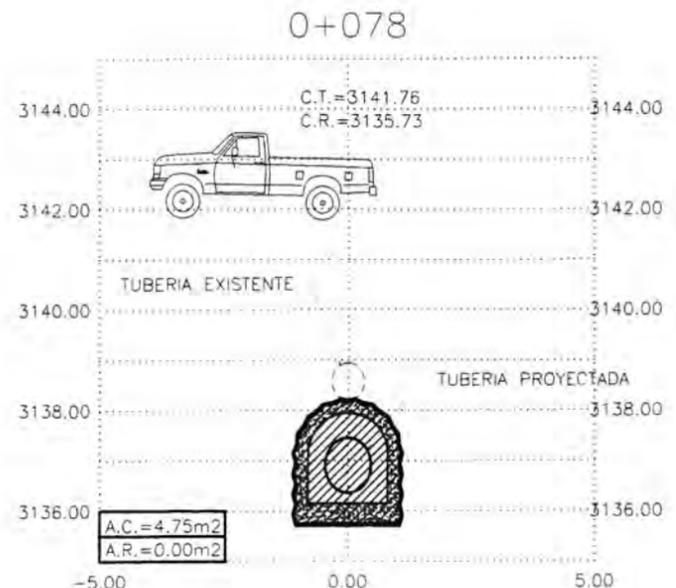
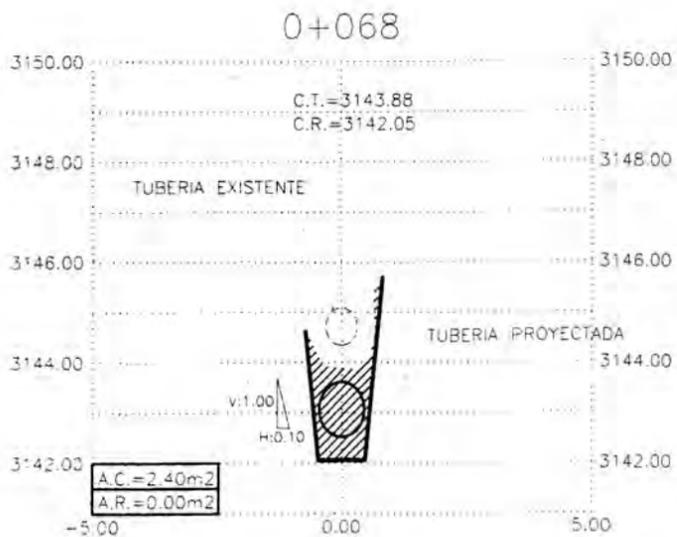
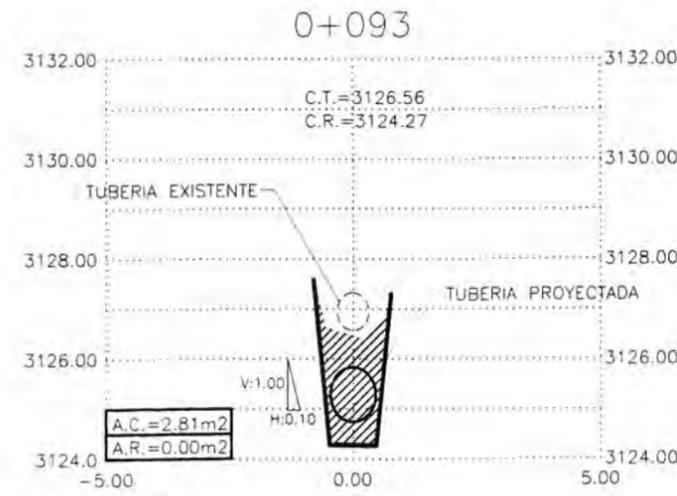
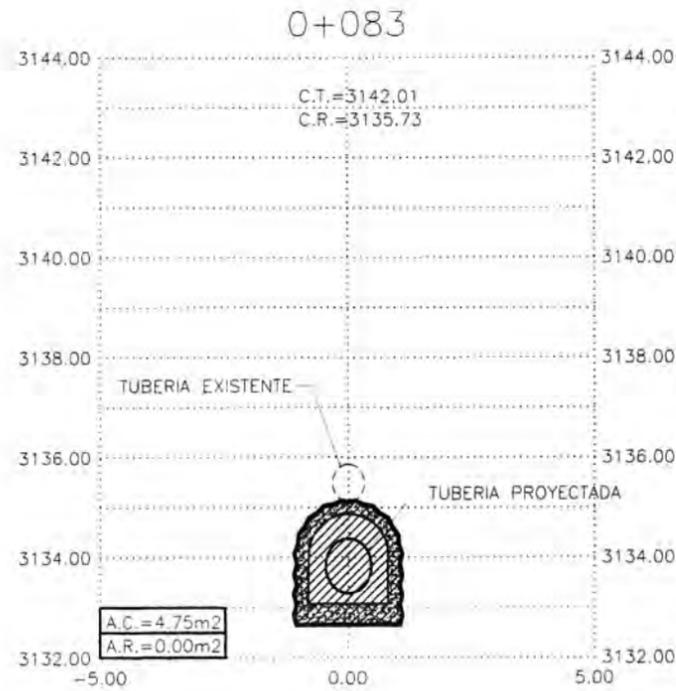
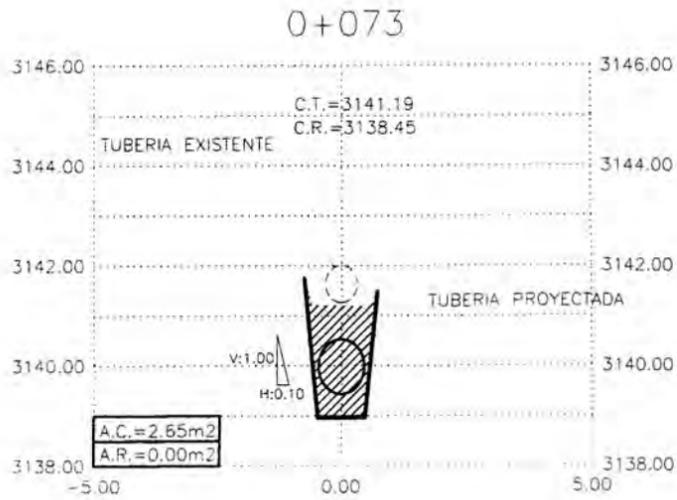
V° B°: ACVO 2006

DISEÑO: JAEJ

**PT-04**

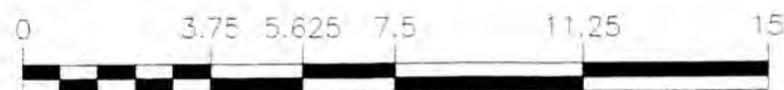
ESCALA: 1/100

REVISION N°: 100



**SECCIONES TRANSVERSALES**

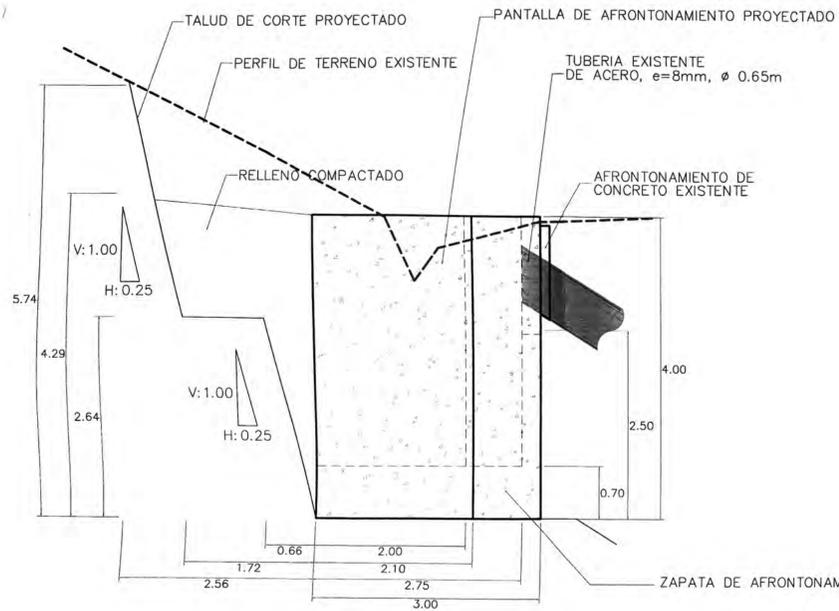
ESCALA: 1/150



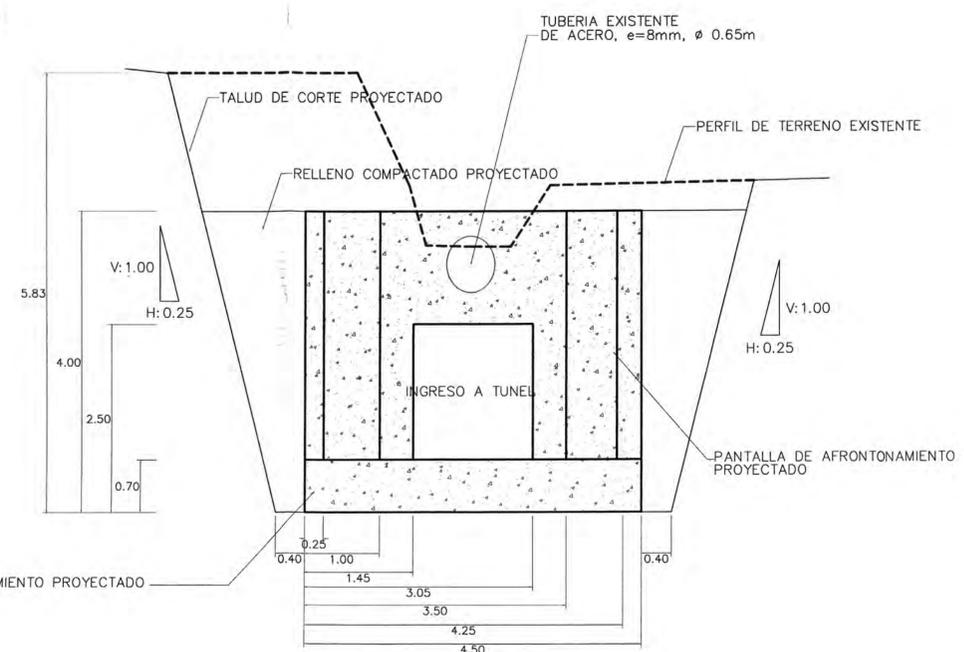
ESCALA GRAFICA: 1/100

**LEYENDA:**

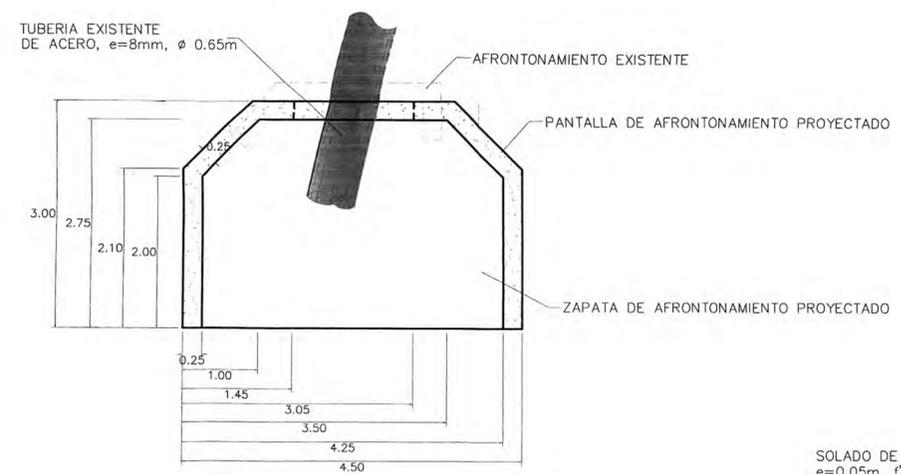
- CONCRETO ARMADO (ESTRUCTURAS PROYECTADAS)
- AREA DE CORTE



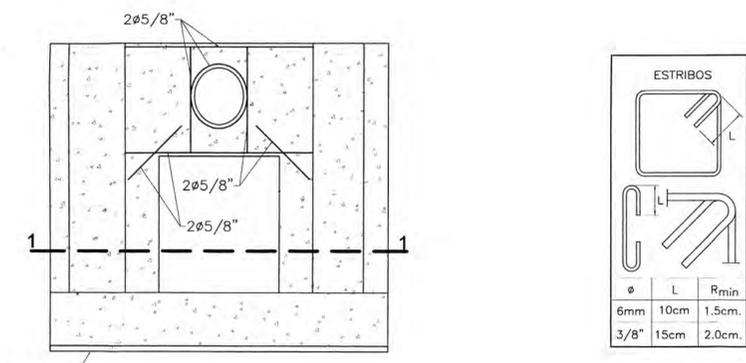
VISTA PERFIL  
ESCALA: 1/50



VISTA FRONTAL  
ESCALA: 1/50

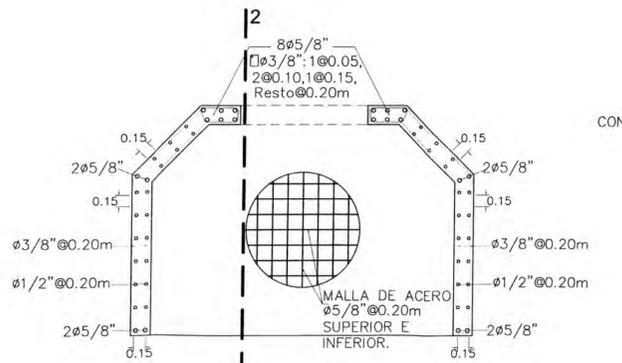


VISTA PLANTA  
ESCALA: 1/50

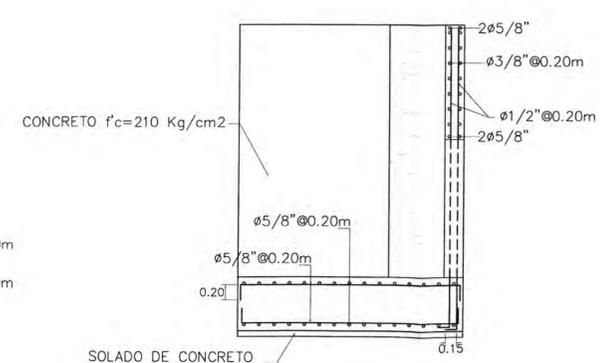


SOLADO DE CONCRETO  
e=0.05m, f'c=100 Kg/cm2

DETALLE REFUERZO EN VANOS  
ESCALA: 1/50

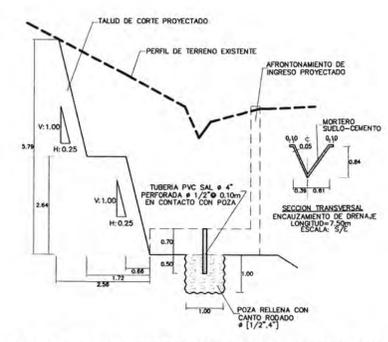


CORTE 1-1  
ESCALA: 1/50

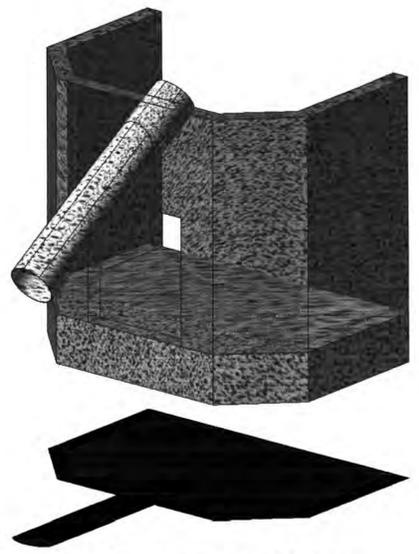
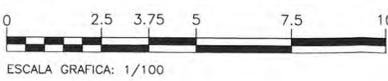


SOLADO DE CONCRETO  
e=0.05m, f'c=100 Kg/cm2

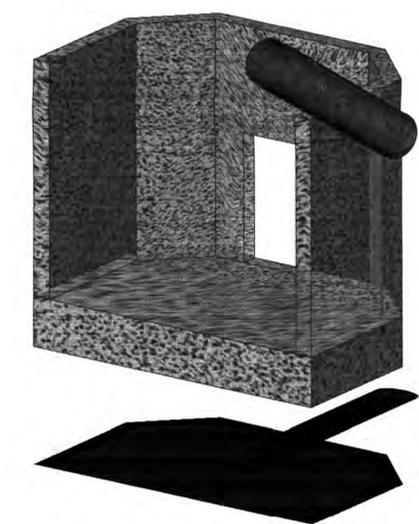
CORTE 2-2  
ESCALA: 1/50



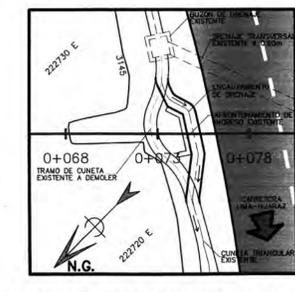
DRENAJE PROVISIONAL (PERFIL)  
ESCALA: 1/100



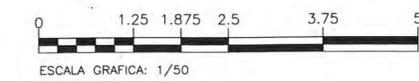
ISOMETRICO VISTA FRONTAL  
ESCALA: 1/50



ISOMETRICO VISTA POSTERIOR  
ESCALA: 1/50



DRENAJE PROVISIONAL (PLANTA)  
ESCALA: 1/100



DETALLE AFRONTAMIENTO DE INGRESO  
ESCALA: 1/50

**ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES**

**ESFUERZO**  
 CONCRETO.....f'c=280 Kg/cm2 (TUNEL)  
 CONCRETO.....f'c=210 Kg/cm2  
 ACERO.....fy=4,200 Kg/cm2

**CARGAS**  
 PESO ESPECIFICO DEL CONCRETO.....2400 Kg/m3  
 PESO ESPECIFICO DEL TERRENO.....1800 Kg/m2  
 SOBRECARGA VEHICULAR.....400 Kg/m2

**RECUBRIMIENTOS**  
 ESTRUCTURAS EN CONTACTO CON SUELO.....7.00 cm  
 RESTO DE ESTRUCTURAS.....4.00 cm

**RESUMEN DE CONDICIONES DE CIMENTACION**  
 TIPO DE CIMENTACION.....ZAPATA EXCENTRICA  
 ESTRATO DE APOYO DE LA CIMENTACION.....GW, SEMICOMPACTA  
 PARAMETROS DE DISEÑO PARA LA CIMENTACION:  
 ANGULO DE FRICCIÓN DEL SUELO (φ).....31.40°  
 COHESION DEL SUELO (c).....0.00 Kg/cm2  
 PROFUNDIDAD DE ANALISIS (Df).....2.50 m  
 FACTOR DE SEGURIDAD GEOSTÁTICO.....3.00  
 PRESION ADMISIBLE EN EN CONDICIONES ESTÁTICAS.....7.45 Kg/cm2  
 COEFICIENTE DE BALASTO.....3.50 Kg/cm3  
 ASENTAMIENTO MÁXIMO.....8.50 mm

**TRASLAPES Y EMPALMES**

Ø	Losas, vigas, (cm)	Column. (cm)	LOSAS Y VIGAS	COLUMNAS
6mm	30.00			
3/8"	40.00	40.00		
1/2"	50.00	50.00	No se permitirán empalmes del refuerzo superior (negativo) en una longitud de 1/4 de luz de la losa o viga a cada lado de la columna o apoyo.	Los empalmes "L" se ubicarán en el tercio central.
5/8"	60.00	60.00		
3/4"	70.00	70.00		
1"	130.00	130.00		No se empalmarán más del 50% de la armadura en una misma sección.

**NOTAS IMPORTANTES**  
 UTILIZAR CEMENTO PORTLAND TIPO I  
 VIBRAR EL CONCRETO CON VIBRADOR DE AGUA.  
 SEGUIR LAS ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE.  
 TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EN METROS.  
 CURAR EL CONCRETO POR VIA HUMEDA.  
 NO SE CIMENTARA SOBRE TURBA, SUELO ORGANICO, TIERRA VEGETAL, DESMONTES O RELLENO SANITARIO.  
 SE EXCAVARA HASTA ENCONTRAR TERRENO FIRME.

**REGLAMENTOS**  
 REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES.  
 NORMAS TECNICAS E-020, E-030, E-050, E-060 y E-090.  
 RECOMENDACIONES DE LA NORMA ACI 318-05.

PROPIETARIO:  
 EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA CAHUA S.A.



CONTRATISTA:  
 GCZ INGENIEROS S.A.C.



SUPERVISION:  
 CESEL INGENIEROS S.A.C.



PROYECTO:  
 "OPTIMIZACION DE LAS CENTRALES HIDROELECTRICAS PARIAC CH2 - CH3"

PLANO:  
 TUNEL - DETALLE AFRONTAMIENTO DE INGRESO

UBICACION:  
 CARRETERA LIMA-HUARAZ KM. 560.50, CASERIO DE PARIAC, DIST. HUARAZ, PROV. HUARAZ, DPTO. ANCASH.

REVISION DE DOCUMENTOS:

REVISION DE DOCUMENTOS	
Esta revisión no libera al autor de su responsabilidad por los errores de fabricación, cálculo o de cualquier otro tipo que se presenten en el Proyecto y/o Construcción.	
<input checked="" type="checkbox"/>	Aprobado
<input type="checkbox"/>	Aprobado sujeto a la aprobación de los cambios indicados
<input type="checkbox"/>	Rectificar y emitir nuevamente para revisión
<input type="checkbox"/>	Rechazado
REVISADO POR	FECHA
A.A.T. 44	12/07/06

FECHA: JUL 2006  
 V B': ACVO 2006  
 DISEÑO: JAEJ  
 ESCALA: 1/100  
 REVISION N°: 100  
 LAMINA:  
**PT-05**

PROPIETARIO:  
EMPRESA DE GENERACION  
ELECTRICA CAHUA S.A. **CAHUA S.A.**  
*a SN Power Invest Company*

CONTRATISTA:  
GCZ INGENIEROS S.A.C. 

SUPERVISION:  
CESEL INGENIEROS S.A.C. **CESEL INGENIEROS**

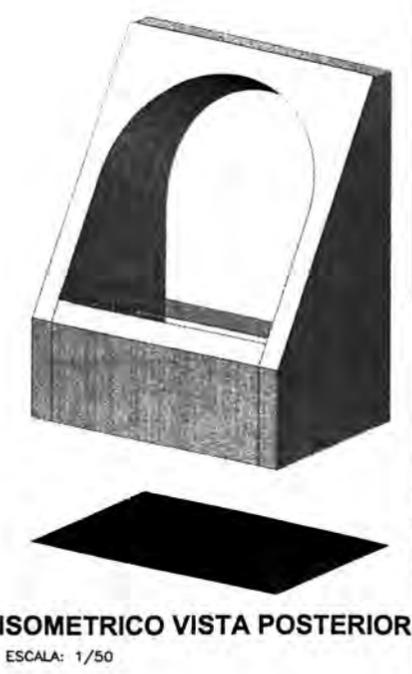
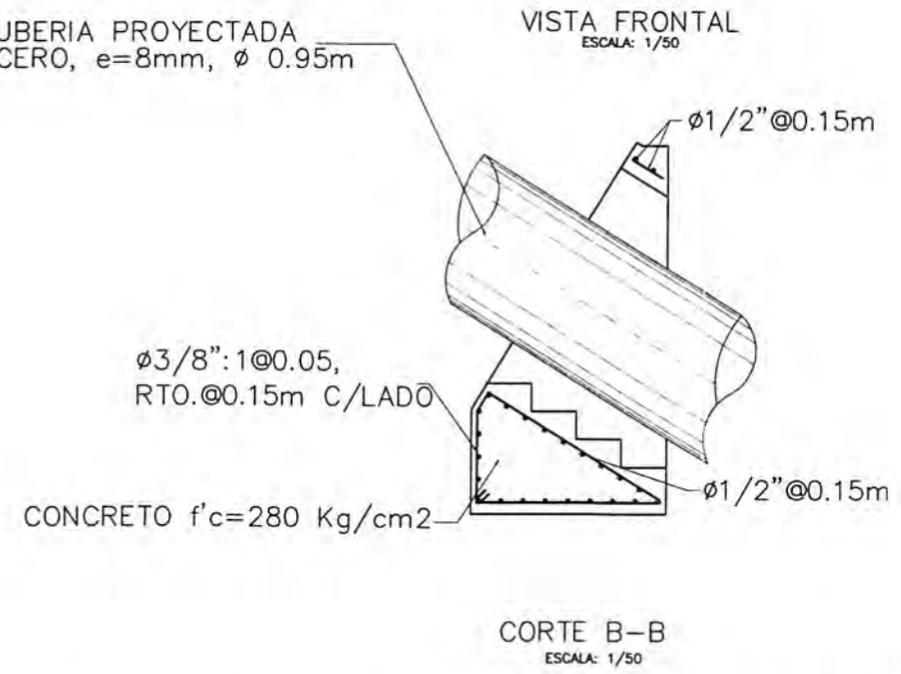
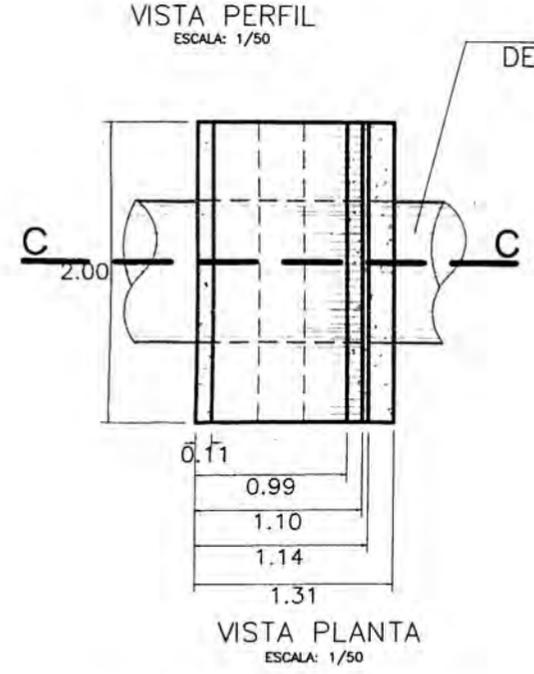
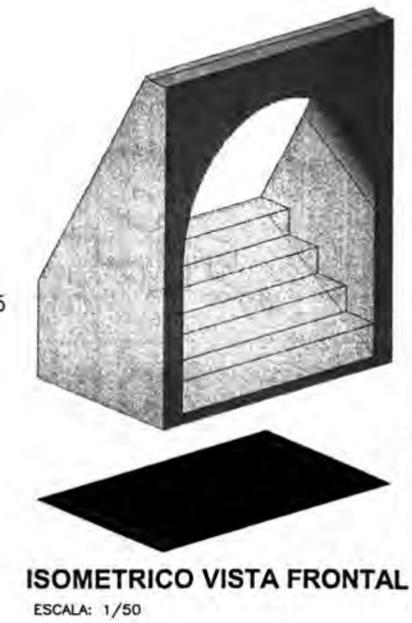
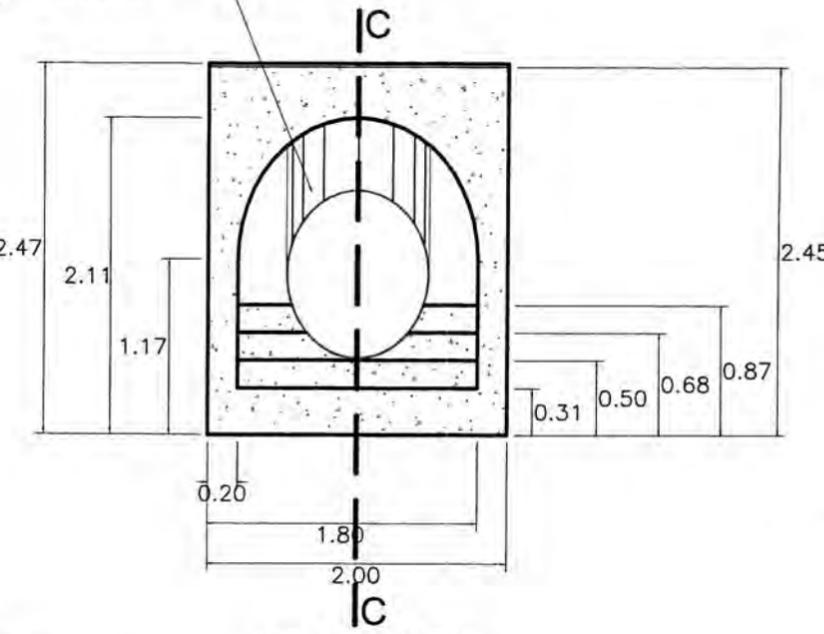
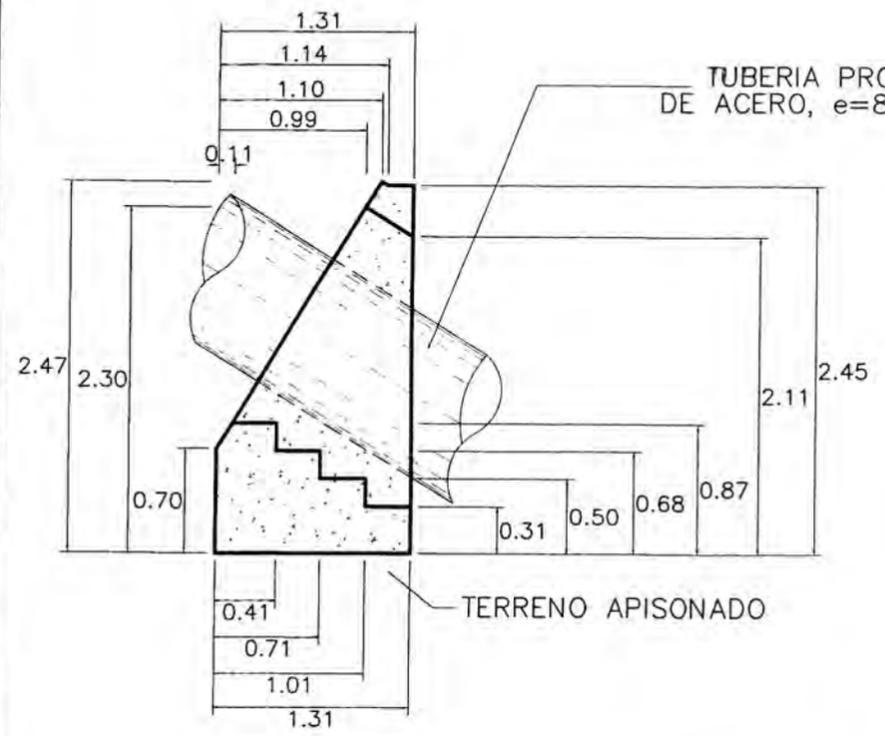
PROYECTO:  
"OPTIMIZACION DE LAS CENTRALES  
HIDROELECTRICAS PARIAC CH2 - CH3"

PLANO:  
**TUNEL - DETALLE AFRONTAMIENTO  
DE SALIDA**

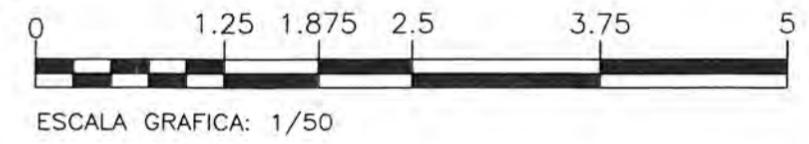
UBICACION:  
CARRETERA LIMA-HUARAZ KM. 560.50, CASERIO DE  
PARIAC, DIST. HUARAZ, PROV. HUARAZ, DPTO. ANCASH.

REVISION DE DOCUMENTOS:

<b>CESEL INGENIEROS</b>	
<b>REVISION DE DOCUMENTOS</b>	
<p>Esta revisión no libera a los contratistas de su responsabilidad por los errores de fabricación, costos, plazos, términos del contrato, etc. Proyecto y/o Gerente</p>	
<input checked="" type="checkbox"/>	Aprobado
<input type="checkbox"/>	Aprobado sujeto a modificaciones de los cambios indicados
<input type="checkbox"/>	Rectificar y emitir nuevamente para revisión
<input type="checkbox"/>	Rechazado
REVISADO POR	FECHA
A.A.S. 	12/07/06



**DETALLE AFRONTAMIENTO DE SALIDA**  
ESCALA: 1/50



FECHA: JUL. 2006

V' B': ACVO 2006

DISEÑO: JAEJ

ESCALA: 1/100

REVISION N°: 100

LAMINA:

**PT-06**

PROPIETARIO:  
EMPRESA DE GENERACION  
ELECTRICA CAHUA S.A.

**CAHUA S.A.**  
a SN Power Invest Company

CONTRATISTA:  
GCZ INGENIEROS S.A.C.



SUPERVISION:  
CESEL INGENIEROS S.A.C.



PROYECTO:  
"OPTIMIZACION DE LAS CENTRALES  
HIDROELECTRICAS PARIAC CH2 - CH3"

PLANO:  
**TUNEL - DETALLE APOYOS**

UBICACION:  
CARRETERA LIMA-HUARAZ KM. 560.50, CASERIO DE  
PARIAC, DIST. HUARAZ, PROV. HUARAZ, DPTO. ANCASH.

REVISION DE DOCUMENTOS:

**CESEL INGENIEROS**

REVISION DE DOCUMENTOS

Esta revisión no reformula ni modifica la responsabilidad por los errores de fabricación, de los términos del contrato, del Proyecto y/o Compañía.

- Aprobado
- Aprobado sujeto a modificaciones de los cambios indicados
- Rectificar y emitir nuevamente para revisión
- Rechazado

REVISADO POR **A.A.T.** / **44** / FECHA **12/07/06**

FECHA: JUL. 2006

LAMINA:

V' B': ACVO 2006

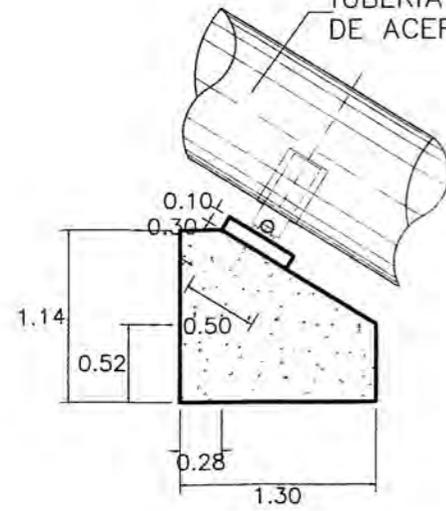
DISEÑO: JAEJ

**PT-07**

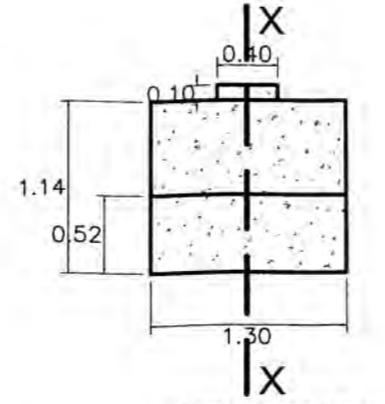
ESCALA: 1/100

REVISION N°: 100

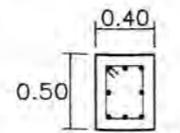
TUBERIA PROYECTADA  
DE ACERO, e=8mm,  $\phi$  0.95m



VISTA PERFIL  
ESCALA: 1/50

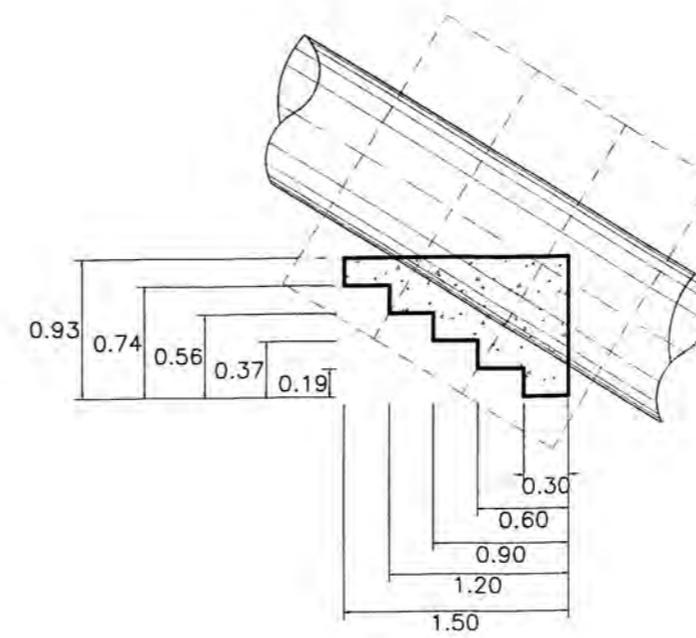


VISTA FRONTAL  
ESCALA: 1/50



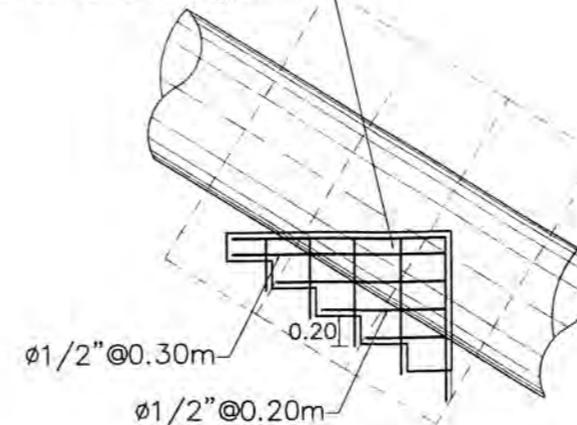
8 $\phi$ 1/2"  
 $\square$   $\phi$  3/8": 1@0.05, RTO. @0.20m

DETALLE 1  
ESCALA: 1/50



VISTA PERFIL  
ESCALA: 1/50

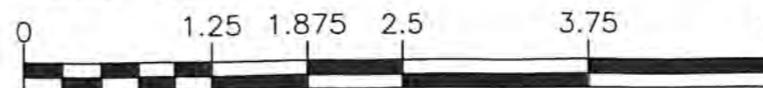
CONCRETO  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>



DETALLE DE REFUERZO  
ESCALA: 1/50

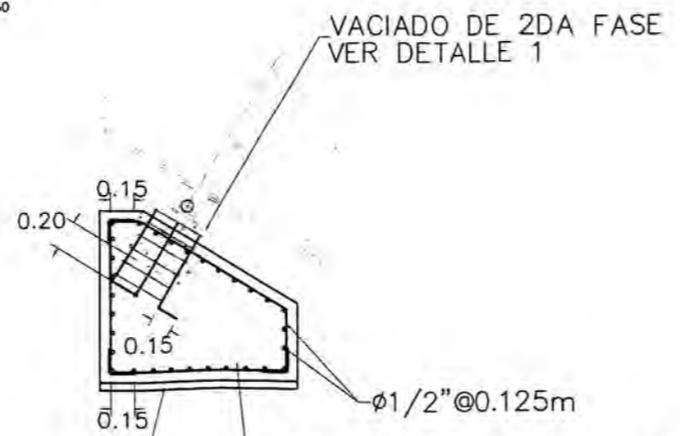
**DETALLE APOYOS INTERIORES**

ESCALA: 1/50



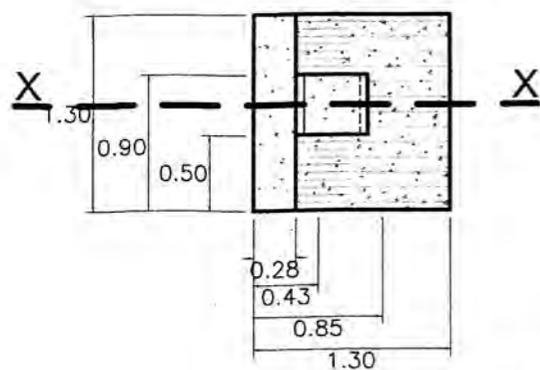
ESCALA GRAFICA: 1/50

VACIADO DE 2DA FASE  
VER DETALLE 1



SOLADO DE CONCRETO  
e=0.05m,  $f'c=100$  Kg/cm<sup>2</sup>

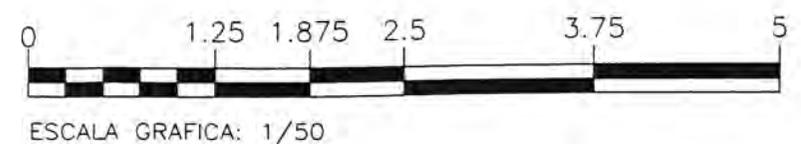
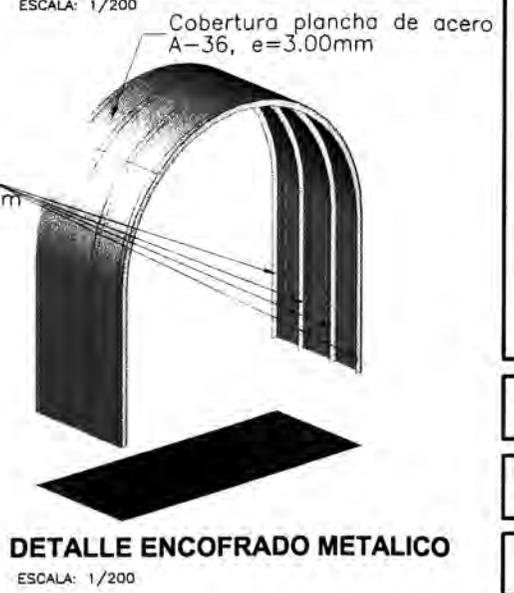
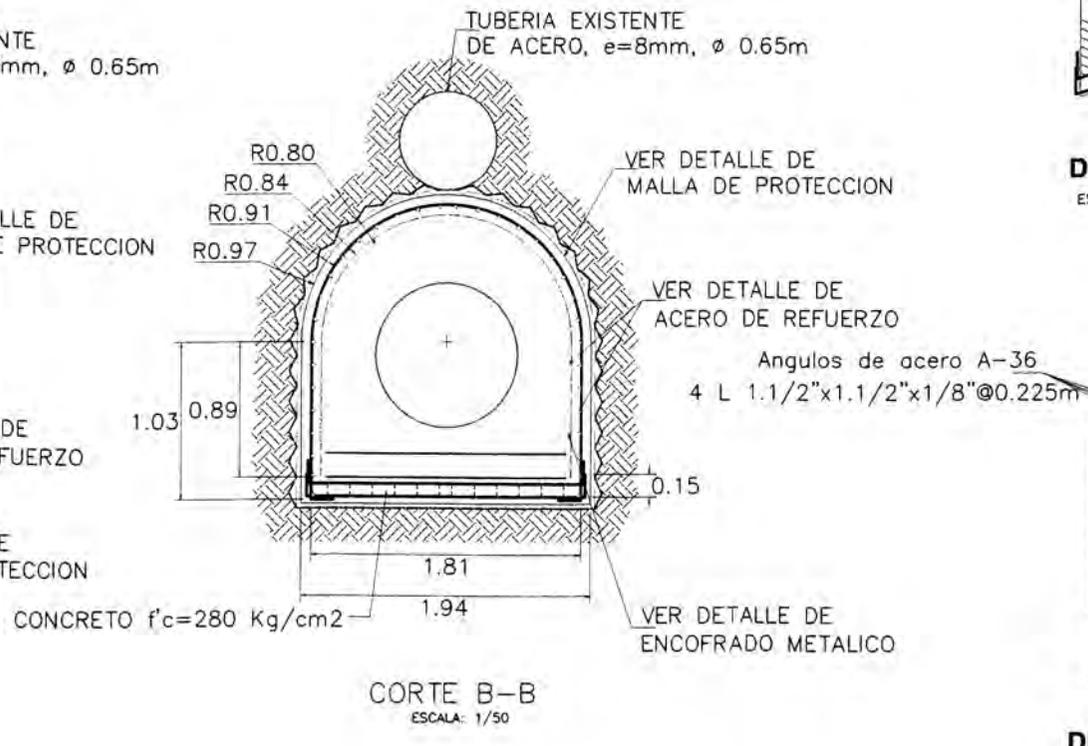
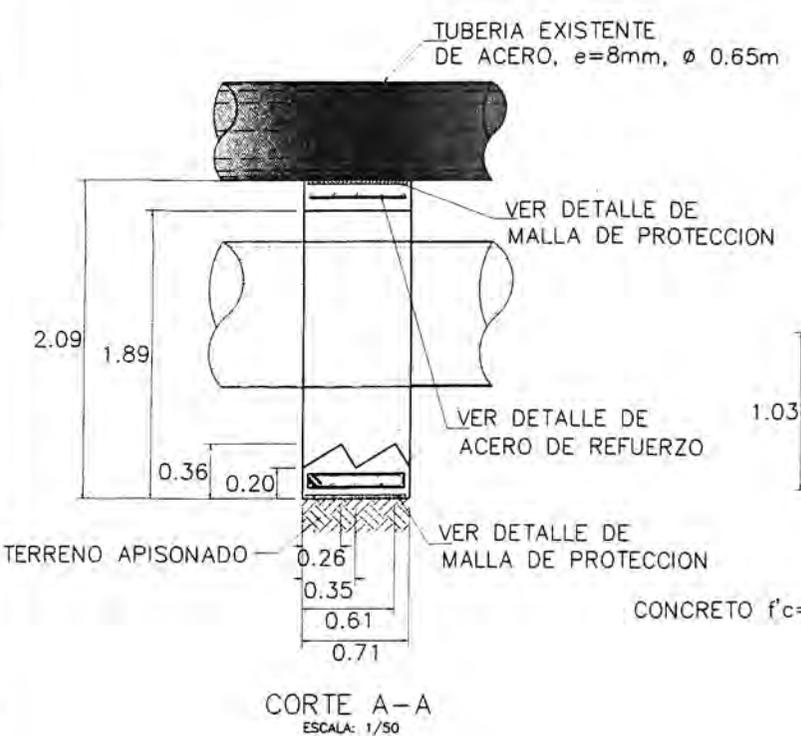
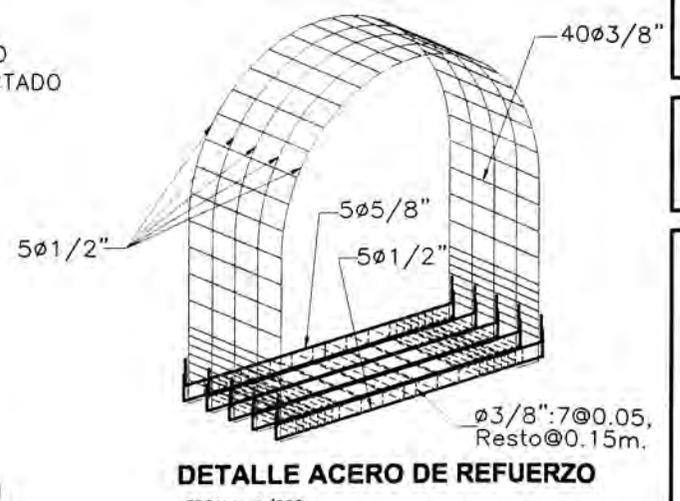
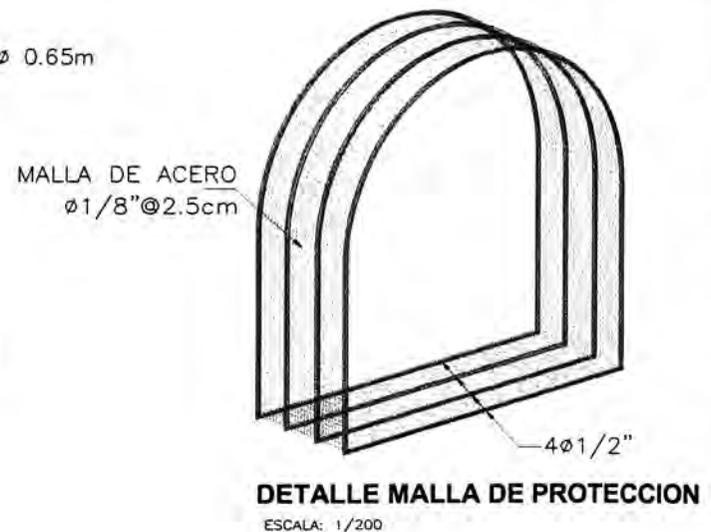
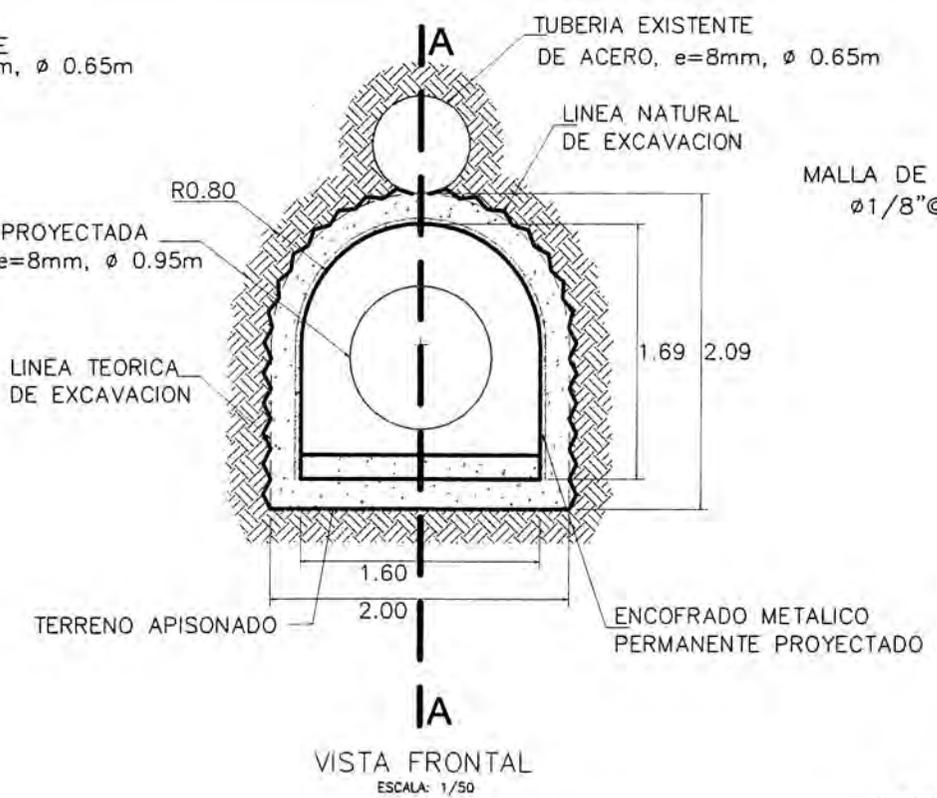
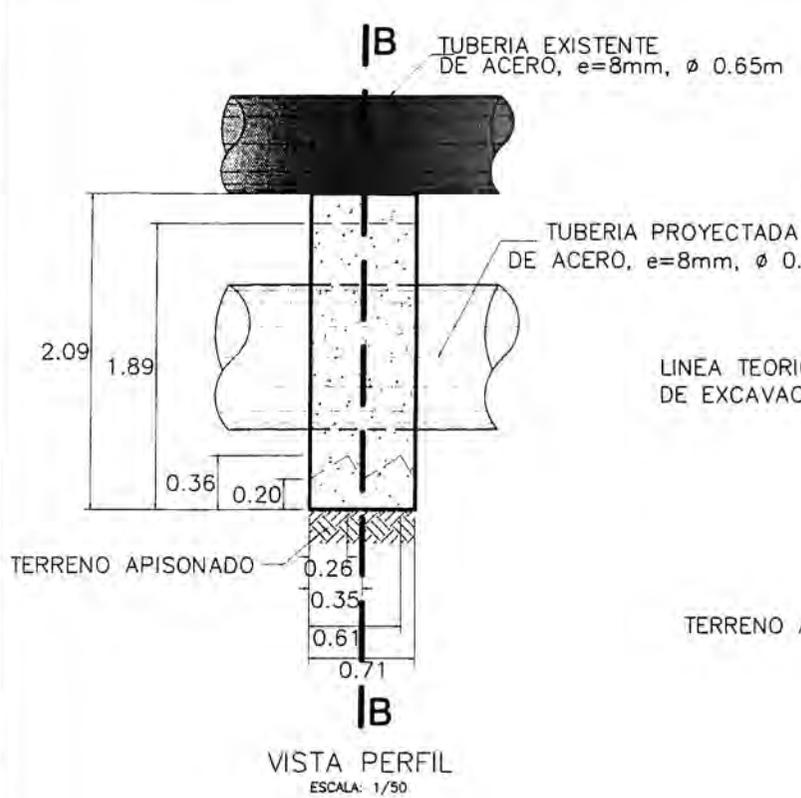
CORTE X-X  
ESCALA: 1/50



VISTA PLANTA  
ESCALA: 1/50

**DETALLE APOYOS EXTERIORES**

ESCALA: 1/50



**DETALLE DE MODULO**  
ESCALA: 1/50

PROPIETARIO:  
EMPRESA DE GENERACION  
ELECTRICA CAHUA S.A. **CAHUA S.A.**  
a SN Power Invest Company

CONTRATISTA:  
GCZ INGENIEROS S.A.C.

SUPERVISION:  
CESEL INGENIEROS S.A.C. **CESEL INGENIEROS**

PROYECTO:  
"OPTIMIZACION DE LAS CENTRALES  
HIDROELECTRICAS PARIAC CH2 - CH3"

PLANO:  
**TUNEL - DETALLE MODULO  
ALTERNATIVA N°04**

UBICACION:  
CARRETERA LIMA-HUARAZ KM. 560.50, CASERIO DE  
PARIAC, DIST. HUARAZ, PROV. HUARAZ, DPTO. ANCASH.

REVISION DE DOCUMENTOS:

**CESEL INGENIEROS**

**REVISION DE DOCUMENTOS**

Esta revisión no releva al contratista de su responsabilidad por los errores de fabricación, construcción o terminos del contrato. El contratista y el Proyectista y/o Consultor:

- Aprobado
- Aprobado sujeto a los cambios indicados
- Rectificar y emitir nuevo documento para revisión
- Rechazado

REVISADO POR **A.A.S.** FECHA **12/07/06**

FECHA: JUL. 2006

V° B°: ACVO 2006

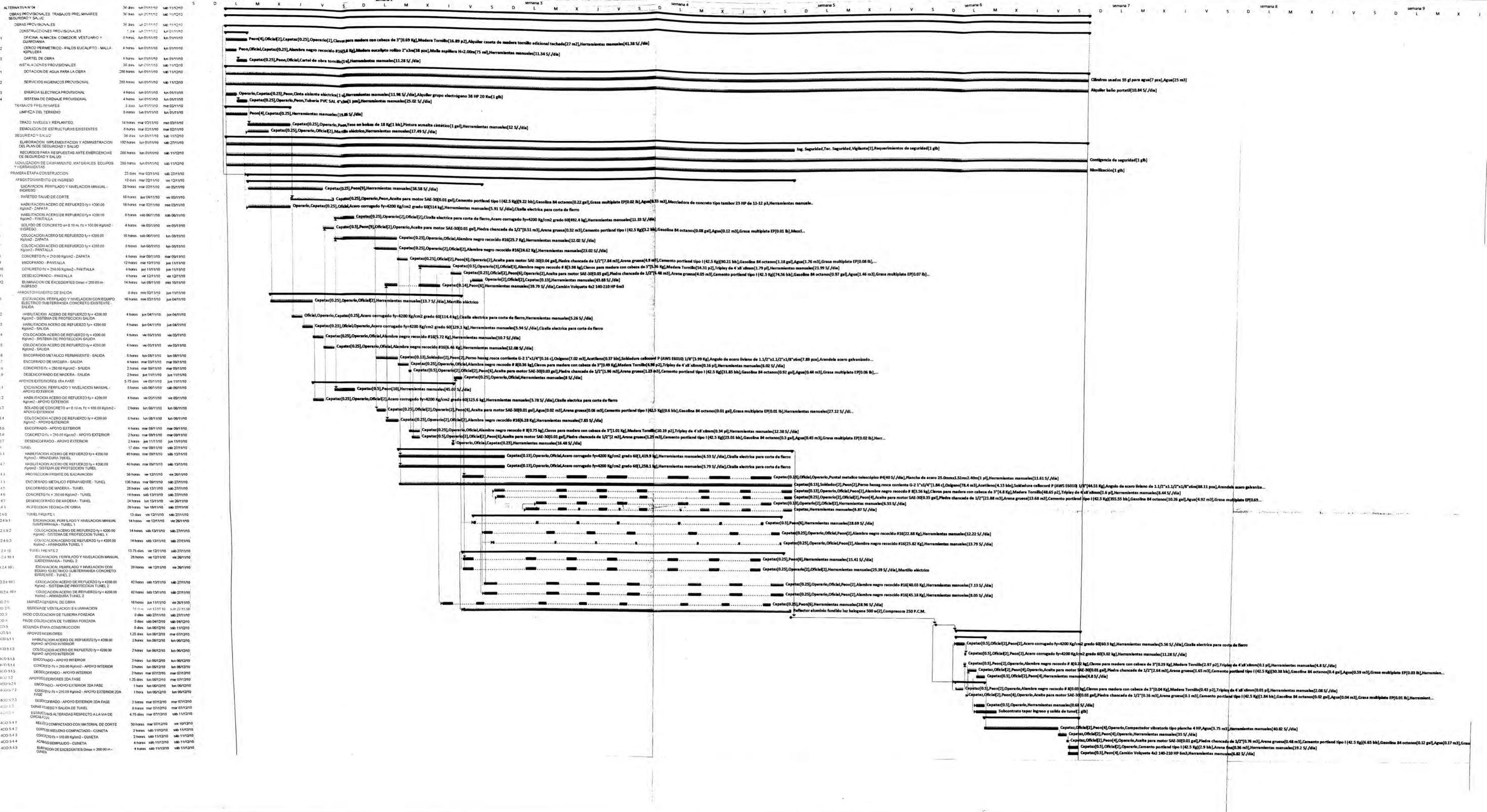
DISEÑO: JAEJ

ESCALA: 1/100

REVISION N°: 100

LAMINA:  
**PT-08**

# **ANEXO N°02:**



Tarea	División	Hito	Resumen
RESUMEN DEL PROYECTO			
Apoyos provisionales			
Tarea resumida			
Hito resumido			
Progreso resumido			
Tareas en curso			
Hito en curso			
Tarea futura			
Hito futuro			
Resumen final			
Tarea final			
Solo duración			
Informe de resumen manual			
Resumen manual			
Solo el resumen			
Solo hito			
Fecha hito			
Tarea hito			
Progreso			

Id	Nombre del recurso	Trabajo	mes 1						mes 2								
			semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	semana 6	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	semana 6			
1	Sin asignar Ing. Seguridad ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD	0 horas 192 horas 192 horas		48h 48h	48h 48h	48h 48h	48h 48h										
2	Tec. Seguridad ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD	192 horas 192 horas		48h 48h	48h 48h	48h 48h	48h 48h										
3	Capataz OFICINA, ALMACEN, COMEDOR, VESTUARIO Y GUARDIANIA CERCO PERIMETRICO - PALOS EUCALIPTO - MALLA ASPILLERA CARTEL DE OBRA ENERGIA ELECTRICA PROVISIONAL SISTEMA DE DRENAJE PROVISIONAL LIMPIEZA DEL TERRENO TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION MANUAL - INGRESO PAÑETE TALUD DE CORTE HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - ZAPATA HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - PANTALLA SOLADO DE CONCRETO e= 0.10 m, f'c = 100.00 Kg/cm2 - INGRESO COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - ZAPATA COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - PANTALLA CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm2 - ZAPATA	240 horas 2 horas 1 hora 1 hora 1 hora 1 hora 2 horas 4 horas 4 horas 2 horas 2 horas 4 horas 2 horas 1 hora 6 horas 1 hora 0.5 horas 2 horas 4 horas	48h 2h 1h 1h 1h 1h 2h 4h 4h 4h 2h 2h 4h 2h 1h 1h 1h 2h	48h 48h	48h 48h	48h 48h	48h 48h									48h	
4	Soldador ENCORRADO METALICO PERMANENTE - SALIDA ENCORRADO METALICO PERMANENTE - TUNEL	288 horas 16 horas 272 horas		96h 16h	96h 80h	96h 96h	96h 96h										
5	Operario OFICINA, ALMACEN, COMEDOR, VESTUARIO Y GUARDIANIA ENERGIA ELECTRICA PROVISIONAL SISTEMA DE DRENAJE PROVISIONAL TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES PAÑETE TALUD DE CORTE HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - ZAPATA HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - PANTALLA SOLADO DE CONCRETO e= 0.10 m, f'c = 100.00 Kg/cm2 - INGRESO COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - ZAPATA COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - PANTALLA CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm2 - ZAPATA ENCORRADO - PANTALLA CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm2 - PANTALLA DESENCOFRADO - PANTALLA	16 horas 4 horas 4 horas 16 horas 8 horas 16 horas 16 horas 4 horas 16 horas 16 horas 16 horas 8 horas 8 horas 8 horas 8 horas	144h 16h 4h 4h 16h 8h 16h 16h 4h 8h 8h 8h 8h 8h	240h	144h	144h	144h										48h
	PROTECCION FRENTE DE EXCAVACION ENCORRADO METALICO PERMANENTE - TUNEL ENCORRADO DE MADERA - TUNEL CONCRETO f'c = 280.00 Kg/cm2 - TUNEL DESENCOFRADO DE MADERA - TUNEL INSPECCION TECNICA DE OBRA EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION MANUAL SUBTERRANEA - TUNEL 1 COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SISTEMA DE PROTECCI	7 horas 17 horas 3.5 horas 3.5 horas 7 horas 20 horas 7 horas 3.5 horas	1h 1h 1h 1h 1h 1h 1h 1h	1h 1h 1h 1h 1h 1h 1h 1h	1h 1h 1h 1h 1h 1h 1h 1h	1h 1h 1h 1h 1h 1h 1h 1h	1h 1h 1h 1h 1h 1h 1h 1h										
	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - ARMADURA TUNEL 1 EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION MANUAL SUBTERRANEA - TUNEL 2 EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION CON EQUIPO ELECTRIC SUBTERRANEA COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SISTEMA DE PROTECCI	3.5 horas 7 horas 7 horas 10.5 horas	0.5h 1h 1h 1.5h	1.5h 1h 1h 1.5h	1.5h 1h 1h 1.5h	1.5h 1h 1h 1.5h	1.5h 1h 1h 1.5h										
	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - ARMADURA TUNEL 2 LIMPIEZA GENERAL DE OBRA HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - APOYO INTERIOR COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - APOYO INTERIOR ENCORRADO - APOYO INTERIOR CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm2 - APOYO INTERIOR DESENCOFRADO - APOYO INTERIOR ENCORRADO - APOYO EXTERIOR 2DA FASE CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR 2DA FASE DESENCOFRADO - APOYO EXTERIOR 2DA FASE RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE CORTE CORTE EN RELLENO COMPACTADO - CUNETTA CONCRETO f'c = 140.00 Kg/cm2 - CUNETTA ACABADO SEMIPULIDO - CUNETTA ELIMINACION DE EXCEDENTES Dmax = 200.00 m - CUNETTA	10.5 horas 4.5 horas 1 hora 1 hora 1.5 horas 3 horas 1 hora 0.5 horas 1 hora 1 hora 30 horas 2 horas 2 horas 2 horas 2 horas 2 horas 2 horas 2 horas	10.5h 4.5h 1h 1h 1.5h 3h 1h 0.5h 1h 1h 30h 2h 2h 2h 2h 2h 2h 2h	1.5h 1.5h 1h 1h 1.5h 3h 1h 0.5h 1h 1h 1.5h 1h 1h 1h 1h 1h 1h 1h	4.5h 1.5h 1h 1h 1.5h 3h 1h 0.5h 1h 1h 1.5h 1h 1h 1h 1h 1h 1h 1h	4.5h 1.5h 1h 1h 1.5h 3h 1h 0.5h 1h 1h 1.5h 1h 1h 1h 1h 1h 1h 1h											

Id	Nombre del recurso	Trabajo	mes 1						mes 2							
			semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	semana 6	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	semana 6		
6	EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION CON EQUIPO ELECTRICO SUBTERRANEA	16 horas	16h													
	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SISTEMA DE PROTECCION	4 horas	4h													
	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SISTEMA DE PROTECCION	4 horas	4h													
	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SALIDA	4 horas	4h													
	ENCOFRADO DE MADERA - SALIDA	4 horas	4h													
	CONCRETO fc = 280.00 Kg/cm2 - SALIDA	4 horas	4h													
	DESENCOFRADO DE MADERA - SALIDA	2 horas	2h													
	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR	4 horas	4h													
	SOLADO DE CONCRETO e= 0.10 m, fc = 100.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR	4 horas	4h													
	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR	12 horas	12h													
	ENCOFRADO - APOYO EXTERIOR	4 horas	4h													
	CONCRETO fc = 210.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR	4 horas	4h													
	DESENCOFRADO - APOYO EXTERIOR	2 horas	2h													
	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - ARMADURA TUNEL	40 horas	40h													
	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SISTEMA DE PROTECCION	40 horas	40h													
	PROTECCION FRENTE DE EXCAVACION	56 horas	56h													
	ENCOFRADO DE MADERA - TUNEL	28 horas	28h													
	CONCRETO fc = 280.00 Kg/cm2 - TUNEL	28 horas	28h													
	DESENCOFRADO DE MADERA - TUNEL	48 horas	48h													
	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SISTEMA DE PROTECCION	14 horas	14h													
COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - ARMADURA TUNEL 1	14 horas	14h														
EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION CON EQUIPO ELECTRICO SUBTERRANEA	56 horas	56h														
COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SISTEMA DE PROTECCION	42 horas	42h														
COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - ARMADURA TUNEL 2	42 horas	42h														
HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - APOYO INTERIOR	4 horas	4h														
ENCOFRADO - APOYO EXTERIOR 2DA FASE	3 horas	3h														
CONCRETO fc = 210.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR 2DA FASE	1 hora	1h														
DESENCOFRADO - APOYO EXTERIOR 2DA FASE	1 hora	1h														
RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE CORTE	2 horas	2h														
CORTE EN RELLENO COMPACTADO - CUNETETA	30 horas	30h														
CONCRETO fc = 140.00 Kg/cm2 - CUNETETA	2 horas	2h														
ENCOFRADO - PANTALLA	4 horas	4h														
ACABADO SEMIPULIDO - CUNETETA	768 horas	144h	240h	144h	144h	144h									96h	
Oficial		16 horas	16h													
OFICINA, ALMACEN, COMEDOR, VESTUARIO Y GUARDIANIA	4 horas	4h														
CERCO PERIMETRICO - PALOS EUCALIPTO - MALLA ASPILLERA	4 horas	4h														
CARTEL DE OBRA	4 horas	4h														
DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES	16 horas	16h														
HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - ZAPATA	16 horas	16h														
HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - PANTALLA	16 horas	16h														
SOLADO DE CONCRETO e= 0.10 m, fc = 100.00 Kg/cm2 - INGRESO	8 horas	8h														
COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - ZAPATA	16 horas	16h														
COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - PANTALLA	16 horas	16h														
CONCRETO fc = 210.00 Kg/cm2 - ZAPATA	8 horas	8h														
ENCOFRADO - PANTALLA	36 horas	36h														
CONCRETO fc = 210.00 Kg/cm2 - PANTALLA	8 horas	8h														
DESENCOFRADO - PANTALLA	8 horas	8h														
EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION CON EQUIPO ELECTRICO SUBTERRANEA	32 horas	32h														
HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SISTEMA DE PROTECCION	4 horas	4h														
HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SALIDA	4 horas	4h														
COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SISTEMA DE PROTECCION	4 horas	4h														
ENCORRADO DE MADERA - SALIDA	4 horas	4h														
CONCRETO fc = 280.00 Kg/cm2 - SALIDA	4 horas	4h														
DESENCOFRADO DE MADERA - SALIDA	4 horas	4h														
HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR	2 horas	2h														
SOLADO DE CONCRETO e= 0.10 m, fc = 100.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR	8 horas	8h														
COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR	4 horas	4h														
ENCOFRADO - APOYO EXTERIOR	12 horas	12h														
CONCRETO fc = 210.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR	4 horas	4h														
DESENCOFRADO - APOYO EXTERIOR	4 horas	4h														
HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - ARMADURA TUNEL	2 horas	2h														
HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SISTEMA DE PROTECCION	40 horas	40h														
PROTECCION FRENTE DE EXCAVACION	40 horas	40h														
ENCOFRADO DE MADERA - TUNEL	56 horas	56h														
CONCRETO fc = 280.00 Kg/cm2 - TUNEL	28 horas	28h														
DESENCOFRADO DE MADERA - TUNEL	28 horas	28h														
COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SISTEMA DE PROTECCION	48 horas	48h														
COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - ARMADURA TUNEL 1	14 horas	14h														
EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION CON EQUIPO ELECTRICO SUBTERRANEA	56 horas	56h														
COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SISTEMA DE PROTECCION	42 horas	42h														
COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - ARMADURA TUNEL 2	42 horas	42h														
HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - APOYO INTERIOR	4 horas	4h														
COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - APOYO INTERIOR	4 horas	4h														
CONCRETO fc = 210.00 Kg/cm2 - APOYO INTERIOR	4 horas	4h														
DESENCOFRADO - APOYO INTERIOR	6 horas	6h														
CONCRETO fc = 210.00 Kg/cm2 - APOYO INTERIOR	4 horas	4h														
RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE CORTE	2 horas	2h														
CORTE EN RELLENO COMPACTADO - CUNETETA	60 horas	60h														
CONCRETO fc = 140.00 Kg/cm2 - CUNETETA	4 horas	4h														
ACABADO SEMIPULIDO - CUNETETA	4 horas	4h														
Peon		1,824 horas	480h	384h	384h	384h	384h								192h	
OFICINA, ALMACEN, COMEDOR, VESTUARIO Y GUARDIANIA		32 horas	32h													
CERCO PERIMETRICO - PALOS EUCALIPTO - MALLA ASPILLERA		4 horas	4h													



Id	Nombre del recurso	Trabajo	Mes 1						Mes 2								
			semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	semana 6	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	semana 6			
9	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SALIDA	2.97 S/.	2.97														
	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SISTEMA DE PROTECCI	5.35 S/.	5.35														
	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SALIDA	6.04 S/.	6.04	31.66													
	ENCOFRADO METALICO PERMANENTE - SALIDA	3.01 S/.		3.01													
	CONCRETO f'c = 280.00 Kg/cm2 - SALIDA	7.03 S/.		7.03													
	DESENCOFRADO DE MADERA - SALIDA	2 S/.		2													
	EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION MANUAL - APOYO EXTERIOR	45.07 S/.	45.07														
	HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR	2.89 S/.	2.89														
	SOLADO DE CONCRETO e= 0.10 m, f'c = 100.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR	6.78 S/.	6.78														
	COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR	5.87 S/.	5.87														
ENCOFRADO - APOYO EXTERIOR	6.19 S/.	6.19															
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR	8.78 S/.	8.78															
DESENCOFRADO - APOYO EXTERIOR	4.12 S/.	4.12															
HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - ARMADURA TUNEL	32.65 S/.	32.65															
HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SISTEMA DE PROTECC	28.95 S/.	28.95															
PROTECCION FRENTE DE EXCAVACION	81.27 S/.	81.27	11.61														
ENCOFRADO METALICO PERMANENTE - TUNEL	353.43 S/.	103.95	34.83														
ENCOFRADO DE MADERA - TUNEL	29.54 S/.	4.22	124.74														
CONCRETO f'c = 280.00 Kg/cm2 - TUNEL	78.43 S/.	11.2	12.66														
DESENCOFRADO DE MADERA - TUNEL	19.65 S/.	9.82	33.61														
INSPECCION TECNICA DE OBRA	17.18 S/.	9.82	9.82														
EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION MANUAL SUBTERRANEA - TUNEL 1	50.21 S/.	7.17	14.6														
COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SISTEMA DE PROTECCI	21.39 S/.	3.06	21.52														
COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - ARMADURA TUNEL 1	24.13 S/.	3.45	10.34														
EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION MANUAL SUBTERRANEA - TUNEL 2	53.93 S/.	7.71	23.12														
EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION CON EQUIPO ELECTRICO SUBTERRANEA	88.87 S/.	12.7	38.09														
COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - SISTEMA DE PROTECCI	37.43 S/.	5.35	16.04														
COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - ARMADURA TUNEL 2	42.26 S/.	6.04	18.11														
LIMPIEZA GENERAL DE OBRA	65.16 S/.	21.72	21.72														
HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - APOYO INTERIOR	1.39 S/.																
COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2 - APOYO INTERIOR	2.82 S/.																
ENCOFRADO - APOYO INTERIOR	1.8 S/.																
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm2 - APOYO INTERIOR	11.59 S/.																
DESENCOFRADO - APOYO INTERIOR	1.2 S/.																
ENCOFRADO - APOYO EXTERIOR 2DA FASE	0.26 S/.																
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR 2DA FASE	0.7 S/.																
DESENCOFRADO - APOYO EXTERIOR 2DA FASE	0.17 S/.																
RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE CORTE	153.07 S/.																
CORTE EN RELLENO COMPACTADO - CUNETTA	8.75 S/.																
CONCRETO f'c = 140.00 Kg/cm2 - CUNETTA	10.2 S/.																
ACABADO SEMIPULIDO - CUNETTA	9.6 S/.																
ELIMINACION DE EXCEDENTES Dmax = 200.00 m - CUNETTA	3.41 S/.																
Madera eucalipto rolizo 2"x3m	38 pza	38															
CERCO PERIMETRICO - PALOS EUCALIPTO - MALLA ASPILLERA	38 pza	38															
Malla aspillera H=2.00m	75 ml	75															
CERCO PERIMETRICO - PALOS EUCALIPTO - MALLA ASPILLERA	75 ml	75															
Cartel de obra tornillo	1 u	1															
CARTEL DE OBRA	1 u	1															
Cilindros usados 55 gl para agua	7 pza	1.17	1.17														
DOTACION DE AGUA PARA LA OBRA	7 pza	1.17	1.17														
Agua	39.05 m3	4.62	9														
DOTACION DE AGUA PARA LA OBRA	25 m3	4.17	4.17														
PAÑETEJO TALUD DE CORTE	0.33 m3	0.33															
SOLADO DE CONCRETO e= 0.10 m, f'c = 100.00 Kg/cm2 - INGRESO	0.12 m3	0.12															
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm2 - ZAPATA	1.76 m3	1.76															
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm2 - PANTALLA	1.46 m3	1.46															
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm2 - PANTALLA	0.44 m3	0.44															
CONCRETO f'c = 280.00 Kg/cm2 - SALIDA	0.02 m3	0.02															
SOLADO DE CONCRETO e= 0.10 m, f'c = 100.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR	0.45 m3	0.45															
CONCRETO f'c = 280.00 Kg/cm2 - TUNEL	4.92 m3	4.92															
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm2 - APOYO INTERIOR	0.59 m3	0.59															
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR 2DA FASE	0.04 m3	0.04															
RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE CORTE	3.75 m3	3.75															
CONCRETO f'c = 140.00 Kg/cm2 - CUNETTA	0.17 m3	0.17															
Alquiler baño portatil	390.24 S/.	65.04	65.04														
SERVICIOS HIGIENICOS PROVISIONAL	390.24 S/.	65.04	65.04														
Cinta aislante eléctrica	1 u	1															
ENERGIA ELECTRICA PROVISIONAL	1 u	1															
Alquiler grupo electrogeno 38 HP 20 KW	1 glb	1															
ENERGIA ELECTRICA PROVISIONAL	1 glb	1															
Tuberia PVC SAL 4"x3m	1 pza	1															
SISTEMA DE DRENAJE PROVISIONAL	1 pza	1															
Yeso en bolsas de 18 Kg	1 bis	1															
TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO	1 bis	1															
TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO	1 gal	1															
Pintura esmalte sintético	1 gal	1															
TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO	52 horas	24h	4h														
Martillo eléctrico	8 horas	8h															
DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES	16 horas	16h															
EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION CON EQUIPO ELECTRICO SUBTERRANEA																	
EXCAVACION, PERFILADO Y NIVELACION CON EQUIPO ELECTRICO SUBTERRANEA	28 horas	4h	12h														
Requerimientos de seguridad	1 glb	0.25	0.25														
ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD	1 glb	0.25	0.25														
Contingencia de seguridad	1 glb	0.17	0.17														
RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS DE SEGURIDAD Y SALUD	1 glb	0.17	0.17														
Movilización	1 glb	0.17	0.17														
MOVILIZACION DE CAMPAMENTO, MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	1 glb	0.17	0.17														
Aceite para motor SAE-30	0.52 gal	0.02	0.17														
PAÑETEJO TALUD DE CORTE	0.01 gal	0.01	0.15														
SOLADO DE CONCRETO e= 0.10 m, f'c = 100.00 Kg/cm2 - INGRESO	0.01 gal	0.01															
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm2 - ZAPATA	0.04 gal	0.04															

Id	Nombre del recurso	Trabajo	mes 1					mes 2					
			semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	semana 6	semana 7				
30	CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm <sup>2</sup> - PANTALLA	0.03 gal											
	SOLADO DE CONCRETO e= 0.10 m, f'c = 100.00 Kg/cm <sup>2</sup> - APOYO EXTERIOR	0.01 gal											
	CONCRETO f'c = 280.00 Kg/cm <sup>2</sup> - TUNEL	0.01 gal											
	CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm <sup>2</sup> - APOYO INTERIOR	0.01 gal											
	CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm <sup>2</sup> - APOYO EXTERIOR 2DA FASE	0.01 gal											
	CONCRETO f'c = 140.00 Kg/cm <sup>2</sup> - CUNETETA	0.01 gal											
	Cemento portland tipo I (42.5 Kg)	629.97 bis	12.42	271.02	152.38	152.38	152.38	41.77					
	PANETEO TALUD DE CORTE	9.22 bis	9.22										
	SOLADO DE CONCRETO e= 0.10 m, f'c = 100.00 Kg/cm <sup>2</sup> - INGRESO	3.2 bis	3.2										
	CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm <sup>2</sup> - ZAPATA	90.21 bis		90.21									
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm <sup>2</sup> - PANTALLA	74.56 bis		74.56										
CONCRETO f'c = 280.00 Kg/cm <sup>2</sup> - PANTALLA	31.85 bis		31.85										
CONCRETO f'c = 280.00 Kg/cm <sup>2</sup> - SALIDA	0.6 bis		0.6										
SOLADO DE CONCRETO e= 0.10 m, f'c = 100.00 Kg/cm <sup>2</sup> - APOYO EXTERIOR	23.01 bis		23.01										
CONCRETO f'c = 280.00 Kg/cm <sup>2</sup> - TUNEL	355.55 bis		355.55										
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm <sup>2</sup> - APOYO INTERIOR	30.38 bis		30.38										
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm <sup>2</sup> - APOYO EXTERIOR 2DA FASE	1.84 bis		1.84										
ACABADO SEMIPULIDO - CUNETETA	6.65 bis		6.65										
Gasolina 84 octanos	2.9 bis		2.9										
PANETEO TALUD DE CORTE	14.48 gal	0.3	4.85	4.4	4.4	4.4							
SOLADO DE CONCRETO e= 0.10 m, f'c = 100.00 Kg/cm <sup>2</sup> - INGRESO	0.22 gal	0.22											
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm <sup>2</sup> - ZAPATA	0.08 gal	0.08											
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm <sup>2</sup> - PANTALLA	1.18 gal		1.18										
CONCRETO f'c = 280.00 Kg/cm <sup>2</sup> - SALIDA	0.97 gal		0.97										
SOLADO DE CONCRETO e= 0.10 m, f'c = 100.00 Kg/cm <sup>2</sup> - APOYO EXTERIOR	0.92 gal		0.92										
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm <sup>2</sup> - APOYO EXTERIOR	0.01 gal		0.01										
CONCRETO f'c = 280.00 Kg/cm <sup>2</sup> - TUNEL	0.3 gal		0.3										
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm <sup>2</sup> - APOYO INTERIOR	10.26 gal		1.47	4.4	4.4	4.4							
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm <sup>2</sup> - APOYO EXTERIOR 2DA FASE	0.4 gal		0.4										
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm <sup>2</sup> - APOYO EXTERIOR 2DA FASE	0.02 gal		0.02										
CONCRETO f'c = 140.00 Kg/cm <sup>2</sup> - CUNETETA	0.12 gal		0.12										
Grasa multiplate Ep	1.01 lb	0.03	0.34	0.3	0.3	0.3							
PANETEO TALUD DE CORTE	0.02 lb	0.02											
SOLADO DE CONCRETO e= 0.10 m, f'c = 100.00 Kg/cm <sup>2</sup> - INGRESO	0.01 lb	0.01											
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm <sup>2</sup> - ZAPATA	0.08 lb		0.08										
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm <sup>2</sup> - PANTALLA	0.07 lb		0.07										
CONCRETO f'c = 280.00 Kg/cm <sup>2</sup> - SALIDA	0.06 lb		0.06										
SOLADO DE CONCRETO e= 0.10 m, f'c = 100.00 Kg/cm <sup>2</sup> - APOYO EXTERIOR	0.01 lb		0.01										
CONCRETO f'c = 280.00 Kg/cm <sup>2</sup> - TUNEL	0.02 lb		0.02										
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm <sup>2</sup> - APOYO INTERIOR	0.69 lb		0.1	0.3	0.3	0.3							
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm <sup>2</sup> - APOYO EXTERIOR 2DA FASE	0.03 lb		0.03										
CONCRETO f'c = 140.00 Kg/cm <sup>2</sup> - CUNETETA	0.01 lb		0.01										
Mezcladora de concreto tipo tambor 23 HP de 11-12 p3	0.01 lb		0.01										
PANETEO TALUD DE CORTE	48 horas	16h	14h	6h	6h	6h							
SOLADO DE CONCRETO e= 0.10 m, f'c = 100.00 Kg/cm <sup>2</sup> - INGRESO	16 horas	16h											
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm <sup>2</sup> - ZAPATA	0 horas	0h											
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm <sup>2</sup> - PANTALLA	4 horas		4h										
CONCRETO f'c = 280.00 Kg/cm <sup>2</sup> - SALIDA	2 horas		2h										
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm <sup>2</sup> - APOYO EXTERIOR	2 horas		2h										
CONCRETO f'c = 280.00 Kg/cm <sup>2</sup> - TUNEL	14 horas		2h	6h	6h	6h							
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm <sup>2</sup> - APOYO INTERIOR	3 horas		2h										
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm <sup>2</sup> - APOYO EXTERIOR 2DA FASE	1 hora		1h										
CONCRETO f'c = 140.00 Kg/cm <sup>2</sup> - CUNETETA	2 horas		2h										
Acero corrugado fy=4200 Kg/cm <sup>2</sup> grado 60	4,116.82 Kg	1,375.5	2,678										
HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm <sup>2</sup> - ZAPATA	514 Kg	514											
HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm <sup>2</sup> - PANTALLA	492.4 Kg	492.4											
HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm <sup>2</sup> - SISTEMA DE PROTECC	114.4 Kg	114.4											
HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm <sup>2</sup> - SALIDA	129.1 Kg	129.1											
HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm <sup>2</sup> - APOYO EXTERIOR	125.6 Kg	125.6											
HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm <sup>2</sup> - ARMADURA TUNEL	1,419.9 Kg	1,419.9											
HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm <sup>2</sup> - SISTEMA DE PROTECC	1,258.1 Kg	1,258.1											
HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm <sup>2</sup> - APOYO INTERIOR	60.3 Kg												
COLOCACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm <sup>2</sup> - APOYO INTERIOR	3.02 Kg												
Cizalla electrica para corte de fierro	118 horas	36h	80h										
HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm <sup>2</sup> - ZAPATA	16 horas	16h											
HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm <sup>2</sup> - PANTALLA	8 horas	8h											
HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm <sup>2</sup> - SISTEMA DE PROTECC	4 horas	4h											
HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm <sup>2</sup> - SALIDA	4 horas	4h											
HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm <sup>2</sup> - APOYO EXTERIOR	4 horas	4h											
HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm <sup>2</sup> - ARMADURA TUNEL	40 horas	40h											
HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm <sup>2</sup> - SISTEMA DE PROTECC	40 horas	40h											
HABILITACION ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm <sup>2</sup> - APOYO INTERIOR	2 horas												
Piedra chanaada de 1/2"	44.33 m3	0.51	21.51	9.38	9.38	9.38							
SOLADO DE CONCRETO e= 0.10 m, f'c = 100.00 Kg/cm <sup>2</sup> - INGRESO	0.51 m3	0.51											
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm <sup>2</sup> - ZAPATA	7.84 m3		7.84										
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm <sup>2</sup> - PANTALLA	6.48 m3		6.48										
CONCRETO f'c = 280.00 Kg/cm <sup>2</sup> - SALIDA	1.96 m3		1.96										
SOLADO DE CONCRETO e= 0.10 m, f'c = 100.00 Kg/cm <sup>2</sup> - APOYO EXTERIOR	0.1 m3		0.1										
CONCRETO f'c = 280.00 Kg/cm <sup>2</sup> - TUNEL	2 m3		2										
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm <sup>2</sup> - APOYO INTERIOR	21.88 m3		3.13	9.38	9.38	9.38							
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm <sup>2</sup> - APOYO EXTERIOR	2.64 m3		2.64										
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm <sup>2</sup> - APOYO EXTERIOR 2DA FASE	0.16 m3		0.16										
CONCRETO f'c = 280.00 Kg/cm <sup>2</sup> - CUNETETA	0.76 m3		0.76										
Arena gruesa	27.72 m3	0.32	13.44	5.86	5.86	5.86							
SOLADO DE CONCRETO e= 0.10 m, f'c = 100.00 Kg/cm <sup>2</sup> - INGRESO	0.32 m3	0.32											
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm <sup>2</sup> - ZAPATA	4.9 m3		4.9										
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm <sup>2</sup> - PANTALLA	4.05 m3		4.05										
CONCRETO f'c = 280.00 Kg/cm <sup>2</sup> - SALIDA	1.23 m3		1.23										
SOLADO DE CONCRETO e= 0.10 m, f'c = 100.00 Kg/cm <sup>2</sup> - APOYO EXTERIOR	0.06 m3		0.06										
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm <sup>2</sup> - APOYO EXTERIOR	1.25 m3		1.25										
CONCRETO f'c = 280.00 Kg/cm <sup>2</sup> - TUNEL	13.68 m3		1.95	5.86	5.86	5.86							
CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm <sup>2</sup> - APOYO INTERIOR	1.65 m3		1.65										

Id	Nombre del recurso	Trabajo	mes 1						mes 2						
			semana 1						semana 2						
			semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	semana 6	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	semana 6	
38	CONCRETO f'c = 210.00 Kg/cm2 - APOYO EXTERIOR 2DA FASE CONCRETO f'c = 140.00 Kg/cm2 - CUNETTA Vibrador de concreto 4 HP 2.4"	0.1 m3 0.48 m3 14 horas 4 horas 4 horas 2 horas 3 horas 1 hora		10h											0.1 0.48 4h
39	Alambre negro recocto # 8 ENCOFRADO - PANTALLA ENCOFRADO DE MADERA - SALIDA ENCOFRADO - APOYO EXTERIOR ENCOFRADO DE MADERA - TUNEL ENCOFRADO - APOYO INTERIOR ENCOFRADO - APOYO EXTERIOR 2DA FASE Triplay de 4'x8'x8mm	8.9 Kg 3.98 Kg 0.36 Kg 0.75 Kg 3.56 Kg 0.22 Kg 0.03 Kg 4 pl		5.6 3.98 0.36 0.75 0.51	1.53	1.53									0.22 0.03 0.11
40	ENCOFRADO - PANTALLA ENCOFRADO DE MADERA - SALIDA ENCOFRADO - APOYO EXTERIOR ENCOFRADO DE MADERA - TUNEL ENCOFRADO - APOYO INTERIOR ENCOFRADO - APOYO EXTERIOR 2DA FASE	1.79 pl 0.16 pl 0.34 pl 1.6 pl 0.1 pl 0.01 pl		2.52 1.79 0.16 0.34 0.23	0.69	0.69									0.1 0.01
41	Camión Volquete 4x2 140-210 HP 6m3 ELIMINACION DE EXCEDENTES Dmax = 200.00 m - INGRESO ELIMINACION DE EXCEDENTES Dmax = 200.00 m - CUNETTA	18 horas 14 horas 4 horas		14h 14h											4h
42	Perno hexag. rosca corriente G-2 1"x1/4" ENCOFRADO METALICO PERMANENTE - SALIDA ENCOFRADO METALICO PERMANENTE - TUNEL	2 c 0.16 c 1.84 c		0.7 0.16 0.54	0.65	0.65									
43	Oxigeno ENCOFRADO METALICO PERMANENTE - SALIDA ENCOFRADO METALICO PERMANENTE - TUNEL	85.42 m3 7.02 m3 78.4 m3		30.08 7.02 23.06	27.67	27.67									
44	Acetileno ENCOFRADO METALICO PERMANENTE - SALIDA ENCOFRADO METALICO PERMANENTE - TUNEL	4.5 bln 0.37 bln		1.58 0.37	1.46	1.46									
45	Soldadura celcorod P (AWS E6010) 1/8" ENCOFRADO METALICO PERMANENTE - SALIDA ENCOFRADO METALICO PERMANENTE - TUNEL	48.5 Kg 3.99 Kg 44.51 Kg		17.08 3.99 13.09	15.71	15.71									
46	Angulo de acero liviano de 1.1/2"x1.1/2"x1/8"x6m ENCOFRADO METALICO PERMANENTE - SALIDA ENCOFRADO METALICO PERMANENTE - TUNEL	96 pza 7.89 pza 88.11 pza		33.8 7.89 25.91	31.1	31.1									
47	Arandela acero galvanizado 1/4" ENCOFRADO METALICO PERMANENTE - SALIDA ENCOFRADO METALICO PERMANENTE - TUNEL	0.33 c 3.67 c		1.41 1.08	1.3	1.3									
48	Plancha de acero negro LAC 3x1400x2500mm (1/8") ENCOFRADO METALICO PERMANENTE - SALIDA ENCOFRADO METALICO PERMANENTE - TUNEL	22 pza 1.81 pza 20.19 pza		7.75 1.81 5.94	7.13	7.13									
49	Equipo de corte y soldao (oxi-acet) ENCOFRADO METALICO PERMANENTE - SALIDA ENCOFRADO METALICO PERMANENTE - TUNEL	144 horas 8 horas 136 horas		48h 8h 40h	48h	48h									
50	Servicio de perforaciones para pernos ENCOFRADO METALICO PERMANENTE - SALIDA ENCOFRADO METALICO PERMANENTE - TUNEL	368 u 30.25 u		129.59 30.25	119.21	119.21									
51	Servicio de rolado de planchas ENCOFRADO METALICO PERMANENTE - SALIDA ENCOFRADO METALICO PERMANENTE - TUNEL	337.75 u 824.25 Kg 67.76 Kg		99.34 290.26 67.76	119.21	119.21									
52	Servicio de rolado de perfiles de acero ENCOFRADO METALICO PERMANENTE - SALIDA ENCOFRADO METALICO PERMANENTE - TUNEL	756.49 Kg 96 7.89		222.5 33.8 7.89	267	267									
53	Arena fina ACABADO SEMIPULIDO - CUNETTA	88.11 0.36 m3		25.91	31.1	31.1									0.36
54	Compactador vibratorio tipo plancha 4 HP RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE CORTE	0.36 m3 30 horas													0.36
55	Subcontrato tapar ingreso y salida de tunel TAPAR INGRESO Y SALIDA DE TUNEL	30 horas 1 glb													30h
56	Reflector aluminio fundido luz halogena 500 w SISTEMA DE VENTILACION E ILUMINACION	2 112 horas		0.29 0.29	0.86	0.86									1
57	Compresora 250 P.C.M. SISTEMA DE VENTILACION E ILUMINACION	2 112 horas		16h 16h	48h	48h									1
58	Puntal metalico telescopico #4 PROTECCION FRENTE DE EXCAVACION	280 S/ 280 S/ 1 pl		40 40	120	120									
59	Plancha de acero 25.0mmx1.52mx2.40m PROTECCION FRENTE DE EXCAVACION	1 pl 1 pl		0.14 0.14	0.43	0.43									

## Presupuesto

Presupuesto 0403004 ALTERNATIVA N°004  
 Caudal GCZ INGENIEROS SAC  
 Lugar ANCAASH - HUARAZ - HUARAZ Costo al 01/11/2010

em	Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/.	Parcial \$/.
01	<b>OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD</b>				17,348.06
01.01	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				3,838.19
01.01.01	<b>CONSTRUCCIONES PROVISIONALES</b>				2,550.70
01.01.01.01	OFICINA, ALMACEN, COMEDOR, VESTUARIO Y GUARDIANA	m2	27.00	70.47	1,902.69
01.01.01.02	CERCO PERIMETRICO - PALOS EUCALIPTO - MALLA ASPILLERA	m2	96.00	3.39	325.44
01.01.01.03	CARTEL DE OBRA	u	1.00	322.57	322.57
01.01.02	<b>INSTALACIONES PROVISIONALES</b>				1,287.49
01.01.02.01	DOTACION DE AGUA PARA LA OBRA	gib	1.00	315.00	315.00
01.01.02.02	SERVICIOS HIGIENICOS PROVISIONAL	gib	1.00	390.00	390.00
01.01.02.03	ENERGIA ELECTRICA PROVISIONAL	gib	1.00	435.88	435.88
01.01.02.04	SISTEMA DE DRENAJE PROVISIONAL	gib	1.00	146.61	146.61
01.02	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				1,417.16
01.02.01	LIMPIEZA DEL TERRENO	m2	69.70	6.22	433.53
01.02.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO	m2	69.70	8.04	560.39
01.02.03	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES	m3	2.25	188.10	423.23
01.03	<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>				12,090.72
01.03.01	ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	d	24.00	466.28	11,190.72
01.03.02	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS DE SEGURIDAD Y SALUD	gib	1.00	900.00	900.00
02	<b>MOVILIZACION DE CAMPAMENTO, MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>				3,000.00
03	<b>ESTRUCTURAS</b>				94,839.75
03.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				19,730.08
03.01.01	EXCAVACION MANUAL	m3	155.45	51.03	7,932.61
03.01.02	EXCAVACION CON EQUIPO ELECTRICO	m3	19.10	145.17	2,772.75
03.01.03	RELLENO COMPACTADO	m3	74.85	52.62	3,938.61
03.01.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	112.45	45.23	5,086.11
03.02	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				3,078.80
03.02.01	SOLADO DE CONCRETO $e = 0.05$ m, $f_c = 100.00$ Kg/cm <sup>2</sup>	m2	15.10	79.97	1,207.55
03.02.02	PAÑETE SUELO - CEMENTO TALUD DE CORTE $e = 0.05$ m	m2	48.10	24.52	1,179.41
03.02.03	CONCRETO $f_c = 140.00$ Kg/cm <sup>2</sup>	m3	0.95	449.32	426.85
03.02.04	ACABADO SEMIPULIDO - CUNETAS	m2	18.10	14.53	262.99
03.03	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				72,032.87
03.03.01	ACERO DE REFUERZO $f_y = 4200.00$ Kg/cm <sup>2</sup>	Kg	4,794.35	5.73	27,471.63
03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MADERA	m2	112.65	56.40	6,353.46
03.03.03	ENCOFRADO METALICO PERMANENTE	m2	74.20	291.83	21,653.79
03.03.04	CONCRETO $f_c = 210.00$ Kg/cm <sup>2</sup>	m3	24.60	279.76	6,882.10
03.03.05	CONCRETO $f_c = 280.00$ Kg/cm <sup>2</sup>	m3	29.80	324.56	9,671.89
04	<b>VARIOS</b>				7,582.89
04.01	SISTEMA DE VENTILACION E ILUMINACION	gib	1.00	760.00	760.00
04.02	PROTECCION FRENTE DE EXCAVACION	gib	1.00	4,749.44	4,749.44
04.03	INSPECCION TECNICA DE OBRA	gib	1.00	349.65	349.65
04.04	TAPAR INGRESO Y SALIDA DE TUNEL	gib	1.00	300.00	300.00
04.05	LIMPIEZA GENERAL DE OBRA	gib	1.00	1,423.60	1,423.60
	<b>COSTO DIRECTO</b>				122,788.80

## Presupuesto

Presupuesto 0403004 ALTERNATIVA N°004  
 Cliente GCZ INGENIEROS SAC  
 Lugar ANCASH - HUARAZ - HUARAZ

Costo al 01/11/2010

tem	Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/.	Mano de Obra	Material	Equipo	Subcontrato	Parcial \$/.
01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD				13,282.86	1,769.75	1,004.12	1,290.00	17,346.06
01.01	OBRAS PROVISIONALES				1,348.44	1,733.31	367.39	390.00	3,838.19
01.01.01	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES				1,089.14	1,397.58	54.93		2,550.70
01.01.01.01	OFICINA, ALMACEN, COMEDOR, VESTUARIO Y GUARDIANA	m2	27.00	70.47	865.63	994.11	43.28		1,902.69
01.01.01.02	CERCO PERIMETRICO - PALOS EUCAUPTO - MALLA ASPILLERA	m2	96.00	3.39	116.78	203.47	5.81		325.44
01.01.01.03	CARTEL DE OBRA	u	1.00	322.57	116.73	200.00	5.84		322.57
01.01.02	INSTALACIONES PROVISIONALES				249.30	335.73	312.46	390.00	1,287.49
01.01.02.01	DOTACION DE AGUA PARA LA OBRA	glb	1.00	315.00		315.00			315.00
01.01.02.02	SERVICIOS HIGIENICOS PROVISIONAL	glb	1.00	390.00				390.00	390.00
01.01.02.03	ENERGIA ELECTRICA PROVISIONAL	glb	1.00	435.88	124.65	5.00	306.23		435.88
01.01.02.04	SISTEMA DE DRENAJE PROVISIONAL	glb	1.00	146.61	124.65	15.73	6.23		146.61
01.02	TRABAJOS PRELIMINARES				1,276.50	36.44	103.83		1,417.15
01.02.01	LIMPIEZA DEL TERRENO	m2	69.70	6.22	412.82		20.63		433.53
01.02.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO	m2	69.70	8.04	498.70	36.44	24.95		560.39
01.02.03	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES	m3	2.25	188.10	364.98		58.25		423.23
01.03	SEGURIDAD Y SALUD				10,657.92		532.90	900.00	12,090.72
01.03.01	ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	d	24.00	466.28	10,657.92		532.90		11,190.72
01.03.02	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS DE SEGURIDAD Y SALUD	glb	1.00	900.00				900.00	900.00
02	MOVILIZACION DE CAMPAMENTO, MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	glb	1.00	3,000.00				3,000.00	3,000.00
03	ESTRUCTURAS				44,986.81	38,689.89	9,919.53	1,326.55	94,839.75
03.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				14,404.15	20.96	5,304.11		19,730.08
03.01.01	EXCAVACION MANUAL	m3	155.45	51.03	7,553.64		377.74		7,932.61
03.01.02	EXCAVACION CON EQUIPO ELECTRICO	m3	19.10	145.17	2,431.35		341.56		2,772.75
03.01.03	RELLENO COMPACTADO	m3	74.85	52.62	3,166.49	20.96	751.41		3,938.61
03.01.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	112.45	45.23	1,252.67		3,833.40		5,086.11
03.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				1,798.77	471.95	805.83		3,076.80
03.02.01	SOLADO DE CONCRETO $e= 0.05$ m, $f_c = 100.00$ Kg/cm2	m2	15.10	79.97	889.95	94.04	223.50		1,207.55
03.02.02	PAÑETE SUELO - CEMENTO TALUD DE CORTE $e= 0.05$ m	m2	48.10	24.52	498.58	178.63	502.16		1,179.41
03.02.03	CONCRETO $f_c = 140.00$ Kg/cm2	m3	0.95	449.32	211.10	145.56	70.21		426.85
03.02.04	ACABADO SEMIPULIDO - CUNETAS	m2	18.10	14.53	199.14	90.72	9.96		262.99
03.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				28,783.89	38,196.98	3,809.59	1,326.55	72,032.87
03.03.01	ACERO DE REFUERZO $f_y = 4200.00$ Kg/cm2	Kg	4,794.35	5.73	12,031.75	14,687.49	635.18		27,471.63
03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MADERA	m2	112.65	56.40	5,132.27	966.25	256.96		6,353.46
03.03.03	ENCOFRADO METALICO PERMANENTE	m2	74.20	291.83	8,075.71	10,767.44	1,483.78	1,326.55	21,653.79



### Análisis de precios unitarios

proyecto 0403004 ALTERNATIVA N°004

01.01.01.01		(909802010107-0403004-03)	OFICINA, ALMACEN, COMEDOR, VESTUARIO Y GUARDIANIA		Costo unitario directo por:	m2	70.48
Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>							
010001	CAPATAZ	hh	0.0741	16.65	1.23		
010002	OPERARIO	hh	0.5926	15.14	8.97		
010003	OFICIAL	hh	0.5926	13.16	7.80		
010004	PEON	hh	1.1852	11.86	14.06		
<b>Materiales</b>							
010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kq	0.0256	4.07	0.10		
	CASETA DE MADERA TORNILLO ADICIONAL TECHADA	m2	0.9999	33.34	33.34		
010006	MADERA TORNILLO	p2	0.6256	5.40	3.38		
<b>Equipos</b>							
010007	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		32.06	1.60		
					1.60		

01.01.01.02		(909802010104-0403004-03)	CERCO PERIMETRICO - PALOS EUCALIPTO - MALLA ASPILLERA		Costo unitario directo por:	m2	3.39
Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>							
010001	CAPATAZ	hh	0.0104	16.65	0.17		
	OFICIAL	hh	0.0417	13.16	0.55		
010004	PEON	hh	0.0417	11.86	0.49		
<b>Materiales</b>							
010007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kq	0.0089	4.07	0.04		
010008	MALLA ASPILLERA H=2.00m	m	0.4167	2.00	0.83		
010009	MADERA EUCALIPTO ROLLZO 2" X 3 m	pza	0.2083	6.00	1.25		
<b>Equipos</b>							
010010	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		1.21	0.06		
					0.06		

01.01.01.03		(909802010105-0403004-03)	CARTEL DE OBRA		Costo unitario directo por:	u	322.57
Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>							
010001	CAPATAZ	hh	1.0000	16.65	16.65		
010003	OFICIAL	hh	4.0000	13.16	52.64		
010004	PEON	hh	4.0000	11.86	47.44		
<b>Materiales</b>							
010005	CARTEL DE OBRA TORNILLO	u	1.0000	200.00	200.00		
<b>Equipos</b>							
010007	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		116.73	5.84		
					5.84		

01.01.02.01		(909802010201-0403004-03)	DOTACION DE AGUA PARA LA OBRA		Costo unitario directo por:	gib	315.00
Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Materiales</b>							
010001	AGUA	m3	25.0000	5.60	140.00		
010002	CILINDROS USADO 55 gl PARA AGUA	pza	7.0000	25.00	175.00		
					315.00		

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0403004 ALTERNATIVA N°004

Partida 01.01.02.02 (909802010205-0403004-03) SERVICIOS HIGIENICOS PROVISIONAL Costo unitario directo por: glb 390.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Subcontratos</b>					
0401090002	BAÑO PORTATIL PARA OBRA	mes	1.5000	260.00	390.00
					<b>390.00</b>

Partida 01.01.02.03 (909802010203-0403004-03) ENERGIA ELECTRICA PROVISIONAL Costo unitario directo por: glb 435.88

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>					
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	16.65	16.65
0147010002	OPERARIO	hh	4.0000	15.14	60.56
0147010004	PEON	hh	4.0000	11.86	47.44
					<b>124.65</b>
<b>Materiales</b>					
0230480033	CINTA AISLANTE ELECTRICA	u	1.0000	5.00	5.00
					<b>5.00</b>
<b>Equipos</b>					
0349150006	GRUPO ELECTROGENO 38 HP 20 KW	d	12.0000	25.00	300.00
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		124.65	6.23
					<b>306.23</b>

Partida 01.01.02.04 (909802010204-0403004-03) SISTEMA DE DRENAJE PROVISIONAL Costo unitario directo por: glb 146.61

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>					
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	16.65	16.65
0147010002	OPERARIO	hh	4.0000	15.14	60.56
0147010004	PEON	hh	4.0000	11.86	47.44
					<b>124.65</b>
<b>Materiales</b>					
0273010009	TUBERIA PVC SAL 4" X 3 m	pza	1.0000	15.73	15.73
					<b>15.73</b>
<b>Equipos</b>					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		124.65	6.23
					<b>6.23</b>

Partida 01.02.01 (909802020401-0403004-03) LIMPIEZA DEL TERRENO Costo unitario directo por: m2 6.22

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>					
0147010001	CAPATAZ	hh	0.0287	16.65	0.48
0147010004	PEON	hh	0.4591	11.86	5.44
					<b>5.92</b>
<b>Equipos</b>					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.92	0.30
					<b>0.30</b>

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0403004 ALTERNATIVA N°004

Partida	01.02.02	(909802020201-0403004-03)	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO	Costo unitario directo por:	m2	8.04	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ			hh	0.0574	16.65	0.96
0147010002	OPERARIO			hh	0.2296	15.14	3.48
0147010004	PEON			hh	0.2296	11.86	2.72
<b>7.16</b>							
<b>Materiales</b>							
0229060003	YESO EN BOLSAS DE 18 kg			bta	0.0143	10.00	0.14
0254010001	PINTURA ESMALTE SINTETICO			gal	0.0143	26.56	0.38
<b>0.52</b>							
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		7.16	0.36
<b>0.36</b>							
Partida	01.02.03	(909802020301-0403004-03)	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES	Costo unitario directo por:	m3	188.10	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ			hh	0.8889	16.65	14.80
0147010002	OPERARIO			hh	3.5556	15.14	53.83
0147010003	OFICIAL			hh	7.1111	13.16	93.58
<b>162.21</b>							
<b>Equipos</b>							
0348080066	MARTILLO ELECTRICO			he	3.5556	5.00	17.78
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		162.21	8.11
<b>25.89</b>							
Partida	01.03.01	(909802010302-0403004-03)	ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	Costo unitario directo por:	d	466.28	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>							
0147000037	TECNICO DE SEGURIDAD			hh	8.0000	15.14	121.12
0147000038	INGENIERO SEGURIDAD			hh	8.0000	16.65	133.20
0147010093	VIGILANTE PARA SEGURIDAD INCLUIDO LEYES SOCIALES			hh	16.0000	11.86	189.76
<b>444.08</b>							
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		444.08	22.20
<b>22.20</b>							
Partida	01.03.02	(909802010303-0403004-03)	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS DE SEGURIDAD Y SALUD	Costo unitario directo por:	glb	900.00	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Subcontratos</b>							
0402010007	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS DE SEGURIDAD Y SALUD			glb	1.0000	900.00	900.00
<b>900.00</b>							
Partida	02	(909802020104-0403004-03)	MOVILIZACION DE CAMPAMENTO, MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	Costo unitario directo por:	glb	3,000.00	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Subcontratos</b>							
0401030006	SC DE TRANSPORTE DE CAMPAMENTO, MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS			glb	1.0000	3,000.00	3,000.00
<b>3,000.00</b>							

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0403004 ALTERNATIVA N°004

Partida	03.01.01	(909802030103-0403004-03)	EXCAVACION MANUAL	Costo unitario directo por:		m3	51.03
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
			<b>Mano de Obra</b>				
0147010001	CAPATAZ		hh	0.1737	16.65	2.89	
0147010002	OPERARIO		hh	0.0129	15.14	0.20	
0147010003	OFICIAL		hh	0.0257	13.16	0.34	
0147010004	PEON		hh	3.8083	11.86	45.17	
			<b>48.60</b>				
			<b>Equipos</b>				
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		48.60	2.43	
			<b>2.43</b>				
Partida	03.01.02	(909802030201-0403004-03)	EXCAVACION CON EQUIPO ELECTRICO	Costo unitario directo por:		m3	145.17
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
			<b>Mano de Obra</b>				
0147010001	CAPATAZ		hh	0.5759	16.65	9.59	
0147010002	OPERARIO		hh	3.7697	15.14	57.07	
0147010003	OFICIAL		hh	4.6074	13.16	60.63	
			<b>127.29</b>				
			<b>Equipos</b>				
0348080066	MARTILLO ELECTRICO		he	2.3037	5.00	11.52	
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		127.29	6.36	
			<b>17.88</b>				
Partida	03.01.03	(909802030302-0403004-03)	RELLENO COMPACTADO	Costo unitario directo por:		m3	52.62
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
			<b>Mano de Obra</b>				
0147010001	CAPATAZ		hh	0.4008	16.65	6.67	
0147010002	OPERARIO		hh	0.4008	15.14	6.07	
0147010003	OFICIAL		hh	0.6016	13.16	10.55	
0147010004	PEON		hh	1.6032	11.86	19.01	
			<b>42.30</b>				
			<b>Materiales</b>				
0239050000	AGUA		m3	0.0500	5.60	0.28	
			<b>0.28</b>				
			<b>Equipos</b>				
0349030001	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP		hm	0.4008	19.77	7.92	
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		42.30	2.12	
			<b>10.04</b>				
Partida	03.01.04	(909802030402-0403004-03)	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	Costo unitario directo por:		m3	45.23
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
			<b>Mano de Obra</b>				
0147010001	CAPATAZ		hh	0.0356	16.65	0.59	
0147010004	PEON		hh	0.8893	11.86	10.55	
			<b>11.14</b>				
			<b>Equipos</b>				
0348040023	CAMION VOLQUETE 4 X 2 140-210 HP 6 m3		hm	0.1601	209.45	33.53	
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		11.14	0.56	
			<b>34.09</b>				

Fecha : 02/05/2012 06:34:49p.m.

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0403004 ALTERNATIVA N°004

Partida	03.02.01	(909802040105-0403004-08)	SOLADO DE CONCRETO $e=0.05$ m, $f_c=100.00$ Kg/cm <sup>2</sup>	Costo unitario directo por:	m <sup>2</sup>	79.97
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ		hh	0.1656	16.65	2.76
0147010002	OPERARIO		hh	0.5298	15.14	8.02
0147010003	OFICIAL		hh	0.7947	13.16	10.46
0147010004	PEON		hh	3.1788	11.86	37.70
						<b>58.84</b>
<b>Materiales</b>						
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bts	0.2500	14.32	3.58
0201030004	ACEITE PARA MOTOR SAE-30		gal	0.0002	57.00	0.01
0234000000	GASOLINA 84 OCTANOS		gal	0.0060	11.62	0.07
0253010003	GRASA MULTIPLE EP		lb	0.0004	5.51	
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"		m <sup>3</sup>	0.0400	41.00	1.64
0205010004	ARENA GRUESA		m <sup>3</sup>	0.0250	35.00	0.88
0239050000	AGUA		m <sup>3</sup>	0.0090	5.60	0.05
						<b>6.23</b>
<b>Equipos</b>						
0349100022	MEZCLADORA DE CONCRETO T. TAMBOR 23 HP 11-12 p3		hm	0.3974	29.83	11.85
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		58.94	2.95
						<b>14.80</b>

Partida	03.02.02	(909802040105-0403004-08)	PAÑETE SUELO - CEMENTO TALUD DE CORTE $e=0.05$ m	Costo unitario directo por:	m <sup>2</sup>	24.52
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ		hh	0.0832	16.65	1.39
0147010002	OPERARIO		hh	0.3326	15.14	5.04
0147010004	PEON		hh	0.3326	11.86	3.94
						<b>10.37</b>
<b>Materiales</b>						
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bts	0.2500	14.32	3.58
0201030004	ACEITE PARA MOTOR SAE-30		gal	0.0002	57.00	0.01
0234000000	GASOLINA 84 OCTANOS		gal	0.0060	11.62	0.07
0253010003	GRASA MULTIPLE EP		lb	0.0004	5.51	
0239050000	AGUA		m <sup>3</sup>	0.0090	5.60	0.05
						<b>3.71</b>
<b>Equipos</b>						
0349100022	MEZCLADORA DE CONCRETO T. TAMBOR 23 HP 11-12 p3		hm	0.3326	29.83	9.92
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		10.37	0.52
						<b>10.44</b>

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0403004 ALTERNATIVA N°004

Partida	03.02.03	(909802040103-0403004-03)	CONCRETO Fc = 140.00 Kg/cm2	Costo unitario directo por:			m3	449.32
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0147010001	CAPATAZ		hh	2.1053	16.65	35.05		
0147010002	OPERARIO		hh	2.1053	15.14	31.87		
0147010003	OFICIAL		hh	4.2105	13.16	55.41		
0147010004	PEON		hh	8.4211	11.86	99.87		
							<b>222.20</b>	
<b>Materiales</b>								
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bis	7.0000	14.32	100.24		
0201030004	ACEITE PARA MOTOR SAE-30		gal	0.0040	57.00	0.23		
0234000000	GASOLINA 84 OCTANOS		gal	0.1200	11.62	1.39		
0253010003	GRASA MULTIPLE MP		lb	0.0080	5.51	0.04		
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"		m3	0.8000	41.00	32.80		
0205010004	ARENA GRUESA		m3	0.5000	35.00	17.50		
0239050000	AGUA		m3	0.1800	5.60	1.01		
							<b>153.21</b>	
<b>Equipos</b>								
0349100022	MEZCLADORA DE CONCRETO T. TAMBOR 23 HP 11-12 p3		hm	2.1053	29.83	62.80		
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		222.20	11.11		
							<b>73.91</b>	
Partida	03.02.04	(909802040107-0403004-03)	ACABADO SEMIPULIDO - CUNETA	Costo unitario directo por:			m2	14.53
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0147010001	CAPATAZ		hh	0.1105	16.65	1.84		
0147010002	OPERARIO		hh	0.2210	15.14	3.35		
0147010003	OFICIAL		hh	0.4420	13.16	5.82		
							<b>11.01</b>	
<b>Materiales</b>								
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bis	0.1600	14.32	2.29		
0204000002	ARENA FINA PARA LECHO DE CUNETA		m3	0.0200	33.83	0.68		
							<b>2.97</b>	
<b>Equipos</b>								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		11.01	0.55		
							<b>0.55</b>	
Partida	03.03.01	(909802040204-0403004-05)	ACERO DE REFUERZO fy = 4200.00 Kg/cm2	Costo unitario directo por:			Kg	5.73
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0147010001	CAPATAZ		hh	0.0122	16.65	0.20		
0147010002	OPERARIO		hh	0.0601	15.14	0.91		
0147010003	OFICIAL		hh	0.0625	13.16	0.82		
0147010004	PEON		hh	0.0484	11.86	0.57		
							<b>2.50</b>	
<b>Materiales</b>								
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 18		kq	0.0500	4.07	0.20		
0203020003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60		kq	1.0000	2.86	2.86		
							<b>3.06</b>	
<b>Equipos</b>								
0349960005	CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO		hm	0.0246	2.00	0.05		
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.83	0.04		
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		1.67	0.06		
							<b>0.17</b>	

Fecha : 02/05/2012 06:34:49p.m.

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0403004 ALTERNATIVA N°004

Partida	03.03.02	(909802040306-0403004-03)	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE MADERA	Costo unitario directo por:		m2	56.42
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ		hh	0.2130	16.65	3.55	
0147010002	OPERARIO		hh	1.2250	15.14	18.55	
0147010003	OFICIAL		hh	1.2072	13.16	15.89	
0147010004	PEON		hh	0.6391	11.86	7.58	
<b>45.67</b>							
<b>Materiales</b>							
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8		kg	0.0790	4.07	0.32	
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg	0.1064	4.07	0.43	
0243040000	MADERA TORNILLO		p2	1.0787	5.40	5.82	
0244030017	TRIPLAY DE 4' X 8' X 12 mm		pl	0.0333	60.00	2.00	
<b>8.57</b>							
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO				
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO				
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		18.20	0.91	
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		27.35	1.37	
<b>2.28</b>							
Partida	03.03.03	(909802080106-0403004-05)	ENCOFRADO METALICO PERMANENTE	Costo unitario directo por:		m2	291.83
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147000029	SOLDADOR		hh	3.8814	15.14	58.76	
0147010001	CAPATAZ		hh	0.2426	16.65	4.04	
0147010004	PEON		hh	3.8814	11.86	46.03	
<b>108.83</b>							
<b>Materiales</b>							
0229510002	ACETILENO		bln	0.0590	250.00	14.75	
0202300031	PERNO HEXAG.ROSCA CORRIENTE G-2 1"x1/4"		c	0.0270	4.72	0.13	
0256200008	ARANDELA ACERO GALVANIZADO 1/4"		c	0.0539	2.66	0.14	
0229550001	SOLDADURA CELLOCORD P (AWS E6010) 1/8"		kg	0.6514	12.71	8.28	
0229510001	OXIGENO		m3	1.1511	5.00	5.76	
0251010004	ANGULO DE ACERO LIVIANO DE 1 1/2" X 1 1/2" X 1/8" X 6 m		pza	1.2938	38.14	49.35	
0257000005	PLANCHA DE ACERO NEGRO LAC 3x1400x2500mm (1/8")		pza	0.2965	225.00	66.71	
<b>146.12</b>							
<b>Equipos</b>							
0348070020	EQUIPO DE CORTE Y SOLDEO (OXI-ACET)		hm	1.9407	7.50	14.56	
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		108.83	5.44	
<b>20.00</b>							
<b>Subcontratos</b>							
0402010005	SERVICIO DE ROLADO DE PLANCHAS		kg	11.1085	0.60	6.67	
0402010006	SERVICIO DE ROLADO DE PERFILES DE ACERO		pza	1.2938	1.00	1.29	
0402010003	SERVICIO DE PERFORACIONES PARA PERNOS		u	4.9596	2.00	9.92	
<b>17.88</b>							

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0403004 ALTERNATIVA N°004

Partida	03.03.04	(909802040108-0403004-05)	CONCRETO f <sub>c</sub> = 210.00 Kg/cm <sup>2</sup>	Costo unitario directo por:		m <sup>3</sup>	279.76
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ		hh	0.2846	16.65	4.74	
0147010002	OPERARIO		hh	0.9756	15.14	14.77	
0147010003	OFICIAL		hh	1.1610	13.16	15.28	
0147010004	PEON		hh	3.0895	11.86	36.64	
<b>71.43</b>							
<b>Materiales</b>							
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bts	9.2000	14.32	131.74	
0201030004	ACEITE PARA MOTOR SAE-30		gal	0.0040	57.00	0.23	
0234000000	GASOLINA 84 OCTANOS		gal	0.1200	11.62	1.39	
0253010003	GRASA MULTIPLE EP		lb	0.0080	5.51	0.04	
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"		m <sup>3</sup>	0.8000	41.00	32.80	
0205010004	ARENA GRUESA		m <sup>3</sup>	0.5000	35.00	17.50	
0239050000	AGUA		m <sup>3</sup>	0.1800	5.60	1.01	
<b>184.71</b>							
<b>Equipos</b>							
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"		hm	0.5691	5.40	3.07	
0349100022	MEZCLADORA DE CONCRETO T. TAMBOR 23 HP 11-12 p3		hm	0.5691	29.83	16.98	
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		71.43	3.57	
<b>23.62</b>							

Partida	03.03.05	(909802040109-0403004-04)	CONCRETO f <sub>c</sub> = 280.00 Kg/cm <sup>2</sup>	Costo unitario directo por:		m <sup>3</sup>	324.56
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ		hh	0.1510	16.65	2.51	
0147010002	OPERARIO		hh	1.0738	15.14	16.26	
0147010003	OFICIAL		hh	1.0738	13.16	14.13	
0147010004	PEON		hh	2.2819	11.86	27.06	
<b>59.96</b>							
<b>Materiales</b>							
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bts	13.0000	14.32	186.16	
0201030004	ACEITE PARA MOTOR SAE-30		gal	0.0125	57.00	0.71	
0234000000	GASOLINA 84 OCTANOS		gal	0.3750	11.62	4.36	
0253010003	GRASA MULTIPLE EP		lb	0.0250	5.51	0.14	
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"		m <sup>3</sup>	0.8000	41.00	32.80	
0205010004	ARENA GRUESA		m <sup>3</sup>	0.5000	35.00	17.50	
0239050000	AGUA		m <sup>3</sup>	0.1800	5.60	1.01	
<b>242.68</b>							
<b>Equipos</b>							
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"		hm	0.5369	5.40	2.90	
0349100022	MEZCLADORA DE CONCRETO T. TAMBOR 23 HP 11-12 p3		hm	0.5369	29.83	16.02	
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		59.96	3.00	
<b>21.92</b>							

Partida	04.01	(909802070101-0403004-15)	SISTEMA DE VENTILACION E ILUMINACION	Costo unitario directo por:		g/b	760.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Materiales</b>							
0211010087	REFLECTOR ALUMINIO FUNDIDO LUZ HALOGENA 500 W		u	2.0000	100.00	200.00	
<b>200.00</b>							
<b>Equipos</b>							
0349010034	COMPRESORA 250 P.C.M.		hm	112.0000	5.00	560.00	
<b>560.00</b>							

Fecha : 02/05/2012 06:34:49p.m.

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0403004 ALTERNATIVA N°004

Partida	04.02	(909802070101-0403004-16)	PROTECCION FRENTE DE EXCAVACION	Costo unitario directo por:		gib	4,749.44
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ		hh	7.0000	16.65	116.55	
0147010002	OPERARIO		hh	56.0000	15.14	847.84	
0147010003	OFICIAL		hh	56.0000	13.16	736.96	
						1,701.35	
<b>Materiales</b>							
0083	PLANCHA ACERO NEGRO LAC 20.0mm X 1.22m X 2.40 m (3/4")		pl	2.0000	1,376.51	2,753.02	
						2,753.02	
<b>Equipos</b>							
0349140032	PUNTAL METALICO TELESCOPICO # 4		d	7.0000	30.00	210.00	
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		1,701.35	85.07	
						295.07	

Partida	04.03	(909802070101-0403004-17)	INSPECCION TECNICA DE OBRA	Costo unitario directo por:		gib	349.65
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ		hh	20.0000	16.65	333.00	
						333.00	
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		333.00	16.65	
						16.65	

Partida	04.04	(909802070102-0403004-04)	TAPAR INGRESO Y SALIDA DE TUNEL	Costo unitario directo por:		gib	300.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Subcontratos</b>							
0401040002	SC TAPAR INGRESO Y SALIDA DE TUNEL		gib	1.0000	300.00	300.00	
						300.00	

Partida	04.05	(909802070101-0403004-18)	LIMPIEZA GENERAL DE OBRA	Costo unitario directo por:		gib	1,423.60
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ		hh	4.5000	16.65	74.93	
0147010004	PEON		hh	108.0000	11.86	1,280.88	
						1,355.81	
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		1,355.81	67.79	
						67.79	

## **ANEXO N°03:**

# MEYCO<sup>®</sup> TCC 735

05/2009

## Chloride-free liquid concrete improver - Admixture for the MEYCO TCC (Total Consistency Control) system

### Product description

MEYCO TCC 735 is a chloride-free, multi-purpose liquid admixture which enhances the quality of sprayed concrete in both the plastic and hardened state.

The unique composition of MEYCO TCC 735 ensures better hydration of the cement. As a result, initial shrinkage is substantially reduced, bonding characteristics are enhanced, and both density and compressive strength are increased.

The concrete improver MEYCO TCC 735 has been tested with good results both in laboratories and on jobsites. Comprehensive investigation programmes were carried out in Norway (SINTEF), Switzerland (LPM Institute), Austria (University of Innsbruck, BMI) and internal BASF laboratories.

### Fields of application

- All types of wet-mix sprayed concrete applications
- Cast concrete
- Pumped concrete
- MEYCO TCC system
- Concrete with low cement content
- Concrete with deficient grading or low content of fines
- Casting/spraying in hot climates

### Packaging

MEYCO TCC 735 is supplied in 25 litre pails or in 200 kg drums.

### Features and benefits

- No external curing agent necessary
- Maximized cement hydration
- Reduced initial shrinkage
- Improved bond between layers and to substrate
- Improved workability and pumpability
- Increased density and final strengths
- Reduced permeability

### Compatibility

MEYCO TCC 735 is compatible with all types of cements, microsilica and pozzolanic materials. The product should always be used in combination with POZZOLITH 322 N, GLENIUM 51, GLENIUM T 801, T 803, T 804, T 805, T 807 and GLENIUM TC 1303

MEYCO TCC 735 should not be used in combination with superplasticizers or other admixtures containing sulphonated naphthalene, as this could cause instant loss of workability. Please consult your local MEYCO representative for further advice.

### Technical data

Form	Liquid
Colour	Milky white
Density at +20 °C	0.9 ± 0.1
pH value	8-10
Viscosity at +20 °C	150±25 mPa.s
Solubility in water	Total
Chloride content	<0.1%

### Mixing

MEYCO TCC 735 must be stirred well before use, best achieved by rolling the drums. The product is ready to use and is dispensed together with the mixing water, through normal admixture dispensers together with the mixing water, through normal admixture dispensers. For best effect, MEYCO TCC 735 should be added to the mix with the last 20 % of the mixing water

### Dosage

MEYCO TCC 735 is dispensed at the standard rate of 5 kg per m<sup>3</sup> of concrete, independent of the dosage of the cement. However, specific job conditions may require a higher or lower dosage and this should be determined by trials.

### Storage

The storage temperature for MEYCO TCC 735 is between +5 °C and +50 °C. The product must not freeze. If stored in tightly closed containers and under the above conditions, MEYCO TCC 735 has a shelf life of at least 6 months.

## Safety precautions

This product contains components which may cause irritation. Avoid contact with the skin. If eye contact occurs, wash thoroughly with water and seek medical advice.

For further information refer to Material Safety Data Sheet.

The information given here is true, represents our best knowledge and is based not only on laboratory work but also on field experience. However, because of numerous factors affecting results, we offer this information without guarantee and no patent liability is assumed. For additional information or questions, please contact your local representative.

### Headquarter:

**BASF Construction Chemicals Europe Ltd**  
MEYCO Global Underground Construction  
Vulkanstrasse 110  
8048 Zurich, Switzerland

Phone +41 58 958 22 11  
Fax +41 58 958 32 46

For more information: Visit us: [www.meyco.basf.com](http://www.meyco.basf.com) Contact us: [meyco.ugc@basf.com](mailto:meyco.ugc@basf.com)

# BASF

The Chemical Company

## RHEOMAC® SF100

Aditivo mineral, microsílíce compactada

### DESCRIPCION

RHEOMAC SF100 es un aditivo mineral de microsílíce compactada en polvo formulado para producir concreto o mortero extremadamente fuerte y durable con características especiales de desempeño. Maximiza la vida de uso del concreto proporcionando una resistencia superior al ataque de elementos ambientales dañinos. Cumple con los requerimientos de la especificación ASTM C 1240 "Especificación Estándar para Microsílíce usada en Concreto y Mortero para Cemento Hidráulico"

### USOS RECOMENDADOS

- Estructuras de concreto reforzado con acero o aplicaciones de shotcrete vía húmeda expuestos a sales para deshielo o del aire
- Estructuras de estacionamiento, puentes, estructuras marinas, minas y túneles
- Cualquier proyecto de construcción que requiera la protección que da un concreto altamente durable y de baja permeabilidad
- Proyectos que requieran un concreto de alta resistencia/ alto desempeño para reducir el tamaño del elemento, incrementar la longitud del tramo, mejorar los costos estructurales y cumplir otros requerimientos estructurales de alto desempeño.

### CARACTERÍSTICAS

- Mayor cohesividad
- Menor exudación
- Desempeño mejorado

### BENEFICIOS

- Mayor vida útil

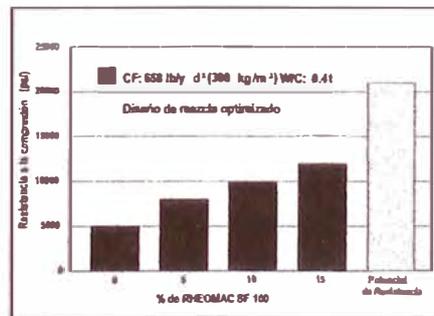
- Mayor resistencia y módulo de elasticidad
- Menor permeabilidad aumentando la durabilidad
- Mayor resistencia a los sulfatos
- Mejor resistencia a la reactividad de sílice alcalina

### CARACTERÍSTICAS DE DESEMPEÑO

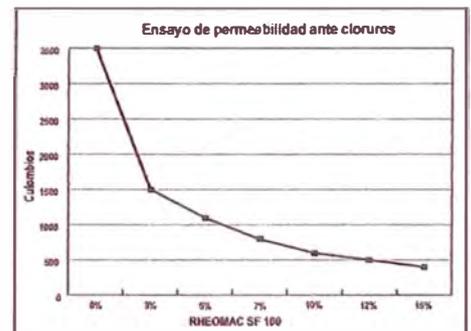
#### Permeabilidad

RHEOMAC SF 100 es un material de micro-llenado que físicamente llena los espacios entre las partículas de cemento; disminuye dramáticamente la permeabilidad y reduce el tamaño y número de capilares que permiten la entrada de contaminantes a la matriz.

Ensayo sobre resistencia a la compresión típica



Permeabilidad rápida ante cloruros



#### Resistencias a Compresión

Siendo una pozolana, la microsílíce RHEOMAC SF 100 reacciona químicamente dentro de la matriz cementicia para incrementar la cantidad del silicato de calcio hidratado (gel CSH) que se forma. El gel de CSH es el agente adherente que mantiene unida la matriz de una mezcla cementicia en su estado endurecido. El gel adicional de CSH incrementa la resistencia y disminuye la permeabilidad.

#### Gravedad específica

RHEOMAC® SF 100 tiene una gravedad específica de 2.2

Master  
Builders



The Chemical Company

## APLICACION

### Dosificación

Se recomienda usar RHEOMAC SF100 para aplicaciones de concreto o concreto lanzado vía húmeda en un rango de dosificación de 5 a 15% por peso de material cementicio.

### Mezclado

Para el concreto y shotcrete por vía húmeda, RHEOMAC SF100 se dosifica y adiciona en la planta productora de cemento en forma similar al cemento u otros materiales cementicios como son las cenizas voladoras. Puede adicionarse a una mezcladora central o del camión. Siga el procedimiento indicado en la especificación ASTM C 94, Especificación Estándar para Concreto Premezclado o haga referencia a la Guía del Usuario para Concretos con RHEOMAC SF 100 para instrucciones especiales de dosificación y mezclado.

## RECOMENDACIONES

### Corrosividad

No contiene Cloruros, No Corrosivo

El aditivo de microsílíce RHEOMAC SF100 no iniciará o promoverá la corrosión del acero reforzado embebido en el concreto o mortero. Ni el cloruro de calcio ni otros ingredientes con cloruros son usados en la manufactura de RHEOMAC SF 100.

### Compatibilidad

RHEOMACSF100 puede usarse con los cementos Pórtland aprobados de conformidad con las especificaciones ASTM, AASHTO o CRD.

Es compatible con la mayoría de los aditivos para concreto, incluyendo todos los aditivos de BASF Construction Chemicals. Se recomienda usar RHEOMAC SF100 con aditivos reductores de agua de alto rango como de la línea GLENIUM para obtener una máxima manejabilidad a la vez de mantener una baja relación agua: materiales cementicios.

## ALMACENAMIENTO

RHEOMAC SF100 tiene una vida útil de 24 meses como mínimo. Dependiendo de las condiciones de almacenamiento, la vida útil puede ser mayor. El material envasado puede almacenarse indefinidamente en un área seca.

RHEOMAC SF100 se almacena, maneja y surte en forma similar al cemento o cenizas voladoras. Puede almacenarse en silos cuando está a granel. Refiérase a la Guía del Usuario de Concreto con Microsílíce RHEOMAC SF 100 cuando requiera información sobre el ajuste adecuado para el bombeo y manejo de microsílíce dentro de los silos.

## EMPAQUE

RHEOMAC SF100 se suministra en sacos triturables de 11.6 kg (25 lb), super sacos de 907 kg (2000 lb) o a granel.

## SEGURIDAD

Consulte la Hoja de Datos de Seguridad (MSDS) para este producto.

Para información adicional sobre este producto, consulte a su representante local de BASF.

*BASF Construction Chemicals es líder en el suministro de aditivos innovadores para concreto de especialidad usado en los mercados de premezclado, prefabricados, productos manufacturados de concreto, construcción subterránea y pavimentos. Los productos de la respetada marca Master Builders se usan para mejorar la colocación, bombeabilidad, acabado, estética y características de desempeño del concreto.*

### BASF Construction Chemicals

23700 Chagrin Blvd  
Cleveland, OH, USA, 44122  
1-216-839-7550

<b>México</b> 55-5899-3984 <a href="http://www.basf-cc.com.mx">www.basf-cc.com.mx</a>	<b>Guadalajara</b> 33-3811-7335	<b>Monterrey</b> 81-8335-4425	<b>Mérida</b> 999-925-6127	<b>Tijuana</b> 664-686-6655
<b>Costa Rica</b> 506-2440-9110 <a href="http://www.centroamerica.basf-cc.com">www.centroamerica.basf-cc.com</a>	<b>Panamá</b> 507-300-1360	<b>Puerto Rico</b> 1-787-258-2737 <a href="http://www.caribbean.basf-cc.com">www.caribbean.basf-cc.com</a>	<b>Rep. Dominicana</b> 809-334-1026 <a href="http://www.basf-cc.com.do">www.basf-cc.com.do</a>	



The Chemical Company

## DELVO® Stabilizer

Aditivo para control de la hidratación

### USOS RECOMENDADOS

- Concreto bombeado, lanzado vía húmeda y el colocado en forma convencional
- Concreto normal, reforzado, prefabricado, pretensado, de peso ligero y normal
- Estabilización de agua de lavado del concreto
- Estabilización del concreto plástico devuelto
- Estabilización del concreto recién dosificado para largos trayectos
- Cementos Pórtland aprobados según las especificaciones de AASHTO y CRD

### DESCRIPCION

DELVO Stabilizer es un aditivo líquido, listo para usarse para producir un concreto de alto desempeño más uniforme y predecible. Retarda el tiempo de fraguado controlando la hidratación del cemento Pórtland y otros materiales cementicios a la vez de facilitar las operaciones de colocación y acabado.

### VENTAJAS

- Cumple con la especificación ASTM C 494 para aditivos retardantes tipo B y aditivos reductores de agua y retardantes tipo D.
- Mayor resistencia a compresión y flexión
- Durabilidad relativa al daño por ciclos de congelación y deshielo- muy por encima de los estándares industriales
- Reducción de contenido de agua requerido para una manejabilidad determinada
- Mejor manejabilidad y menor segregación
- Flexibilidad en la programación de las operaciones de colocación y terminado
- Contrarresta los efectos de la pérdida del asentamiento durante retrasos extensos entre el mezclado y la colocación
- Reduce el desperdicio asociado con el agua de lavado y el concreto fresco devuelto

### CARACTERISTICAS DE DESEMPEÑO

#### Velocidad de fraguado

La temperatura de la mezcla de concreto y la temperatura ambiente (encofrados, suelo, refuerzos, aire, etc) afectan la velocidad de fraguado del concreto. A mayor temperatura, el concreto endurece más rápidamente lo cual puede causar problemas en la colocación y el terminado. Una de las funciones de DELVO Stabilizer es retrasar el fraguado del concreto. Por lo general prolongará los tiempos de fraguado y manejabilidad en aproximadamente 1 a 5 horas para los rangos normales de dosificación del concreto que contenga cemento Pórtland normal, cenizas voladoras, escoria y microsílíce, en comparación con el concreto sin aditivo. Esto depende de los materiales y temperaturas de la obra. Deberán hacerse mezclas de prueba con los materiales de producción acercándose lo más posible a las condiciones de la obra para determinar la dosificación correcta.

#### Resistencia a Compresión

El concreto fabricado con DELVO Stabilizer desarrolla mayores resistencias iniciales (24 horas) y finales que el concreto sin aditivo cuando se utiliza dentro del rango de dosificación recomendada y bajo condiciones de curado normales comparables.

Cuando DELVO Stabilizer se usa en concreto curado con calor, el período de precalentamiento debe ser incrementado





## The Chemical Company

hasta alcanzar el curado inicial del concreto. El período real de curado con calor puede reducirse posteriormente para mantener los ciclos de producción existentes sin tener que sacrificar las resistencias iniciales o finales.

### APLICACION

#### Dosificación

El rango de dosificación recomendado para DELVO® Stabilizer es de 260 ± 65 ml/100 kg (4 ± 1 oz fl/100 lb) de cemento para la mayoría de las mezclas de concreto que utilizan ingredientes ordinarios de concreto. Sin embargo, debido a las variaciones de las condiciones de la obra y de los materiales de concreto, se podrán requerir rangos de dosificación diferentes a los recomendados. En tales casos, contacte a su representante local de BASF. Para la estabilización del agua de lavado del concreto y del concreto devuelto, utilice las gráficas DELVO® o el programa de cómputo Delvomatica para determinar los rangos adecuados de dosificación.

### RECOMENDACIONES

#### Corrosividad

No corrosivo, No contiene cloruros

DELVO Stabilizer no iniciará o promoverá la corrosión del acero reforzado en el concreto. Este aditivo no contiene cloruro de calcio o ingredientes a base de cloruros adicionados intencionalmente.

#### Compatibilidad

Se recomienda usar DELVO Stabilizer y un aditivo inclusor de aire de BASF Construction Chemicals cuando se necesite obtener un concreto resistente a los ciclos de congelación y deshielo. Puede usarse en concreto blanco, de color y arquitectónico. Cuando se usa con otros aditivos, cada aditivo deberá adicionarse a la mezcla en forma separada.

#### Temperatura

Si se llega a congelar DELVO Stabilizer, funda a 2°C (35°F) o a una temperatura mayor y reconstituya el producto por completo con agitación mecánica ligera.

No use aire presurizado para agitar.

### ALMACENAMIENTO

DELVO Stabilizer tiene una vida útil de 12 meses como mínimo. Dependiendo de las condiciones de almacenamiento, la vida útil puede ser mayor.

### EMPAQUE

DELVO Stabilizer se suministra en tambores de 208 l (55 gal), en bolsas de 1041 l (275 gal) y a granel.

### SEGURIDAD

Consulte la Hoja de Datos de Seguridad (MSDS) para este producto.

Para información adicional sobre este producto o para su uso en el desarrollo de mezclas de concreto con características especiales de desempeño, consulte a su representante local de BASF Construction Chemicals. Consulte también a las correspondientes hojas de datos para las tres aplicaciones primarias del producto, todas disponibles a través de su representante local de BASF.

#### MBT Unicon S.A. - Peru

Jr . Placido Jiménez 630 - Cercado L-01, Lima, Perú  
Tel: 511- 385-0109 / Fax: 511- 385-2065

#### BASF Construction Chemicals Latin America

Argentina (54-34-8843-3000) Brasil (55-11-6108-5555) Chile (56-2-444-9760) Colombia (57-1-321-7210) Costa Rica (506-440-9110) Ecuador (593-2-256-6011) México (52-55-2122-2200) Perú (511-385-0109) Puerto Rico (787-258-2737) Rep Dominicana (809-957 9303) Venezuela (58-212-762-5471)



The Chemical Company

## MEYCO® MS685

Suspensión de nanosilíce precipitada

### USOS RECOMENDADOS

- Concreto bombeado
- Concreto expuesto frecuentemente a la humedad
- Concreto arquitectónico
- Concreto de altas prestaciones
- Concreto proyectado.
- Morteros de inyección
- Concreto autocompactante

### DESCRIPCION

MEYCO MS 685 es una mezcla líquida basada en una suspensión de nanosilíce amorfa. Estas partículas ultrafinas empiezan a reaccionar tan pronto como se incorporan en la mezcla. La textura del slurry es similar a la de la pasta de cemento y crea un mineral microscópico estable.

MEYCOMS 685 ES Muy efectivo en combinación con cenizas volantes. Esta mezcla proporciona una mejor cohesión, menor porosidad e incrementa la compacidad de la mezcla. La base del material es una suspensión de nanosilíce amorfa.

### CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS

El precipitado de sílice amorfa empieza a reaccionar con carácter puzolánico tan pronto como es incorporado en la mezcla de cemento. En consecuencia, proporciona textura a la pasta. Debido a la mejora de textura, mejora la reología de la mezcla de concreto (o mortero) y evita la migración del agua (efecto retenedor de agua).

- Mejora la cohesión
- Reduce la presión de bombeo
- Reduce la tendencia de segregación de la mezcla
- Reduce la porosidad y la permeabilidad
- Mejora la calidad del concreto
- Corrige el defecto de finos en la curva granulométrica
- Mejora el acabado superficial. Excelente rendimiento con cenizas volantes

### APLICACIÓN

#### Modo de utilización

MEYCO MS 685 se incorpora en la mezcla con el agua de amasado o al final de la adición de ésta, después de un premezclado. No debe añadirse a la mezcla seca.

#### Dosificación

MEYCO MS 685 se usa a dosificación entre el 0.5 - 5% sobre peso de cemento. La dosificación varía de acuerdo con la cantidad de finos en la mezcla y en función de la reología requerida por la aplicación. Deben realizarse ensayos previos para determinar la oportuna dosificación.

#### Limpieza de herramientas

Las herramientas o equipos sucios de MEYCO MS 685 pueden limpiarse con agua preferiblemente caliente.

### RECOMENDACIONES

- No emplear dosificaciones inferiores ni superiores a las recomendadas sin previa consulta a su representante local BASF.
- Se recomienda la realización de ensayos previos a la utilización del producto.
- No añadir más agua sobre el mortero que pierda su consistencia ni reamasar.
- Consulte la compatibilidad entre aditivos antes de su utilización.



# BASF

The Chemical Company

## PROPIEDADES

Aspecto físico	Líquido blanco
pH, 20°C	10 ± 1
Gravedad específica, 20°C	1.134 ± 0.03
Viscosidad, 20°C	<30 cps
Brookfield, Sp 00/100 rpm	
Cloruros	< 0.1%

Los datos técnicos reflejados son fruto de resultados estadísticos y no representan mínimos garantizados.

## ALMACENAMIENTO

Mantener el producto por encima de los 5° C y protegido de la incidencia directa del sol en sus envases originales correctamente cerrados. El producto se almacena hasta 6 meses si se almacena correctamente.

## EMPAQUE

MEYCO MS 685 se suministra en tambores de 208 l (55 gal) y en tanques de 1040 l (275 gal).

## SEGURIDAD

Para su manipulación deberán observarse las medidas preventivas usuales para el manejo de productos químicos, por ejemplo usar gafas y guantes. Lavarse las manos antes de una pausa y al final del trabajo. No fumar, comer ni beber durante la aplicación.

La eliminación del producto y su envase debe realizarse según la legislación vigente y es responsabilidad del poseedor final. No es un producto de mercancía peligrosa por carretera.

Para información adicional, consulte la Hoja de Seguridad del Material (MSDS), o a su representante local de BASF.

### BASF Construction Chemicals

23700 Chagrin Blvd  
Cleveland, OH, USA, 44122  
1-216-839-7550

<b>México</b> 55-5899-3884 <a href="http://www.basf-cc.com.mx">www.basf-cc.com.mx</a>	<b>Guadalajara</b> 33-3811-7335	<b>Monterrey</b> 81-8335-4425	<b>Merida</b> 999-925-6127	<b>Tijuana</b> 664-686-6655
---	------------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	--------------------------------

<b>Costa Rica</b> 506-2440-9110 <a href="http://www.centroamerica.basf-cc.com">www.centroamerica.basf-cc.com</a>	<b>Panamá</b> 507-300-1360 <a href="http://www.basf-cc.com">www.basf-cc.com</a>	<b>Puerto Rico</b> 1-787-258-2737 <a href="http://www.caribbean.basf-cc.com">www.caribbean.basf-cc.com</a>	<b>Rep. Dominicana</b> 809-334-1026 <a href="http://www.basf-cc.com.do">www.basf-cc.com.do</a>
--	---	--	--



The Chemical Company

## MEYCO® SA160

Acelerante líquido, libre de álcali, de alto desempeño para shotcrete

### USOS RECOMENDADOS

- Soporte temporal y permanente de rocas en túneles
- Soporte de rocas en proyectos de minería subterránea
- Pisos en malas condiciones
- Estabilización de declives
- Aceleración de grouts cementicios, como los que se usan en los revestimientos de túneles por máquinas perforadoras de túneles (TBM), inyección subterránea de cemento, y relleno de concreto en espuma

### DESCRIPCION

MEYCO SA160 es un acelerante libre de álcali, de alto desempeño para concreto proyectado o shotcrete. Es un aditivo líquido cuya dosificación puede variarse para obtener los tiempos de endurecimiento y fraguado deseados. Es adecuado para todas las aplicaciones donde se requieren capas gruesas con una resistencia inicial alta, y buena resistencia final.

### VENTAJAS

Por su rápido fraguado se logra el avance rápido de la obra y la formación de revestimientos gruesos de shotcrete, aplicándolo por capas en una misma secuencia.

- Permite el desarrollo de una resistencia inicial continua, a la vez de alcanzar una resistencia y durabilidad excelentes en el largo plazo.
- Fácil de manejar y dosificar en forma precisa.
- Muy bajo desprendimiento de polvo y por lo tanto, crea un ambiente de trabajo saludable
- Mejora la seguridad laboral ya que no es agresivo, reduce el impacto ambiental y disminuye los costos de manejo.

### FORMA DE APLICACION

#### Preparación de la superficie

El sustrato debe estar limpio, sin material suelto y de preferencia húmedo.

### Dosificación

La dosificación de MEYCOSA 160 depende de la temperatura del concreto, aire y sustrato. Otro factor importante que influye en la dosificación es la reactividad del cemento. Dependiendo en el tiempo requerido de fraguado y resistencia temprana, el consumo del aditivo MEYCOSA160 normalmente fluctúa entre 4-8% del peso del bacheo. Sobredosis de > 10% pueden resultar en una disminución de resistencia final.

Para todos los casos se recomienda realizar pruebas preliminares para verificar el fraguado y la resistencia a las 24 horas de los cementos que se utilizarán en el proyecto.

### Aplicación

MEYCO SA160 se dosifica en la boquilla. Como MEYCO SA 160 es una suspensión por lo que no todas las bombas de proyección funcionarán de forma apropiada. Para asegurar una dosificación constante y precisa, asegurando la calidad del concreto proyectado, recomendamos la utilización de las siguientes bombas de dosificación:

- Mono bombas (bombas de tomillo)
- Bombas peristálticas tipo Bredel
- MEYCO® Dosa

Puede ser usada también con

- Bombas de membrana
- MEYCO® Mix
- Bombas de engranaje





The Chemical Company

No se debe usar con:

- Bombas de pistón
- Bombas con válvulas de globo y asiento
- Tanques presurizados
- Bombas de engranajes

Nota: No utilice filtros en la línea de succión, ya que pueden causar taponamiento. Preferiblemente el material se debe extraer del fondo del tambor/ contenedor.

### Limpieza

Antes de utilizar MEYCO® SA160, el equipo de dosificación y demás partes del sistema se deben limpiar por completo con abundante agua. El no hacerlo provoca taponamientos en el sistema. Asegúrese de que todos los operadores involucrados en la operación estén bien informados.

### RECOMENDACIONES

#### Compatibilidad

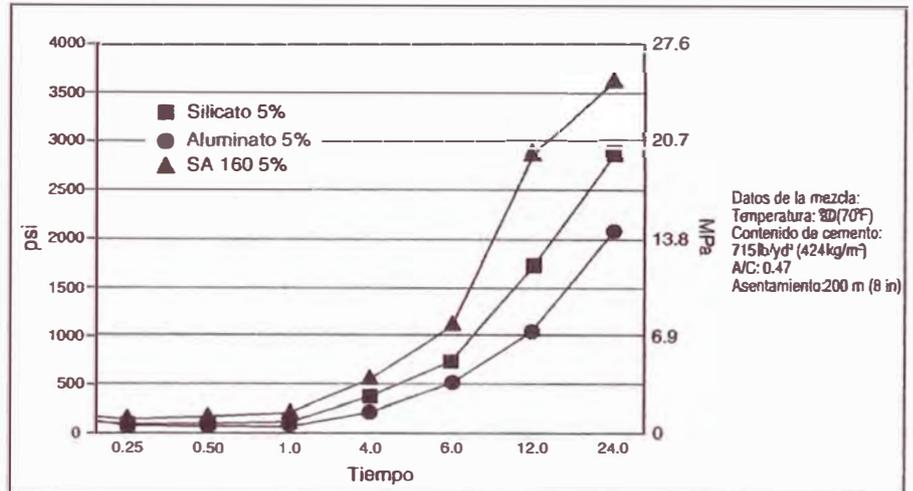
No mezcle MEYCO SA 160 con otros aceleradores que no sean de BASF, ya que esto causará inmediato taponamiento de los equipos de dosificación.

### DATOS TECNICOS

Forma	Líquida
Color	Beige
Densidad, 20°C	1.43 ± 0.03
pH (1:1 solución acuosa)	2.5 - 3
Viscosidad	
Haake Sp 1, 20°C (1)	> 450 ± 50 MPa.s
Estabilidad térmica	5°C - 35°C
Contenido de Cloruros	< 0.1%

(1) Depende del grado de agitación y temperatura del producto

### Resistencia a la Compresión



### EMPAQUE

MEYCO SA160 se suministra en tambores de 280 Kg, baldes de 25 Kg y contenedores de 1250 Kg.

### ALMACENAMIENTO

MEYCO SA160 debe almacenarse mínimo a 5°C (45°F) y máximo a 35°C (95°F), en contenedores cerrados de plástico, fibra de vidrio o acero inoxidable. No debe almacenarse en contenedores metálicos convencionales, puesto que el pH del producto induce corrosión que puede afectar su desempeño.

Después de un almacenamiento prolongado recomendamos que MEYCO SA160 sea siempre reconstituido mediante agitación mecánica o recirculación. No se debe utilizar aire comprimido.

Los contenedores abiertos permitirán el contacto prolongado con el aire causando la formación de una película delgada y grumos que pueden bloquear el sistema acelerante.

Antes de usar cualquier producto que se haya congelado, consulte a su representante local BASF.

Si se almacena en su envase original bien cerrado, bajo las condiciones descritas arriba, tiene una vida útil de 3 meses, como mínimo.

### SEGURIDAD

#### Riesgos

MEYCO SA160 no contiene sustancias peligrosas que requieran un etiquetado especial. Sin embargo, se deben tomar las mismas precauciones a las indicadas para el uso y manejo de productos cementicios.

#### Precauciones

Mantenga fuera del alcance de los niños. Mantenga el recipiente cerrado cuando no se utilice. Evite el contacto con la piel, los ojos y la ropa. Lave sus manos perfectamente después de usar el producto. Use guantes protectores y lentes de protección. Debe seguir las



The Chemical Company

advertencias indicadas en la etiqueta hasta que el envase sea comercialmente limpiado y reacondicionado. No es inflamable.

#### Primeros auxilios

En el caso de contacto con los ojos, lave perfectamente con agua limpia por un mínimo de 15 minutos. Si hay contacto con la piel, lave el área afectada con agua y jabón. Si la irritación persiste, busque atención médica. Retire y lave la ropa contaminada.

Para mayor información, consulte la Hoja de Datos de Seguridad (MSDS) para este producto, o al representante local de BASF Construction Chemicals.

#### BASF Construction Chemicals Latin America

<b>Argentina</b> (54-34-8843-3000)	<b>Brasil</b> (55-11-6108-5555)	<b>Chile</b> (56-2-444-0760)	<b>Colombia</b> (57-1-321-7210)	<b>Costa Rica</b> (506-440-9110)	<b>Ecuador</b> (503-2-256-6011)	<b>México</b> (52-55-2122-2200)	<b>Perú</b> (511-385-0109)	<b>Puerto Rico</b> (787-258-2737)	<b>Rep Dominicana</b> (809-857 8903)	<b>Venezuela</b> (58-212-762-5471)
---------------------------------------	------------------------------------	---------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------	--------------------------------------	---	---------------------------------------

© Marca registrada de BASF Aktiengesellschaft  
© 2006 BASF Construction Chemicals Latin America

[www.basf-cc-la.com](http://www.basf-cc-la.com)

08/06  
MeycoSA160.pmd



The Chemical Company

## RHEOBUILD® 1000

Aditivo reductor de agua para producir concreto rheoplástico

### USOS RECOMENDADOS

- Concreto donde se desea una alta plasticidad, características de fraguado normal y desarrollo rápido de resistencias
- Aplicaciones de concreto pretensado, prefabricado y premezclado
- Aplicaciones de construcción subterránea civil y minera: shotcrete por vía húmeda o seca, grouts de alto desempeño, grouts de túneles y suspensiones de inyección

### DESCRIPCION

RHEOBUILD 1000 es un aditivo reductor de agua de alto-rango diseñado para producir concreto Rheoplástico. Este concreto fluye fácilmente manteniendo una alta plasticidad por tiempos más prolongados que el concreto superplastificado convencional. El concreto rheoplástico tiene la baja proporción agua: material cementicio del concreto sin asentamiento, dando excelentes propiedades de ingeniería (endurecimiento).

### VENTAJAS

#### En el concreto plástico

- Rango de plasticidad de 200 a 280 mm (8-11 in)
- Retención prolongada de asentamiento
- Tiempos de fraguado controlados
- Permite mezclas cohesivas sin segregación y mínima exudación de agua.

#### Para concreto endurecido

- Mayores resistencias iniciales en comparación con los superplastificantes convencionales
- Mayor resistencia final a compresión
- Mayor módulo de elasticidad
- Mejor resistencia de adhesión al acero
- Baja permeabilidad y alta durabilidad
- Menor retracción y deformación
- Integridad estructural del elemento terminado altamente confiable

### Otros

- Cumple con la especificación ASTM C 494 para aditivos reductores de agua tipo A y aditivos reductores de agua de alto-rango Tipo F
- Menos dependencia de energía de consolidación
- Menor costo de mano de obra y mayor productividad
- Permite cambios en las especificaciones de ingeniería ya que es factible aumentar los límites de caída libre del concreto fresco, los espesores de las coladas y temperaturas del concreto, así como ajustes económicos en las mezclas.

### CARACTERISTICAS DE DESEMPEÑO

#### Velocidad de endurecimiento

RHEOBUILD 1000 ha sido diseñado para producir características normales de fraguado para todo el rango de dosificación que se recomienda. El tiempo de fraguado del concreto depende de la composición física y química de los ingredientes básicos del concreto, la temperatura del concreto y las condiciones ambientales. Deben hacerse mezclas de prueba con los materiales de la obra para determinar la dosificación requerida para el tiempo de fraguado especificado y un requerimiento de resistencia determinado.

#### Manejabilidad

El concreto al que se ha adicionado RHEOBUILD® 1000 tiene la capacidad de mantener una condición rheoplástica de 200





The Chemical Company

a 280 mm (8 a 11 in) de asentamiento si así se requiere. La duración precisa para poder trabajar la mezcla no solo depende de la temperatura, sino también del tipo de cemento, materiales cementicios suplementarios, proporciones de la mezcla, la naturaleza de los agregados, el método de transporte y la dosificación.

## APLICACION

### Dosificación

El rango de dosificación recomendado para el RHEOBUILD 1000 es de 650-1600 ml/100 kg (10-25 oz fl/100 lb) de material cementicio dependiendo de la aplicación y de cuanto se desee incrementar el asentamiento y resistencia.

Las dosificaciones anteriores aplican a la mayoría de las mezclas de concreto que usan ingredientes típicos del concreto. Debido a las variaciones en las condiciones de la obra y de los materiales de concreto como la microsilica, se podrán requerir rangos de dosificación diferentes a los recomendados. En tales casos, contacte a su representante local de BASF.

### Mezclado

Ya que se incrementa la retención de asentamiento usando el aditivo RHEOBUILD 1000, éste se puede adicionar en la planta de premezclados. También puede adicionarse en la obra si se desea incrementar el asentamiento.

## RECOMENDACIONES

### Corrosividad

No corrosivo, no contiene cloruros

RHEOBUILD 1000 no iniciará o promoverá la corrosión del acero reforzado en el concreto, concreto pretensado o concreto colocado en sistemas de pisos y techos de acero galvanizado. No se utilizó cloruro de calcio ni ningún ingrediente a base de cloruros en la manufactura del aditivo RHEOBUILD 1000.

### Compatibilidad

RHEOBUILD 1000 puede utilizarse en combinación con la mayoría de los aditivos de BASF Construction Chemicals y en todo el concreto de color y arquitectónico. Cuando se usa con otros aditivos, cada aditivo deberá adicionarse a la mezcla en forma separada. RHEOBUILD 1000 no debe usarse con RHEOMAC® UW 450, RHEOMAC® VMA 358 o RHEOMAC® 450 VMA ya que pueden experimentarse comportamientos erráticos en asentamiento, extensión del asentamiento o capacidad de bombeo.

### Temperatura

Si se llega a congelar el RHEOBUILD 1000, eleve a una temperatura de 7°C (45°F) o mayor y reconstituya el producto por completo con una agitación mecánica ligera. No use aire presurizado para agitar.

## ALMACENAMIENTO

RHEOBUILD 1000 tiene una vida útil de 18 meses como mínimo. Dependiendo de las condiciones de almacenamiento, la vida útil puede ser mayor.

## EMPAQUE

RHEOBUILD 1000 se suministra en tambores de 208 l (55 gal), en tanques de 1040 l (275 gal) y a granel.

## SEGURIDAD

Consulte la Hoja de Datos de Seguridad (MSDS) para este producto.

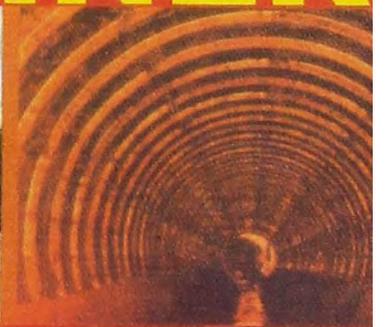
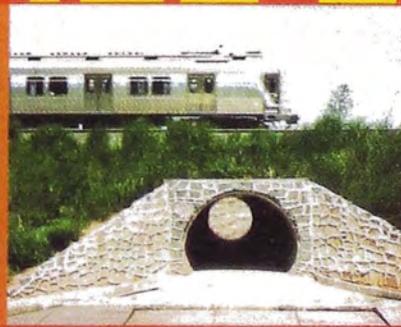
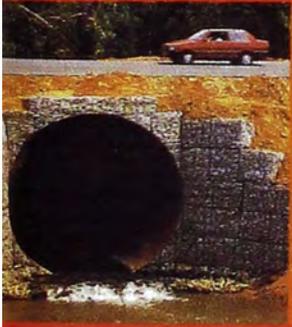
Para información adicional sobre este producto o para su uso en el desarrollo de mezclas de concreto con características especiales de desempeño, consulte a su representante local de BASF Construction Chemicals.

Ecuador										
Quito (256 6011)			Guayaquil (2110 957)			Cuenca (2848 437)				
BASF Construction Chemicals Latin America										
Argentina (54-34-8843-3000)	Brasil (55-11-6108-5555)	Chile (56-2-444-9760)	Colombia (57-1-321-7210)	Costa Rica (506-440-9110)	Ecuador (593-2-256-6011)	México (52-55-2122-2210)	Perú (511-385-0109)	Puerto Rico (787-258-2737)	Rep Dominicana (809-957 9303)	Venezuela (58-212-762-5471)

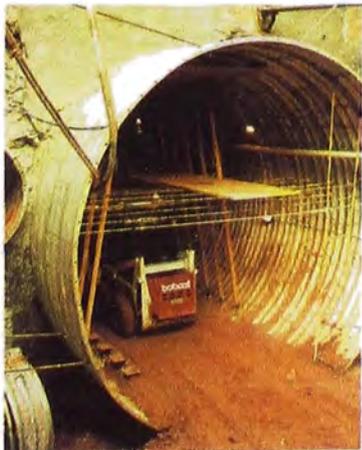
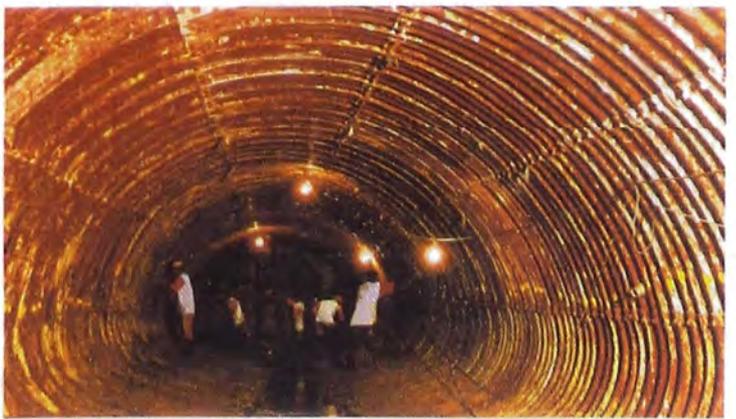
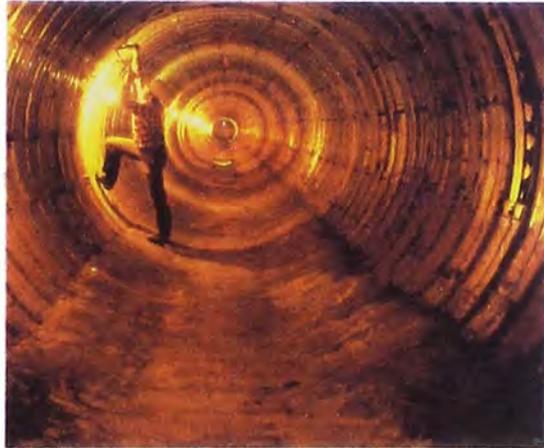
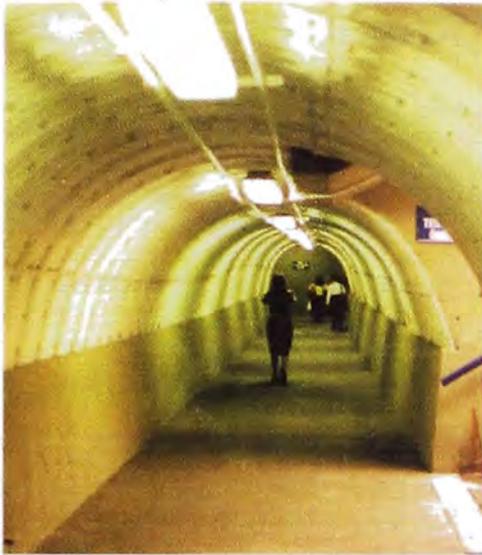


ESTRUCTURAS METÁLICAS

# TUNNEL LINER



Revestimientos de Túneles y Galerías



# TUNNEL LINER

## El sistema no destructivo

Ejecutar obras con vallas a cielo abierto en vías de alta densidad de tráfico, como calles, avenidas, rutas y ferrocarriles, causa grandes trastornos a un costo social importante: interrupción del tráfico, congestión en el tránsito, accidentes con peatones, dificultades de acceso a comercios, etc... Estos factores considerados, recomiendan optar por

el proceso no destructivo. ARMCO ha desarrollado con tecnología exclusiva, el sistema no destructivo TUNNEL LINER, largamente utilizado en millares de obras

Es la solución más simple, versátil, económica y segura para ejecución de túneles, sin interferir en el tráfico.

## Más versatilidad y mayor productividad

TUNNEL LINER es la solución ideal para la ejecución de túneles de pequeños y medianos diámetros (1,20 a 5,00m) en el diseño circular, y túneles con dimensiones variables en los diseños para vehículos y peatones, pudiendo ser instalados, con alta productividad, en la mayoría de los suelos.

## Ventajas del Tunnel Liner

La técnica ejecutiva de instalación del TUNNEL LINER, que emplea chapas de acero corrugado de fácil manejo, permite la excavación modular del suelo, con avances de 46cm. Al exponer un área reducida en función del largo, este sistema otorga gran seguridad en el manejo en el frente de excavación. Los riesgos de desmoronamiento del frente de excavación se pueden reducir empleando escudos metálicos de protección. Este traspasa la carga a puntales metálicos extensibles que se apoyan en pestañas de unión de las chapas. La simplificación del montaje, de rápida progresión,

otorga alta productividad al sistema. En cada nuevo segmento de túnel que se instala, es posible la excavación inmediata del anillo siguiente. Al ser un sistema de revestimiento de chapas de acero, el TUNNEL LINER permite la realización de perforaciones y adaptaciones dentro del túnel para conformarse a interferencias no catastradas o detectadas que pueden surgir durante la excavación. Estas características, que no se encuentran en otros sistemas, convierten la solución TUNNEL LINER en el proceso más económico, seguro y versátil para uso en obras de tunelización.

## APLICACIONES PRINCIPALES

A lo largo de varias décadas de obras subterráneas, con miles de km instalados en diversas regiones del mundo, se han ido desarrollando variables técnicas para instalación del TUNNEL LINER en la mayoría de los tipos de suelo, con variadas condiciones de utilización.

### Aplicaciones

- Galerías de drenaje y aguas pluviales;
- Redes de alcantarillado;
- Canalizaciones;
- Pasaje de vehículos / pedestres;
- Pasaje de cables de energía y telefonía;
- Pasaje de cañerías de agua y alcantarillado;
- Aplicaciones en metrovías;
- Aplicaciones diversas en minería.
- Reparación en obras de galerías obstruidas o deterioradas, donde la remoción de escombros se hace por dentro del TUNNEL LINER. El avance del túnel se realiza a medida que se va retirando la estructura antigua, hasta la conclusión de la nueva obra.

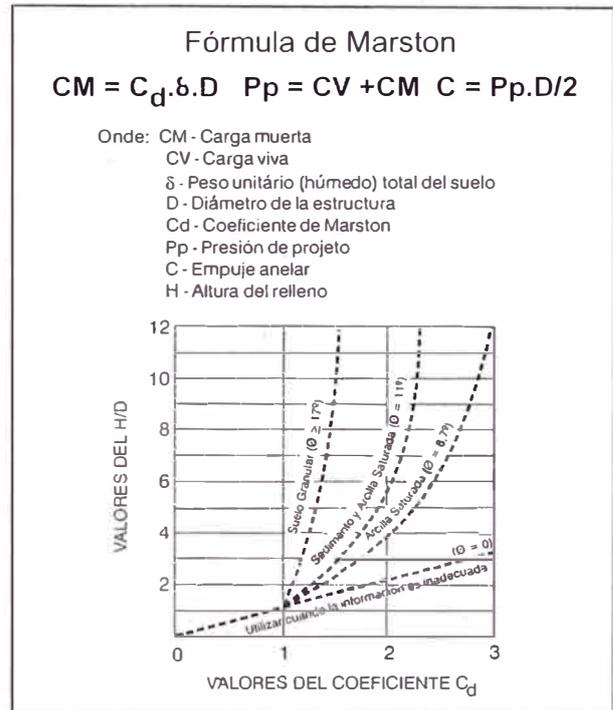
# CALCULO ESTRUCTURAL

La capacidad de soporte de estructuras flexibles, como TUNNEL LINER, es en función de la resistencia del área de acero y del confinamiento del suelo circundante, que impide deformaciones de la estructura. En esta condición, solo actúan esfuerzos de compresión en las chapas del TUNNEL LINER.

La carga que actúa sobre el TUNNEL LINER es función del tipo de suelo. En suelos granulares con poca o sin cohesión, la carga depende del ángulo de fricción interno del suelo y del diámetro del túnel.

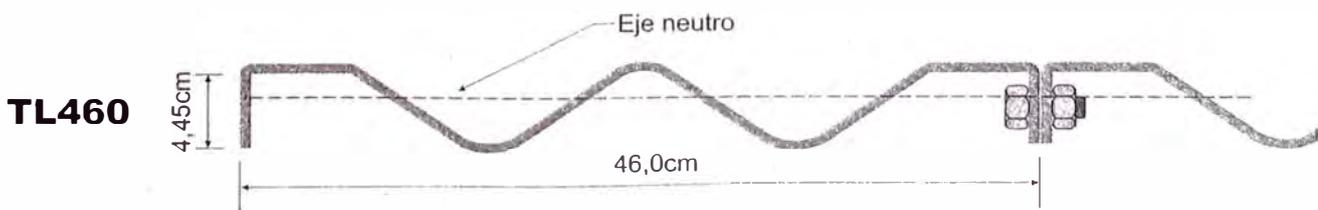
En suelos cohesivos, arcillosos o limo-arcillosos, la carga en el túnel depende de los esfuerzos de corte de la masa de suelo sobre el túnel.

La fórmula general para el cálculo de esfuerzos que actúan en el túnel, según el Manual AASTHO, divide las solicitaciones entre carga viva y carga muerta. La carga viva es en función del tipo y peso de los vehículos y de la profundidad del túnel. La carga muerta es en función del peso específico del suelo, la altura de recubrimiento y del coeficiente de reducción  $C_d$ , en la Fórmula de Martson, obtenido a través del gráfico adyacente:



A falta de información adecuada, debe adoptarse la peor hipótesis para el coeficiente  $C_d$ , tomando lo igual a  $H/D$ . De esta forma, la carga muerta que gravita en el túnel será igual al peso de la columna de suelo sobre el mismo. La tablas de altura máxima que aparecen en este catálogo fueron calculadas con esta consideración (fórmula) de peor hipótesis del suelo. En caso de existir informes previos del suelo en donde se realizará la instalación, consulte a ARMCO para utilizar espesores menores que los especificados en la tabla, o para condiciones que excedan de los límites presentados.

# SECCIONES TRANSVERSALES



# FORMAS GEOMETRICAS

TL CIRCULAR



TL BÓVEDA CAÑO



TL ELIPSE VERTICAL



TL ARCO



- Otras dimensiones y formas no circulares podrán ser proyectadas mediante consulta.

# DIMENSIONES

## TUNNEL LINER CIRCULAR

Diámetro (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	ALTURA DE TAPADA (m)												
			Mínima	Máxima											
				Carretera						Ferrocarriles					
				Espesor (mm)						Espesor (mm)					
			2,2	2,7	3,4	3,9	4,7	6,5	2,2	2,7	3,4	3,9	4,7	6,5	
1,20	1,13	3,77	1,20 *	9,00	12,90	15,50	22,10	26,50	41,00	8,50	12,90	15,50	22,10	26,50	41,00
1,40	1,54	4,40	1,20 *	7,70	11,00	13,40	18,90	22,70	35,40	6,90	11,00	13,40	18,90	22,70	35,40
1,60	2,01	5,03	1,20 *	6,70	9,60	11,60	16,60	19,90	30,00	6,10	9,60	11,60	16,60	19,90	30,00
1,80	2,54	5,65	1,50 *	6,00	8,60	10,30	14,70	17,70	27,50	4,20	8,00	10,30	14,70	17,70	27,50
2,00	3,14	6,28	1,50 *	5,40	7,70	9,30	13,20	15,90	24,80	-	6,90	9,00	13,20	15,90	24,80
2,20	3,80	6,91	1,80 **	4,90	7,00	8,40	12,00	14,50	22,50	-	6,20	7,90	12,00	14,50	22,50
2,40	4,52	7,54	1,90 **	4,50	6,40	7,70	11,00	13,20	20,60	-	4,90	7,00	11,00	13,20	20,60
2,60	5,31	8,17	2,10 **	4,10	5,90	7,10	10,20	12,20	19,00	-	4,10	6,40	10,20	12,20	19,00
2,80	6,16	8,80	2,20 **	3,80	5,50	6,60	9,40	11,30	17,70	-	-	5,50	9,20	11,30	17,70
3,00	7,07	9,42	2,30 **	3,60	5,10	6,20	8,80	10,60	16,50	-	-	4,70	8,30	10,60	16,50
3,20	8,04	10,05	2,40	-	4,80	5,80	8,30	9,90	15,40	-	-	-	7,80	9,90	15,40
3,40	9,08	10,68	2,50	-	4,50	5,40	7,80	9,30	14,60	-	-	-	7,00	9,10	14,60
3,60	10,18	11,31	2,60	-	4,30	5,10	7,30	8,80	13,70	-	-	-	6,60	8,30	13,70
3,80	11,34	11,94	2,70	-	4,00	4,90	6,90	8,30	13,00	-	-	-	6,20	7,80	13,00
4,00	12,57	12,57	2,80	-	-	4,60	6,60	7,90	12,40	-	-	-	5,10	7,20	12,40
4,20	13,85	13,19	2,90	-	-	-	6,30	7,50	11,80	-	-	-	4,80	6,80	11,80
4,40	15,21	13,82	3,00	-	-	-	6,00	7,20	11,20	-	-	-	-	6,40	11,20
4,60	16,62	14,45	3,10	-	-	-	-	6,90	10,70	-	-	-	-	6,10	10,70
4,80	18,10	15,08	3,20	-	-	-	-	6,60	10,30	-	-	-	-	5,50	10,30
5,00	19,63	15,71	3,30	-	-	-	-	6,30	9,90	-	-	-	-	4,80	9,90

\* En las estructuras indicadas, utilice espesor 2,7mm para tren tipo de ferrocarril.

\*\* En las estructuras indicadas, utilice espesor 3,4mm para tren tipo de ferrocarril.

- El producto se fabrica en módulos múltiples de 0,46m, acompañado de la bulonería necesaria para su montaje.
- Alturas máximas de tapada para carretera tren tipo H20 y ferrocarril tren tipo E80.
- Todas las dimensiones están sujetas a tolerancias de fabricación.
- Para otras formas geométricas no circulares, consulte ARMCO.

## DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO

Los tubos de acero corrugado, empleados en drenajes, usualmente se dimensionan como canales, utilizando la ecuación de Manning:

El coeficiente de rugosidad es en función del tamaño de la corrugación. Los valores medios son los de la siguiente tabla:

$$Q = A \times \left(\frac{A}{P}\right)^{\frac{2}{3}} \times \frac{\sqrt{i}}{n}$$

*Q = caudal (m<sup>3</sup>/s)*  
*A = área mojada (m<sup>2</sup>)*  
*P = perímetro mojado*  
*i = pendiente (m/m)*  
*n = coeficiente de rugosidad*

Corrugación	n
TUNNEL LINER	0,024
Revestimiento con concreto	0,015

## NORMAS TÉCNICAS

Las tablas que aparecen en este Catálogo fueron elaborados considerando las formas y materiales utilizados por ARMCO, en la fabricación de sus productos, de acuerdo con la AASHTO - American Association of State Highway and Transportation Officials, y AISI - American Iron and Steel Institute. Para el cálculo de alturas de tapada que aparecen en las tablas, fueron considerados los procedimientos de cálculo recomendados en la sección 15, de la 17ma edición / 2002, del "Standard Specifications for Highway Bridges" de la AASHTO, acorde a los siguientes parámetros:

- Tensión admisible del acero adoptado = 2.320kg/cm<sup>2</sup>
- Tren tipo H20 para carreteras y E80 para ferrocarriles
- Peso específico = 1922kg/m<sup>3</sup>
- Angulo de fricción del suelo = 0 grados

**TUNNEL LINER**

# DURABILIDAD

La durabilidad de las estructuras de acero corrugado empleadas en obras hidráulicas, está dada en función de condiciones ambientales, tipo de revestimiento y, en ciertos casos, espesor de chapas. Las condiciones ambientales, tales como: pH y conductividad del suelo y del agua, temperatura, sales solubles y turbulencia del fluido, así como el grado de abrasividad de éste, son los factores determinantes en la durabilidad de la estructura.

## Galvanización por inmersión en caliente

La combinación favorable de estos factores, sin que exista contaminación por aguas servidas o desechos industriales, implica la selección de revestimiento galvanizado. La galvanización por inmersión en caliente aporta un revestimiento de zinc de  $910\text{g/m}^2$ , que interactúa con el medio, siendo el zinc el sacrificado a lo largo de los años en función de la

agresividad, para dar protección al metal base, proporcionando una larga vida útil.

## Revestimiento en EPOXY HR®

El revestimiento en EPOXY, indicado para ambientes agresivos, está formado por una película con espesor medio de  $150\mu$ , aplicada sobre la chapa previamente fosfatizada. Esta película protege el acero contra los agentes corrosivos, aislándolo del medio agresivo.

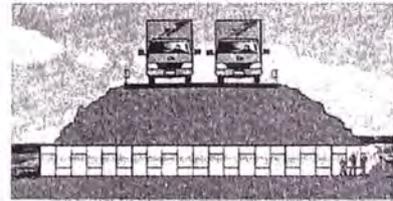
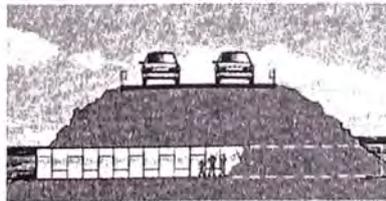
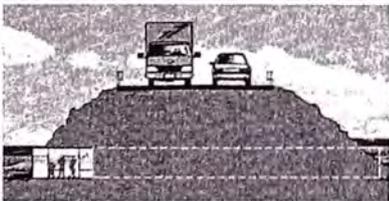
## Revestimiento adicional

Para utilización en condiciones extremas de agresividad por corrosión o abrasión, el revestimiento del fondo de la estructura metálica con un pavimento de concreto podrá, de forma práctica y económica, asegurar o extender la vida útil de las estructuras nuevas o ya existentes.

ARMCO posee una vasta experiencia, acumulada durante décadas de aplicación de sus productos en diversas condiciones ambientales y de localización de obras. Consulte a los especialistas de ARMCO para la selección del revestimiento óptimo para su proyecto.

# METODOLOGÍA DE INSTALACIÓN

## NO INTERFIERE EN LA SUPERFICIE NI EN EL TRÁFICO



## MONTAJE DE PROGRESIÓN RÁPIDA

Las etapas básicas en la instalación del TUNNEL LINER son: a) la excavación del suelo por medio de equipos mecánicos automáticos, o simples herramientas manuales; b) transporte del material excavado; c) montaje de las chapas de revestimiento TUNNEL LINER, tornilladas; d) rellenado de eventuales vacíos.

En caso de presencia de agua en el nivel de excavación, recubrimiento de poca altura sobre la generatriz superior del túnel o material de excavación constituido por suelo no cohesivo, puede ser necesario el uso de algunas técnicas especiales. Entre estas destacamos por ejemplo, la depresión de napa freática, el uso de tableros metálicos para protección de frente de excavación, refuerzo del suelo adyacente al túnel o uso de alas metálicas de avance.

En función del tamaño de la obra, - el área de excavación y longitud del túnel - y también de su complejidad, el instalador del túnel deberá hacer una proyección de los recursos necesarios para garantizar la seguridad de la obra y la rapidez de su ejecución.

Al igual que en, cualquier obra subterránea, o inicio de ejecución de un túnel por el proceso TUNNEL LINER deben considerar los informes de suelo y levantamiento del terreno a fin de prever, con la necesaria anticipación, eventuales interferencias a lo largo de la excavación y principalmente el tipo de suelo que se encontrará.

Los vacíos que resulten, entre la superficie externa de las chapas de revestimientos de TUNNEL LINER y el terreno, deben ser rellenados para evitar descensos o movimientos del suelo, que pueden provocar deformaciones indeseables. Este relleno debe ser hecho por medio de la inyección de mortero fluido de suelo / cemento, a través de perforaciones presentes en algunas chapas de TUNNEL LINER. La simplicidad de ejecución y la garantía de instalación en los más variados tipos de suelo hacen de TUNNEL LINER de ARMCO un proceso confiable versátil, económico y lo más competitivo en su rango de diámetros.

## TUNNEL LINER