REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"

Tesis presentado por el Bach.:

WALTER FERNANDO FUENTES CAVIDES

Para optar el Titulo Profesional de

INGENIERO CIVIL

AREQUIPA – PERU

2013

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Dedicatoria:

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para perseverar en mis objetivos.

A mis padres, Walter y Teresa, por su sacrificio, consejos y el ejemplo de perseverancia y amor infinito.

A mis hermanos, por su tolerancia y apoyo en todo momento.

A Soivel, por su motivación y su inmenso cariño.

Y a todos los que siempre creyeron en mí, dedico esta Tesis.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 Introducción. 01
1.2 Antecedentes 02
1.3 Justificación del Proyecto 02
1.4 Objetivos y alcances. 03
1.5 Ubicación Geográfica, Vías de acceso y de Comunicación. 04

CAPITULO II

GEOLOGÍA Y TOPOGRAFÍA

2.1 Generalidades 07
2.2 Objetivos y Alcances 07
2.3 Geomorfología y fisiografía 09
2.4 Geología Local 11
2.5 Estratigrafía 12
2.6 Aspectos Tectónicos 13
2.7 Geodinámica 14
2.8 Fenómenos Hidrodinámicos 16
2.9 Topografía
2.9.1 Reconocimiento de la Zona 17
2.9.2 Selección de la Mejor Alternativa 17
2.10 Levantamiento Topográfico 19

CAPITULO III

GEOTECNIA

3.1 Generalidades 20
3.2 Memoria descriptiva 20
3.3 Exploración de campo 21
3.4 Ensayos realizados 21
3.5 Resultados de ensayos de Laboratorio 22
3.6 Capacidad Portante 27
3.8 Registro Fotográfico 31

CAPITULO IV
HIDROLOGÍA

4.1 Generalidades 32
4.2 Lineamiento del estudio hidrológico 42
4.3 Precipitación Media de la Cuenca 44
4.4 Atmosfera, temperatura, Radiación Solar, la Humedad Atmosférica, ... 51
4.5 Evaporación y Evotranspiración 53
4.6 Evaluación Hidráulica de la cuenca 55
4.7 Determinación de los caudales medios mensuales Método Lutz Scholz 59

CAPITULO V
DISEÑO DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS

5.1 Estructuras Hidráulicas o Sistemas de Captación 88
5.2 Diseño y Cálculo de la Bocatoma 91
5.3. Canal principal de aducción 140
5.4. Diseño y cálculo del desarenador 148
5.5. Diseño y cálculo de la cámara de carga o tanque de presión 166
5.6. Diseño de la tubería forzada 179
5.7. Golpe de ariete 193
5.8. Diseño de apoyos y anclajes 195

CAPITULO VI
EQUIPO ELECTROMECÁNICO

6.1 Generalidades 211
6.2 Partes de una Turbina Hidráulica 211
6.3 Clasificación de las turbinas hidráulicas 214
6.4 Tipos de Turbinas Hidráulicas 216
6.5 Otras Especificaciones Electromecánicas y Accesorios 219
6.6 Selección de Equipo Electromecánico 221
6.5 Diseño de Casa de Maquinas 222

CAPITULO VII
IMPACTO AMBIENTAL

7.1 Objetivos 223
7.2 Alcances del estudio 224
7.3 Metodología de trabajo 225
7.4 Marco institucional y legal del estudio 208
7.5 Línea base ambiental 228
7.6 Evaluación de Impacto Ambiental 235
7.7 Plan de Manejo Ambiental 240

CAPITULO VIII
COSTOS, PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN DE OBRAS

8.1 Metrados 243
8.2 Presupuesto General 267
8.3 Análisis de Costos Unitarios 273
8.3 Relación de Insumos 327
8.3 Programación de Obra 330

CONCLUSIONES 331
BIBLIOGRAFIA 336
PLANOS

CAPITULO I
GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN.

Actualmente en el Perú, el 24 % de la población total carece de servicio eléctrico según el PNER (Programa Nacional de Electrificación Rural); en el contexto actual de globalización e integración regional, esta situación representa una clara desventaja frente a los demás países, cuyos índices de electrificación en la mayoría de casos son bastantes superiores, y relegan al Perú a un penúltimo lugar en Latinoamérica.

La electrificación rural en el Perú presenta características especiales, la lejanía y poca accesibilidad de sus localidades, el consumo unitario reducido, poblaciones y viviendas dispersas, bajo poder adquisitivo de los habitantes. Asimismo la no existencia de infraestructura vial favorece el poco desarrollo de zonas rurales y en consecuencia la baja calidad de vida de dichos habitantes, sumándose la poca infraestructura social básica en salud, educación, saneamiento, vivienda, etc.

La imposibilidad o inconveniencia técnica y/o económica de conectarse a los grandes sistemas eléctricos, determina priorizar el uso de fuentes de energía hidráulica a través de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCHs) y sus sistemas eléctricos asociados, principalmente en las zonas ubicadas desde los Andes hacia las vertientes occidentales y orientales donde existen recursos hidráulicos y caídas de agua fácilmente aprovechables.

La necesidad energética en la región y en el país se va incrementando de manera explosiva, tanto por el crecimiento demográfico como por el crecimiento industrial y minero, creando un déficit energético, que en parte llega a ser cubierto por el recurso gasífero pero no en su totalidad.

Dichas fluctuaciones en el costo marginal sugieren, identificar oportunidades de inversión mediante el afianzamiento hídrico, la construcción de centrales de generación de bajo costo de producción y alcanzar beneficios por mayores ingresos por venta de energía eléctrica. Es de este modo que las centrales hidroeléctricas nuevas, podrán aliviar la necesidad insatisfecha considerando de manera positiva el bajo costo de producción.

Bajo esta perspectiva el Ministerio de Energía y minas (MEM), se comprometió a ampliar la frontera eléctrica a nivel nacional, permitiendo el acceso de esta energía a los pueblos del interior del país, como un medio para facilitar su desarrollo económico, mitigando la pobreza, y mejorando su calidad de vida a través de la implementación de proyectos de electrificación rural de gran impacto social y económico sobre la población, con tecnologías que minimicen los efectos negativos sobre el medio ambiente siendo el potencial hidroenergético el más rentable.

Dentro de este marco el proyecto "PCH Tincoc" pretende disponer del recurso generado, para cubrir los planes de desarrollo eléctrico en zonas rurales contempladas en Plan Nacional de Electrificación Rural (PNER), periodo 2012 – 2021, de acuerdo a la "Ley General de Electrificación Rural". De este modo se convierte en un proyecto de explotación de un recurso cercano que por sus particulares características topográficas e hídricas, posibilita una interesante fuente energética renovable y no contaminante.

Potencial Eléctrico de la PCH TINCOC:

$$\boldsymbol{P = 9.8 * H * Q * n} \quad (\boldsymbol{Kw})$$

De la ecuación deducimos la potencia aprovechable aproximada del proyecto teniendo un caudal aprovechable de 5.28 m3/s, según el estudio hidrológico, un salto bruto de 60 m y contando con una eficiencia, en la PCH, del 80%.

$$P = 9.8 * 60 * 5.28 * 0.8$$

$$P = 2483.7\ Kw = 2.48\ Mw.$$

1.2 ANTECEDENTES

La futura Pequeña Central Hidroeléctrica TINCOC se ubica en el distrito de Paccaritambo, provincia de Paruro, Departamento de Cusco. El área de influencia de la infraestructura de la central comprende una franja dentro de la zona media de la cuenca del río Velille, afluente del río Apurímac. El área del proyecto se encuentra en la cuenca del río Velille en el encuentro con el río Apurímac sobre la margen izquierda del río del mismo nombre. El río Velille, tiene su cabecera de cuenca en la zona alto andina del departamento de Arequipa cerca a la provincia de Cayarani, fluye hacia el Norte y luego se une con el río Apurímac donde se descargaran las aguas turbinadas.

Ambos ríos pertenecen a la gran cuenca del Amazonas cuyas aguas desembocan en el Océano Atlántico.

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Déficit de Centrales hidroeléctricas.

A diciembre de 1998, la potencia instalada de generación eléctrica del país, alcanzó los 5 515 MW, con 47% de origen hidráulico y 53% térmico; en el 2006 se incrementa, pero sigue siendo alto el porcentaje térmico, habiéndose generado 28 134 GW.h de energía para el mercado eléctrico, de los cuales 68% de generación fue hidroeléctrica y 32% térmica (a gas natural, carbón, diesel y residual), además, dicha producción fue 10% mayor que la correspondiente al año 2006.

Creciente demanda de energía en el mercado nacional.

La máxima demanda del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) en febrero del año 2009 fue 4 105,3 MW (registrada el día 18 de febrero de 2009 a las 19:30 horas), cifra que representó un incremento de 2,4% respecto a la máxima demanda del mes de febrero del año 2008. Los incrementos respecto a la máxima demanda del mismo periodo de los años 2007, 2006 y 2005 fueron de 12,6%, 25,1% y 34,8%,

1.4 OBJETIVOS Y ALCANCES.

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Abastecimiento en Corto Plazo de energía eléctrica a la Región Cusco, como aporte al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN).

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Diseño de Estructuras Hidráulicas de la P.C.H. de TINCOC:

- Bocatoma.
- Aliviadero.
- Obras de Conducción
- Desarenador
- Tanque de Presión o Cámara de Carga
- Anclajes y diseño de las Tuberías de Presión
- Tubería Forzada

- Selección del Equipo Electromecánico

Realización de estudios complementarios para la realización del proyecto:

- Estudio Hidrológico y pluviométrico.
- Estudio Cartográfico y topográfico.
- Estudio Geotécnico.
- Estudio de Impacto ambiental.
- Análisis de Costos y Presupuestos y programación de Obra.

1.5 UBICACIÓN GEOGRÁFICA, VÍAS DE ACCESO Y DE COMUNICACIÓN.

1.5.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO

Departamento	Provincia	Distrito	Lugar
Cusco	*Paruro*	*Paccaritambo*	*Tincoc*

La futura Pequeña Central Hidroeléctrica Tincoc, se ubica en el distrito de Paccaritambo, provincia de Paruro, Departamento de Cusco. El área de influencia de la infraestructura de la central comprende una franja dentro de la zona media de la cuenca del río Velille, afluente del río Apurímac.

El área de proyecto se encuentra en la confluencia de los ríos Velille y Apurímac, zona denominada Tincoc, a una latitud de 13º 43'11.6" y una longitud de 71º53'15.5""con una altitud de 2500 m.s.n.m. en la quebrada profunda de la confluencia de los ambos ríos.

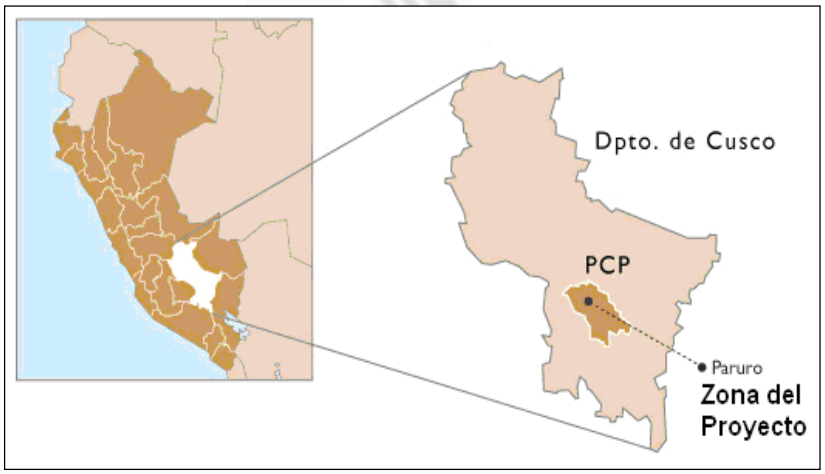


Fig. 1.1 *Ubicación departamental del proyecto*

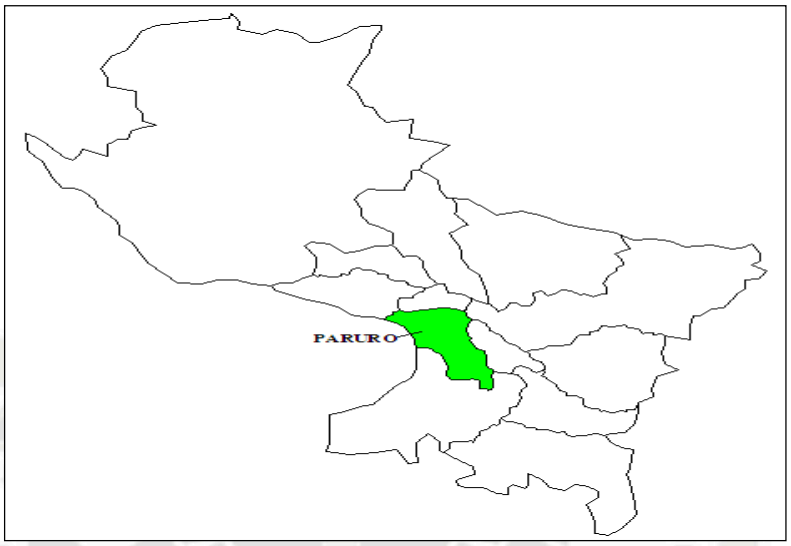


Fig. 1.2 *Ubicación distrital del proyecto*

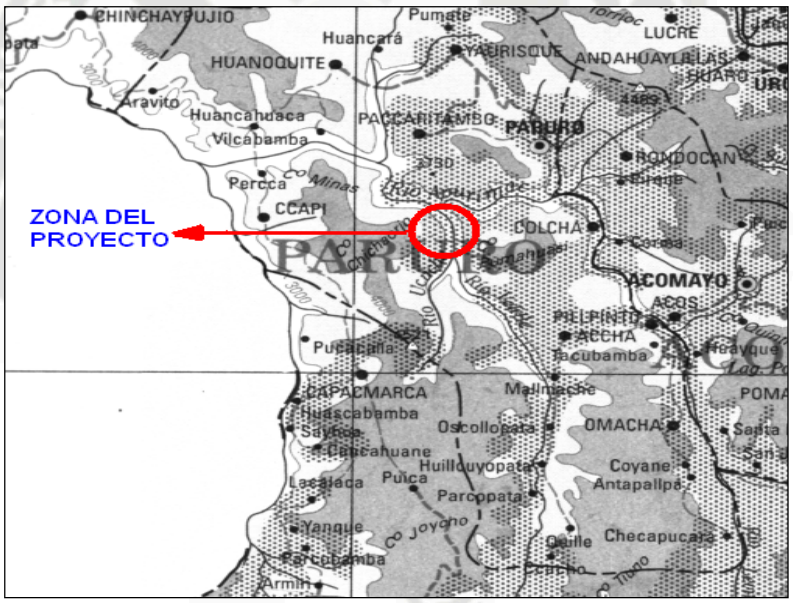


Fig. 1.3 *Ubicación de la zona del proyecto*

1.5.2 DELIMITACIÓN POLÍTICA

DEPARTAMENTO	: CUSCO
PROVINCIA	: PARURO
DISTRITO	: PACCARITAMBO
ZONA	: TINCOC

1.5.3 ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

El área de influencia es regional puesto que la energía vendida por la empresa Electro Sur Este ELSE, es mucho mayor a la energía auto producida, aún cuando la energía generada con las aguas del río Velille entrará al Sistema Interconectado Nacional (SEIN) y en horas valle se despachara energía a la barra Quencoro. Por la configuración servirá para abastecer al área de influencia en la Región Cusco.

CAPITULO II

GEOLOGÍA Y TOPOGRAFÍA

2.1 GENERALIDADES

El proyecto se encuentra ubicado encuentra en la confluencia de los ríos Velille y Apurímac, zona denominada Tincoc, entre las coordenadas 8469000 y 8469000N y 181000 183000E.

Para la realización de estos estudios se recopiló información geológica basada en la Carta Nacional, a escala 1:100 000, a fin de determinar las características de relieve en la zona y se hizo la constatación en campo de las características litológicas y estructurales así como la geodinámica externa del área del proyecto.

En los planos topográficos se encontrará información básica como la ubicación, vías de acceso a la zona, los ríos, la vegetación y curvas de nivel.

En base a las curvas de nivel se podrá realizar perfiles de la zona, básicos para trazar los perfiles de la tubería y canal, al igual que los anclajes.

También se cuenta con fotografías satelitales que permiten un mejor reconocimiento de la zona.

El reconocimiento de campo permite verificar como mínimo la pendiente del rio, el ancho y perfil trasversal del espejo de agua, la distancia de conducción, así como la ubicación de apoyos en el caso de la tubería de presión. También se verifico las cotas de la toma, el tanque de presión, la casa de máquinas, el perfil de caída y el salto bruto, y por último la orientación de las obras civiles.

2.2 OBJETIVOS Y ALCANCES

El objetivo principal es la obtención de planos fidedignos de la situación actual del área del proyecto, estableciendo las formas del relieve, y otras características de interés que involucren el desarrollo del proyecto.

Como actividad de campo se ha realizado la ubicación de los vértices de la poligonal de enlace y de la poligonal básica teniendo como finalidad la visibilidad entre vértices,

que normalmente se ha ubicado en las esquinas de las vías, se han realizado poligonales cerradas como poligonales abiertas.

El levantamiento topográfico en la etapa de anteproyecto, reflejara la ubicación más adecuada de la ubicación de las diferentes partes de la captación, elementos de conducción, cámara de carga, ubicación de tubería de presión y casa de fuerza.

Para la elaboración del trabajo topográfico se utilizaron los siguientes equipos.

- Estación Total LEICA – TC – 407 (Aprox. 1")
- 02 Porta prismas
- 02 Prismas
- 01 Nivel Marca WILD NK1
- 02 Miras
- GPS (TRIMBLE)
- 01 Wincha metálica 50m.
- 01 Wincha de fibra de vidrio de 50m.
- 02 Niveles esféricos
- 01 Estación base de radio frecuencia VHF
- 03 Handy
- 01 Camioneta
- 01 Altímetro barométrico (tomen)

Equipo de Cómputo

- 01 Computadora Core 2Duo, 4Gb de Memoria RAM
- 01 Impresora Laser Kyosera FS1300D
- 01 Ploter HP Design Jet 800 42BY HP

Equipo de Software Topográfico

- Sistema Topograph/Santiago & Cintra Version 3.1 1995
- Módulos: Básico y colector de datos
- Sistema Softdesk 8, para la elaboración de curvas de nivel

Brigadas de Campo y Gabinete

- 01 Brigadas de campo, consta de 01 Topógrafo, 01 Operador de Estación

Total y 02 Portaprismas.

- 01 Técnico Cadista especializado en procesar información de campo, colección de equipo digital y planos computarizados (puentes, caminos, carreteras, obras de saneamiento, etc.).

2.3 GEOMORFOLOGÍA Y FISIOGRAFÍA

El estudio geomorfológico consiste en la evaluación de los diferentes componentes y procesos que existen en el ecosistema o ámbito de influencia del área en estudio, en la cual existen unidades geomorfológicas muy variables, producidas por agentes geodinámicos internos y externos, depositacionales y erosivos, ocurridos a lo largo de la historia geológica

2.3.1 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

Dentro del ámbito del proyecto se ha identificado las siguientes geoformas:

A. MONTAÑAS

Bastante elevadas y abruptas, conformadas por rocas sedimentarias principalmente del grupo Puno y hacia la parte alta de la margen derecha del río Apurímac por rocas del grupo Moho y grupo Puno. Las montañas se ubican al Nor Este y sur oeste del caño del Apurímac.

B. ALTIPLANICIES

Son ambientes amplios y en depresión, originados por procesos orogénicos y denudaciones. Presenta una morfología plana debido a la influencia sucesiva de la actividad fluvio aluvial, y glacial, ocasionado por el levantamiento andino y el grado de resistencia diferencial de las rocas, dando origen planicies y valles amplios y poco profundos; tal como Paccaritambo, Ccolpa, y Coyabamba en los márgenes laterales del río Apurímac.

C. CAÑÓN DEL APURÍMAC (VALLE FLUVIAL)

Está caracterizada por su topografía abrupta, este cañón se inicia en la zona de espinar y se va profundizando hacia la zona del proyecto, en el que su diferencia de nivel supera los 1000 m desde la orilla del río hasta las cumbres

de las montañas en ambos márgenes. En el área del Proyecto el cañón toma una dirección andina Nor Oeste sureste.

La pendiente del terreno en promedio es mayor a los 30 ° y en las zonas abruptas llega a 45°, existiendo sectores muy puntuales donde la roca es subvertical. En el área del Proyecto esta configuración morfológica es la que predomina.

D. TERRAZA ALUVIAL.

Geoforma de superficie plana y de origen aluvional, producto de la actividad geodinámica en el pleistoceno y cuaternario reciente, que por constantes y sucesivos eventos de represamientos y rupturas de diques naturales formados en los causes de los ríos tributarios y quebradas tributarias a causa de deslizamientos laterales de los taludes, arrastraron material heterogéneos (bloques, lodo arenas) que se han depositado en las márgenes de los ríos en la actualidad y que se hallan aflorando como terrazas.

Este tipo de depósitos se encuentran en la margen derecha del río Velille muy próxima a la confluencia con el río Apurímac.

E. ABANICOS FLUVIO ALUVIALES

Estos depósitos de pie de monte se encuentran en los bordes de las planicies de los valles y quebradas en espacios no muy extensos, por el carácter abrupto del cañón.

Se encuentra en la confluencia de los ríos Velille y Apurímac, zona denominada Tincoc, entre las coordenadas 8469000 y 8469000N y 181000 183000E.

La información geológica está basada en la Carta Geológica Nacional, a escala 1:100 000, y la contrastación en campo de las características litológicas y estructurales, así como de geodinámica externa inspeccionada en campo.

F. CONOS DE PIE DE MONTE

Conformada por materiales coluviales y coluvio – aluviales recientes ubicados en el cambio de pendiente de las vertientes constituidos de material heterogéneo con fragmentos angulosos de diverso tamaño.

G. DEPÓSITOS DE DESLIZAMIENTOS

Constituidos por materiales de las mismas rocas del basamento rocoso, y se hallan fracturados y removilizados de manera muy caótica, formando taludes diferenciados y proclives a inestabilidad del talud.

En la margen izquierda y derecha del Río Velille, desde la confluencia con el río Apurímac hasta unos 300 metros río arriba existe depósitos de un deslizamiento antiguo sobre el cual se ha ejecutado el desarrollo de la Carretera. Este deslizamiento ha debido represar el río Velille por un buen tiempo, formando una laguna que se ha extendido hasta unos 5 km río arriba y que se ha ido erosionando para dar pase a lo que actualmente es el encañonamiento del río Velille.

Imagen. 2.1 *Material de deslizamiento acumulado en ambas márgenes del río Velille.*

2.4 GEOLOGÍA LOCAL

La geología de la zona del proyecto está constituida por el Grupo Puno y en la zona norte, hacia las localidades de Miscabamba y Ayusbamba se encuentra afloramientos del grupo Moho y depósitos cuaternarios recubren las zonas de poca pendiente y pie de talud de área.

Estructuralmente se observan fallas y un sinclinal de dirección NW-SE con cambios de rumbo y buzamiento de los estratos de un lugar a otro de manera brusca, el que

nos induce a atribuir la presencia de una falla lístrica, es decir falla que ha actuado durante el periodo de formación de las estructuras sedimentarias.

2.5 ESTRATIGRAFÍA

Según la Carta Geológica Departamental del Cusco, proporcionada por el INGEMMET, se distinguen unidades estratigráficas, se distinguen el grupo Moho y el Grupo Puno.

2.5.1 GRUPO MOHO

En la zona de estudio las formaciones geológicas y que afloran como parte del grupo Moho son las formaciones Acomayo y Sangarará:

A. FORMACIÓN ACOMAYO

Litológicamente está compuesta por lutitas de colores marrón, rojo y verdes con intercalación de limolitas y areniscas de grano fino, topográficamente muestra un relieve suave por los depósitos de un ambiente marino somero, por lo mismo que hay presencia de delgados niveles de yesos.

Aflora al nor-este de la localidad de Ayusbamba, en las localidades de San miguel hasta Quisquiris se halla esta litología.

Corresponde a la parte basal del grupo Moho, correlacionable con el grupo Yuncaypata en el Cusco.

B. FORMACIÓN SANGARARÁ

Litológicamente constituida por calizas grises con algunas brechas, generalmente de color gris claro a gris oscuro, se encuentra bastante fracturado y plegado, presentando carstificación en zonas expuestas a la acción del agua. Esta formación pertenece al grupo Moho, correlacionable con las calizas Yuncaypata del Cusco.

Esta formación se encuentra aflorando en las Localidades de Ccolpa y san Miguel en farallones de caliza de color gris a blanquecino con fuerte alteración por óxidos y procesos de carstificación que han descompuesto la roca en piedra disgregada y que en algunos lugares han utilizado como canteras.

Estructuralmente está en contacto fallado con el grupo Puno por la zona norte de estos afloramientos, y por el sur también se halla en contacto con el grupo Puno, lo que implica también un contacto fallado, sin embargo puede atribuirse a un hiato estratigráfico.

2.5.2 GRUPO PUNO.

Este nombre fue introducido en la estratigrafía del sur del Perú, por CABRERA LA ROSA y G. PETERSEN (1936); al describir una potente secuencia clástica con niveles vulcano - clásticos, que yacen en discordancia angular sobre terrenos mesozoicos.

Por la similitud de su litología en la zona del Cusco ha sido adoptada como tal por Marocco y Mendivil (1999). Es similar con la formación Punacancha y la parte superior de la formación Soncco del cuadrángulo del Cusco.

Se trata de areniscas feldespáticas intercaladas con estratos de conglomerados que van siendo cada vez más espesos en las zonas superiores de la unidad, es decir son estrato y grano crecientes.

Estos conglomerados son los que afloran en la zona de Tincoc, entre los estratos de areniscas gruesas y finas en espesores de 15 a 20 cm. que van siendo mayores en las partes superiores llegando al metro de espesor. Estos conglomerados afloran en la margen derecha e izquierda del río Apurímac, constituyendo la base del río aguas abajo del puente.

2.6 ASPECTOS TECTONICOS

Como resultado de la compresión tectónica andina, se tienen en la zona de estudio estructuras regionales importantes y que se describen a continuación.

A. ESTRUCTURAS FALLADAS.

Un elemento estructural importante es la falla regional inversa Acomayo-Rondocan, Mayumbamba, estructura que es el causante de la dirección del emplazamiento del cañón del Apurímac, que ha tomado la dirección de esta falla regional. Esta falla controla junto a la falla regional Paruro - Lucre la conformación de la cordillera en esta región en la que se encuentra la zona del Proyecto.

Fallas de menor extensión tienen esta misma dirección y más al sur, las estructuras toman una dirección Norte sur, que son fallas conjugadas a los accidentes mayores.

B. ESTRUCTURAS PLEGADAS.

Un sinclinal de dirección Nor oeste – sur este atraviesa la zona de San Lorenzo, al sur este del Proyecto.

C. FRACTURAMIENTO.

En la rocas sedimentarias del grupo Puno existe un fracturamiento paralelo a la estratificación y un sistema Nor-Este suroeste.

Las calizas de la formación Sangarará se encuentran fuertemente plegadas, producto de la actividad tectónica andina que afectó a las rocas del Cretácico. Por esta razón en algunos casos las calizas se encuentran en posición volcada o recostada, consiguientemente con un alto grado de fracturamiento.

2.7. GEODINÁMICA

La actividad geodinámica interna e externa en el área del proyecto.

2.7.1. GEODINÁMICA INTERNA.

La existencia de la falla regional Acomayo, Lucre y Tambomachay que se encuentran activas, en algunos de los eventos sísmicos de los últimos años en la región del Cusco han sido responsables de sismos.

Por tanto, el radio de influencia de estos eventos geodinámicos internos afecta el área del Proyecto.

Según zonificación mostrada en la Fig. 2.1 el proyecto se ubica en la zona 1 de sismicidad alta.

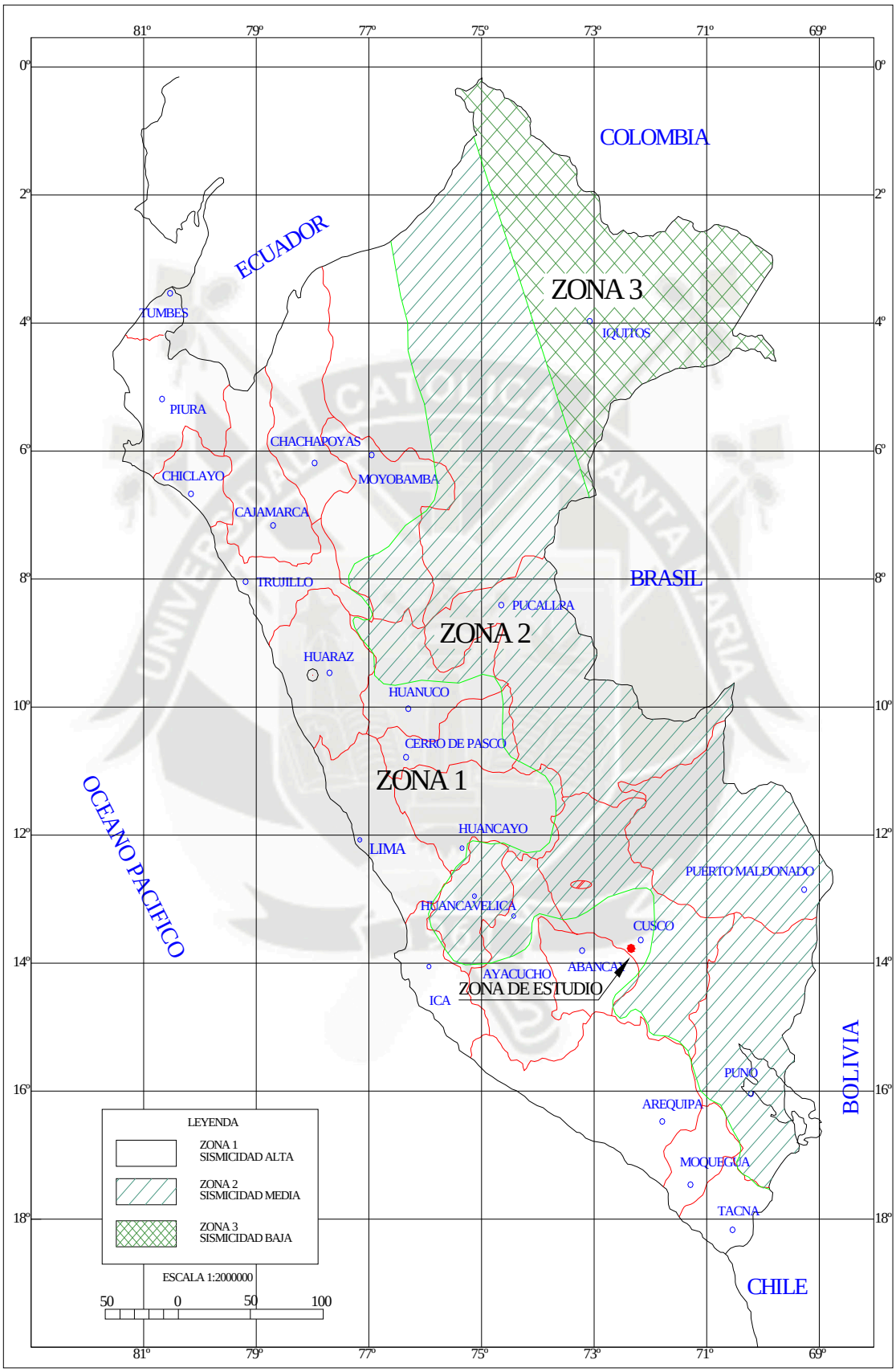


Fig. 2.1 *Mapa de Zonificación Sísmica*
Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

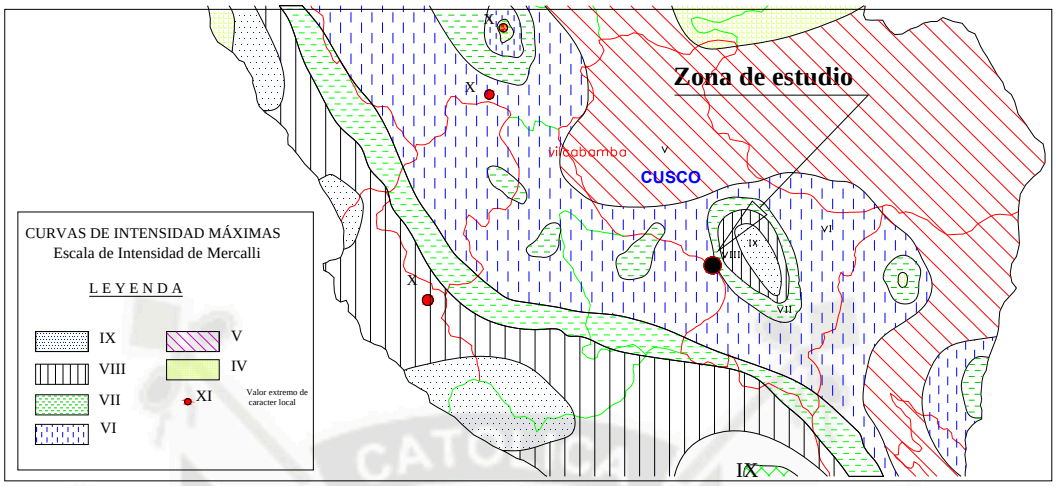


Fig. 2.2 *Mapa de Intensidad Máxima*
Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

(*) El proyecto se ubica entre VI y VII de la escala de Mercali

2.7.2. GEODINÁMICA EXTERNA.

La presencia de deslizamientos y flujos de detritos así como huaycos de pequeña magnitud, principalmente de las quebradas son los procesos geodinámicos presentes.

Existe en sectores donde el macizo rocoso presenta paredes sub-verticales o de fuertes pendientes peligro por desprendimientos o derrumbes, que involucran a zonas de intenso fracturamiento de la roca, lo cual ocurre en las proximidades de las zonas de falla.

Un antiguo deslizamiento en la zona del proyecto es evidente, el que abarca desde el puente colgante, zona de captación hasta la zona de la desembocadura del río Velille en el río Apurímac.

Sobre este deslizamiento se encuentra construido el desarrollo de la carretera, con algunos procesos incipientes de activación en algunos tramos pequeños.

2.8. FENÓMENOS HIDRODINÁMICOS

Son procesos morfodinámicos presentes en la zona circunscritos a los taludes de los riachuelos, generados por procesos de erosión marginal de materiales de los taludes que por la gradiente del terreno son fácilmente evacuados, conformando las cárcavas

y ocasionalmente avenidas que pueden afectar la carretera principalmente en la zona de desarrollo.

2.9. TOPOGRAFÍA

2.9.1 RECONOCIMIENTO DE LA ZONA

El área del Proyecto Geológicamente se halla emplazada en rocas sedimentarias del cretácico superior Eoceno, afectadas por la tectónica andina, que produjo el levantamiento de los andes, por tanto estructuralmente ha sido afectado por fallas satélites de las fallas regionales Acomayo, Rondocan y Paruro Lucre.
El rasgo geomorfológico más importante en el que está emplazado el proyecto es el Cañón del río Apurímac, en la confluencia de los ríos Velille y Apurímac, resaltando en las orillas del río Velille terrazas de depósitos aluvionales y de deslizamientos antiguos.
La margen derecha del río Velille está constituida básicamente por terrazas aluvionales cuyas alturas varían desde los 5 hasta los 20 m de altura desde el nivel del río.
La margen izquierda del río Velille está constituida principalmente por depósitos de deslizamientos antiguos cuyo grado de cohesión y consolidación es bajo.

2.9.2 SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA

A continuación se realiza una descripción de dos alternativas para la ubicación de las estructuras hidráulicas y la disposición que muestras cada una de estas para el mejor desarrollo del proyecto.

- Alternativa 1: Bocatoma y canal de aducción por la margen derecha con túnel en la roca en la confluencia de los río Velille y Apurímac.

- Alternativa 2: Bocatoma y canal de aducción entubado por la margen izquierda.

A. ALTERNATIVA 1

Considera una toma, obras de conducción y un túnel en roca sobre la margen derecha del rio Velille con descarga en el río Apurímac.

a. Captación

Las obras de captación (derivación, desarenador y estanque regulador) involucrarían a depósitos aluvionales (terraza de deslizamiento), cuyos bloques y bolones tienen tamaños desde los 20 cm. hasta el tamaño de más de 2 metros de diámetro.

Esta terraza tiene una altura desde la orilla del río un aproximado de 20 metros de desnivel hasta el contacto con la roca.

b. Conducción

Los primeros 700 m. están constituidos por terrazas aluvionales, a partir de los 700 m. se encuentra roca sedimentaria de conglomerados pertenecientes al grupo Puno, en una longitud aproximada de 400 m.

c. Casa de máquinas

La casa de máquinas se emplazaría en caverna, dentro del macizo rocoso afectado por fracturas en grado moderado. La calidad de la masa rocosa en dicho lugar se estima del tipo II pero, por la dimensión de la excavación, deberá considerarse del tipo III para efectos de estimación de las medidas de sostenimiento y revestimiento definitivo que se requerirá.

d. Galerías de descarga y de acceso

Estas obras serían excavadas en rocas sedimentarias del grupo Puno de los tipos II y III en porcentajes de 50% y 50%, respectivamente.

B. ALTERNATIVA 2

Esta alternativa considera Bocatoma y canal de aducción por la margen izquierda del valle. Los terrenos involucrados son:

a. Captación

Se considera una bocatoma, sobre material fluvial aprovechando para el barraje bloques de rocas que se hallan en el curso del río.

b. Conducción

La conducción de esta alternativa contempla un canal de concreto, de sección única hasta la llegada a la cámara de carga.

c. Casa de máquinas

La casa de máquinas se emplazaría en la orilla del río Apurímac sobre material de terraza aluvional, en el que existen bloques de tallas que sobrepasan los 3 m de lado en un matriz de bolones, arena y arcillas con un bajo grado de consolidación.

CONCLUSION.-

La alternativa 2 geológicamente tiene algunas limitaciones en lo que respecta a la estabilidad de la zona de conducción, debido a la existencia de un deslizamiento antiguo, sobre el cual se encuentra todo el tramo de carretera desde las proximidades del paso del puente hasta las partes altas. Sin embargo con un adecuado tratamiento en áreas proclives a inestabilidades esta alternativa no presentaría mayores inconvenientes.

2.10 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El Levantamiento topográfico se realizo por triangulación en toda el área del proyecto tomando en cuenta las áreas involucradas para cada una de las obras civiles. Ver plano de Topografía T-1.

CAPITULO III

GEOTECNIA

3.1 GENERALIDADES

El presente informe se llevó a cabo como una parte complementaria de estudio del proyecto de tesis: “Pequeña Central Hidroeléctrica de Tincoc”. El contenido del mismo contempla las características básicas de un Informe de Mecánica de Suelos, según la Normatividad Vigente.

El objetivo del presente estudio será conocer las características físicas así como la capacidad portante del suelo, donde se ubicará la estructura de derivación (Bocatoma), para tal se efectuaron los ensayos de laboratorio respectivos, conociendo así sus propiedades físicas que garantizarán la estabilidad y funcionamiento de dicha estructura.

Los ensayos mostrados fueron realizados en las instalaciones del laboratorio de la facultad de: “Arquitectura e Ingenierías Civil y del Ambiente”, Universidad Católica de Santa María, Arequipa.

3.2 MEMORIA DESCRIPTIVA

3.2.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO

El proyecto “P.C.H. Tincoc” contempla la construcción de una Bocatoma de derivación la cual estará próxima al lecho del río, un desarenador, un canal de conducción, el cual tendrá fin en una Cámara de Carga, para luego mediante una tubería reforzada de presión llegue hasta la Casa de Maquinas, donde se alojaran las turbinas para la producción de la energía eléctrica. Todas las estructuras antes mencionadas serán de concreto armado, a excepción de la tubería de presión, la cual será de acero reforzado.

Cabe hacer la aclaración que la estructura de mayor trascendencia será Bocatoma y es para la misma que se hizo el presente análisis de suelos, considerando la mejor ubicación de la estructura y tomando en cuenta el caudal captado de ésta así como las características del cauce del rio Velille, en esta zona.

3.2.2 UBICACION

DEPARTAMENTO: Cusco
PROVINCIA: Paruro
DISTRITO: Paccaritambo
LUGAR: Tincoc

El área de proyecto se encuentra en la confluencia de los ríos Velille y Apurímac, zona denominada Tincoc, a una latitud de 13° 43'11.6" y una longitud de 71°53'15.5", con una altitud media de 2500 m.s.n.m.

3.3 EXPLORACION DE CAMPO

Se realizó un reconocimiento visual de los cortes naturales del terreno producto de la erosión y deslizamiento, así como también del suelo tomado como muestra, recolectando datos de coloración, humedad, estructura y consistencia.
Se trató de obtener una muestra lo más representativa posible del terreno, con el embalaje adecuado conservando su estado "inalterado", para la realización de los ensayos.

3.4 ENSAYOS REALIZADOS

Los ensayos de laboratorio fueron realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la UCSM, bajo las normas de la American Society For Testing and Materials *(A.S.T.M.):*

3.4.1 LIMITES DE CONSISTENCIA – ATEMBERG

NORMA APLICABLE: NTP 339.129 (ASTM D4318)
Los límites de Atemberg, se determinaron para hallar la plasticidad del suelo y así poder clasificarlos según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.).

3.4.2 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA APLICABLE: NTP 339.128 (ASTM D422)
Se realizó dicho ensayo para poder obtener el perfil del suelo, luego compara con el resultado obtenido en forma visual usando la clasificación S.U.C.S.

3.4.3 ENSAYO DE CORTE DIRECTO

NORMA APLICABLE.- NTP 339.171 (ASTM D3080)

Se determinaron los parámetros de resistencia (ø y C) del suelo.

3.5 RESULTADOS DE ENSAYOS EN LABORATORIO

3.5.1 ANALISIS GRANULOMETRICO

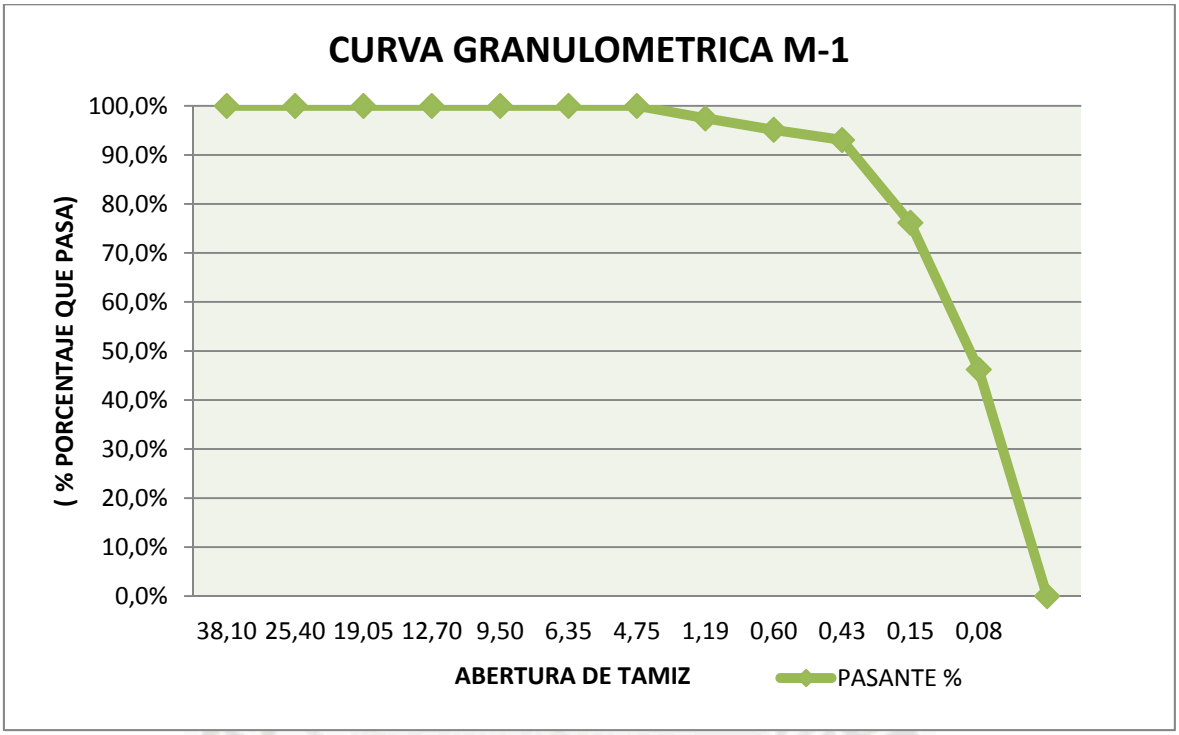
OBJETIVOS.-

- Determinar la distribución del tamaño de partículas del suelo.
- Trazar la curva granulométrica para cada tipo de suelo.
- Clasificar el suelo por el método S.U.C.S.

RESULTADOS OBTENIDOS.-

MUESTRA M-1

CARACTERISTICAS GRANULOMETRICAS DE SUELO NORMA ASTM D-422 N.T.P. 339,128							
Obra:	Tesis: PCH - TINCOC				Calicata:	C-1	
Muestra:	M-1				Fecha:	16-nov-11	
ABERTURA DEL TAMIZ		Peso Retenido	% Porcentaje Retenido	% Retenido Acumulado	% Porcentaje Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
(mm)	Tamices	(gr)	(%)	(%)	(%)		
38.10	1 1/2"	0.0	0.00%	0.0%	100.0%	PESO HUMEDO	2784.7 gr
25.40	1"	0.0	0.00%	0.0%	100.0%	PESO SECO	2226.0 gr
19.05	3/4"	0.0	0.00%	0.0%	100.0%	PESO LAVADO SECO	1308.8 gr
12.70	1/2"	0.0	0.00%	0.0%	100.0%	PERDIDA P/LAVADO (PL)	917.2 gr
9.50	3/8"	0.0	0.00%	0.0%	100.0%	% HUMEDAD	25.10%
6.35	1/4"	0.0	0.00%	0.0%	100.0%	GRAVA	0.00%
4.75	N° 4	0.0	0.00%	0.0%	100.0%	ARENA	53.78%
1.19	N° 10	56.6	2.54%	2.5%	97.5%	FINO	46.22%
0.60	N° 20	51.9	2.33%	4.9%	95.1%	D60	0.11
0.43	N° 40	46.1	2.07%	6.9%	93.1%	D30	0.05
0.15	N° 100	376.1	16.90%	23.8%	76.2%	D10	0.02
0.08	N° 200	666.3	29.94%	53.8%	46.2%	Cu	6.78
-	fondo + PL	1028.9	46.22%	100.0%	0.0%	Cc	1.33
-	-	2226.0	100.00%	-	-	**SUCS**	**SC**



3.5.2 CONSISTENCIA Y LÍMITES DE ATTERBERG

OBJETIVO.-

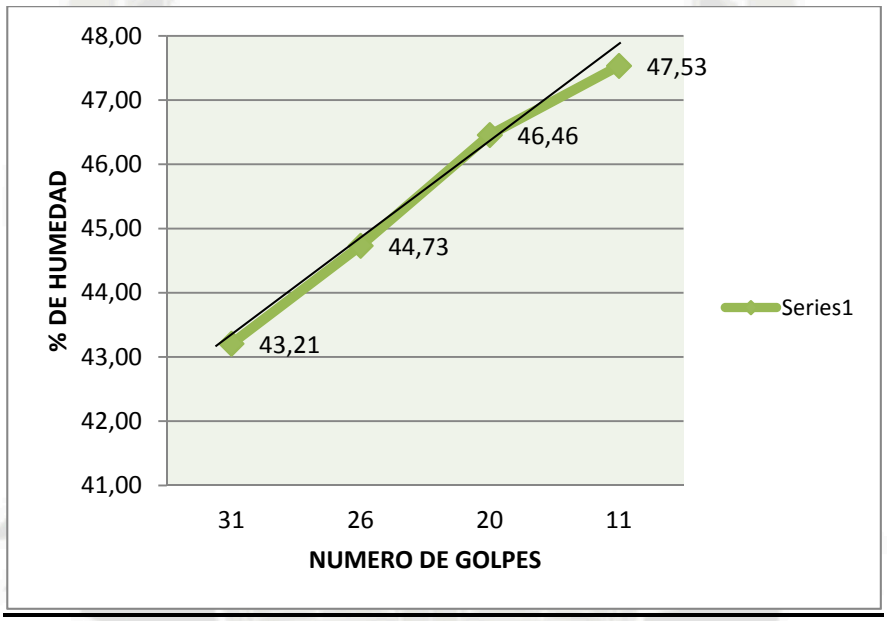
- Determinar el Limite Liquido del suelo
- Determinar el Limite Liquido de suelo
- Determinar el Índice Plástico del suelo.

RESULTADOS OBTENIDOS:

MUESTRA M-1

LIMITES DE CONSISTENCIA NORMA ASTM D-4318 N.T.P. 339,119								
PROYECTO: Tesis: PCH - TINCOC								
UBICACIÓN: TINCOC					**MUESTRA :**	M-1		
FECHA: 16/11/2012					**CALICATA:**	C-1		
	LIMITE LIQUIDO				**LIMITE PLASTICO**			
MUESTRA	**A-1**				**A-1**			
RECIPIENTE Nº	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
R + S HUMEDO (gr.)	42.31	43.51	45.50	43.49	10.12	12.81	12.42	14.81
R + S SECO (gr.)	32.93	33.49	34.62	33.09	8.69	10.72	10.45	12.38

PESO DEL AGUA (gr.)	9.38	10.02	10.88	10.40	1.43	2.09	1.97	2.43
PESO DE RESIPIENTE (gr.)	11.22	11.09	11.20	11.21	4.32	4.39	4.40	4.47
PESO DE SUELO HUMEDO (gr.)	31.09	32.42	34.30	32.28	5.80	8.42	8.02	10.34
PESO DE SUELO SECO (gr.)	21.71	22.40	23.42	21.88	4.37	6.33	6.05	7.91
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	43.21	44.73	46.46	47.53	32.72	33.02	32.56	30.72
NUMERO DE GOLPES	31	26	20	11	-	-	-	-



Limite Plástico *(Wp):*

$$Wp = Lp = 32.26\ \%$$

Limite Líquido *(Wl)*:

Interpolando de la curva del límite líquido, se tiene que:

$$Wl = 44.56\ \%$$

Cálculo del índice de plasticidad *(Ip)*:

Ip = Wl – Wp

Ip = 44.56% – 32.26%

Ip = 12.30

3.5.3 CLASIFICACION DE SUELOS

OBJETIVO.-

Clasificar el suelo de acuerdo a la clasificación S.U.C.S., usando los resultados obtenidos del Análisis Granulométrico y de los Límites de Atterberg.

CLASIFICACIÓN SUCS:

Por la malla N° 200 el porcentaje pasante es de 46.2% siendo menor al 50% , por lo que se clasifica como **Suelo Grueso.**

Dentro de los suelos gruesos se clasifica mediante el % pasante por la malla N°4 teniendo esta muestra más del 50% por lo tanto es clasificada como **Arena**.

Al ser el porcentaje pasante mayor al 12% por la malla N° 200, se clasifica como:

Suelos Arenosos con Finos.

Los finos que contiene el suelo dependen del contenido de agua que, calculado mediante el índice de plasticidad. En esta muestra se obtuvo que el IP = 12.3, siendo este mayor que 7, por lo que se clasifica como una **Arena Arcillosa.**

Clasificación **SUCS** ⟶ Arena Arcillosa **(SC)**

3.5.4 ENSAYO DE CORTE DIRECTO

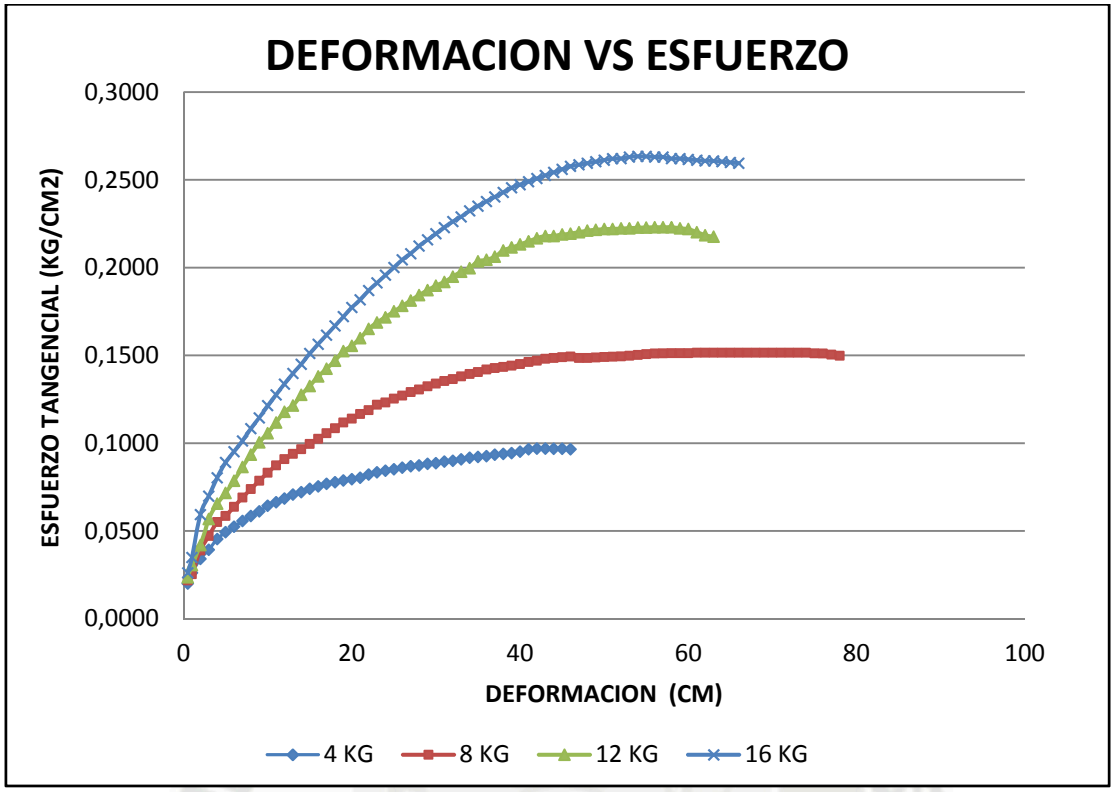
OBJETIVO.-

Hallar la cohesión **(C)** y el Angulo de rozamiento interno **(Ø),** que permitan determinar la resistencia al corte del suelo ensayado.

DATOS DE MUESTRA:

PESO DE LA CAJA	1219.60 gr
PESO DE LA CAJA + MUESTRA	1364.80 gr
VOL. DE LA CAJA	104.40 cm3
AREA DE CAJA	36.00 cm2
DENSIDAD NATURAL	1.70 Ton/m3

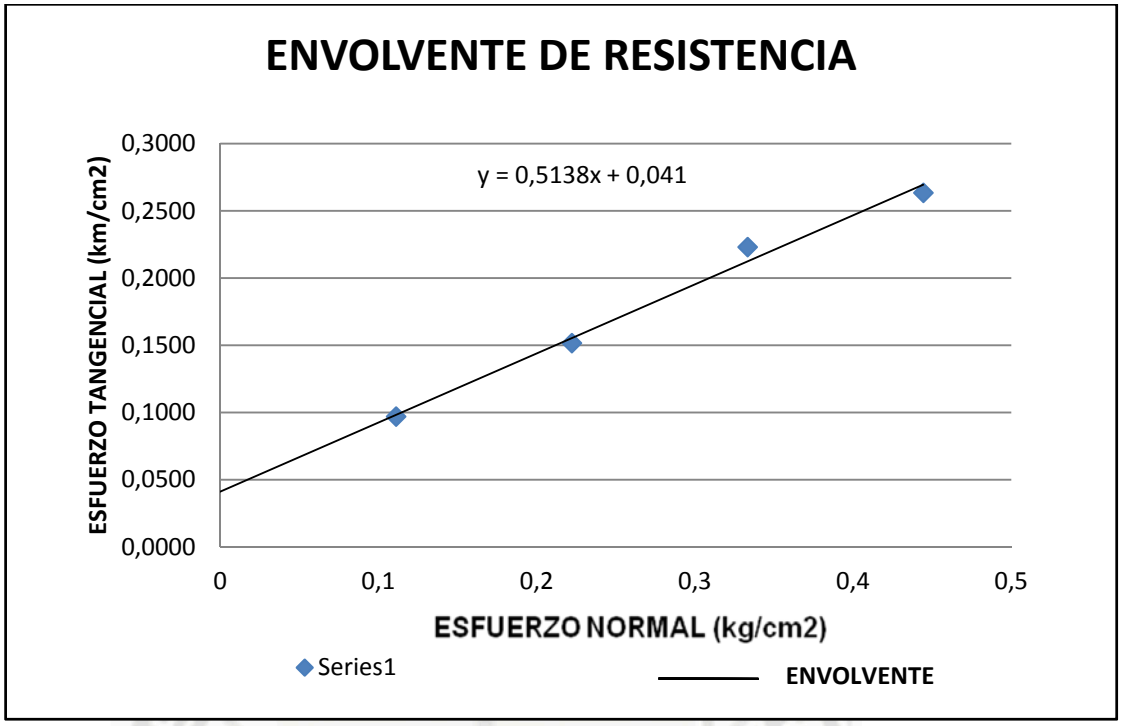
GRAFICA DE DEFORMACION VS ESFUERZO TANGENCIAL



RESULTADOS: ESFUERZO NORMAL Y TANGENCIAL-

Nro de ensayo	Pn	σ	Ph	τ
	(Kg)	(Kg/cm2)	(kg)	(Kg/cm2)
1	4	**0.1111**	3.4906	**0.0970**
2	8	**0.2222**	5.4560	**0.1516**
3	12	**0.3333**	8.0283	**0.2230**
4	16	**0.4444**	9.4831	**0.2634**

GRAFICA ENVOLVENTE, τ vs σ:



RESULTADOS OBTENIDOS.-

De la gráfica de la envolvente resistencia se obtiene que:

COHESIÓN:

$C = 0.4$ **Ton/m2**

ANGULO DE FRICCIÓN:

Tan ∅= *0.5138*

∅ =**27.19°**

3.6 CAPACIDAD PORTANTE

Usando el método de Mayerhof, relación ***0 <B/L < 1***, siendo la resistencia admisible del suelo, se tiene que:

$$Q_{adm} = \frac{Q_u}{FS}$$

$$Q_u = q.N_q.F_{qd}.F_{qs} + C.N_c.F_{cd}.F_{cs} + \frac{1}{2}.\gamma.B.N_\gamma.F_{\gamma d}.F_{\gamma s}$$

DATOS PARA EL CÁLCULO:

A	**0.40**	**Ton/m2**
q=	2.55	Ton/m2
γ=	1.70	Ton/m3
B=	10.00	m
Df=	1.50	m
∅=	27.19	°
L=	20.00	m
β=	0.00	°
FS	3.50	-

FACTORES DE CAPACIDAD CARGA:

$$N_q = TAN^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)e^{\pi.tan\phi} \quad \ldots(1)$$

$$N_C = (N_q - 1)\,COT\phi \quad \ldots(2)$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1)TAN(\phi) \quad \ldots.(3)$$

FACTORES DE FORMA

$$F_{cs} = 1 + \frac{B.N_q}{L.N_c} \quad \ldots(4)$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{B}{L}.TAN\,\phi \quad \ldots(5)$$

$$F_{\gamma s} = 1 - 0.4\frac{B}{L} \quad \ldots(6)$$

$$\boldsymbol{Donde\ L = longitud\ de\ la\ cimentacion}\ (L > B)$$

FACTORES DE PROFUNDIDAD

Condición: Df/B ≤ 1

$$F_{cd} = 1 + 0.4\frac{D_f}{B} \qquad \ldots(7)$$

$$F_{qd} = 1 + 2.TAN\phi\ (1 - SEN\phi)^2.\frac{D_f}{B} \qquad \ldots(8)$$

$$F_{qd} = 1 \qquad \ldots(9)$$

FACTORES DE INCLINACIÓN DE CARGA

$$F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{\beta^\circ}{90^\circ}\right)^2 \qquad \ldots(10)$$

$$F_{ci} = \left(1 - \frac{\beta^\circ}{\phi}\right)^2 \qquad \ldots(11)$$

$$\boldsymbol{Donde\ \beta = inclinacion\ de\ la\ carga\ sobre\ la\ cimentacion\ respecto\ a\ la\ vertical}$$

Reemplazando en cada ecuación se obtiene que:

FACTORES DE FORMA	
Fcs	1.277
Fqs	1.973
Fγs	0.800

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA	
Nc	24.282
Nq	13.474
Nγ	14.871

FACTORES DE PROFUNDIDA	
Df/B=	0.15
Df/B<=1	
Fcd	1.060
Fqd	1.002
Fɤd	1.000

FACTORES DE INCLINACION DE CARGA	
Fci	1.000
Fqi	1.000
Fγi	1.000

Reemplazando en la ecuación general se tiene que *Qu*:

$$\boldsymbol{Q_u = q.N_q.F_{qd}.F_{qs} + C.N_c.F_{cd}.F_{cs} + \frac{1}{2}.\gamma.B.N_\gamma.F_{\gamma d}.F_{\gamma s}}$$

$$Q_u = 13.152 + 67.940 + 10.112$$

$$Q_u = 91.20\ Ton/m^2$$

Reemplazando para hallar *Qadm.*:

$$\boldsymbol{Q_{adm} = \frac{Q_u}{FS}}$$

$$Q_{adm} = \frac{91.20}{3.5}$$

$$Q_{adm} = 26.02\frac{Ton}{m^2} = 2.60\ \frac{kg}{cm^2}$$

Resultados:

De acuerdo al análisis realizado a los resultados obtenidos en laboratorio y gabinete se concluye lo siguiente:

- Para la obtención de la capacidad de carga admisible del sistema suelo-cimentación de acuerdo al tipo de cimentación, se considero al suelo sobre el cual se pretende desplantar como arcilloso, ya que los depósitos propuestos para apoyar a la cimentación están conformados por partículas

gruesas arenosas con más del 12% de contenido de limos, mostrando estas características homogéneas en todo el estrato.

- De acuerdo al tipo de cimentación propuesto, y a las propiedades del suelo en que se hará el desplante, la capacidad de carga admisible es de 2.6 Kg/cm2 para un factor de seguridad de 3.5 de acuerdo para este tipo de estructuras.

3.7 REGISTRO FOTOGRAFICO

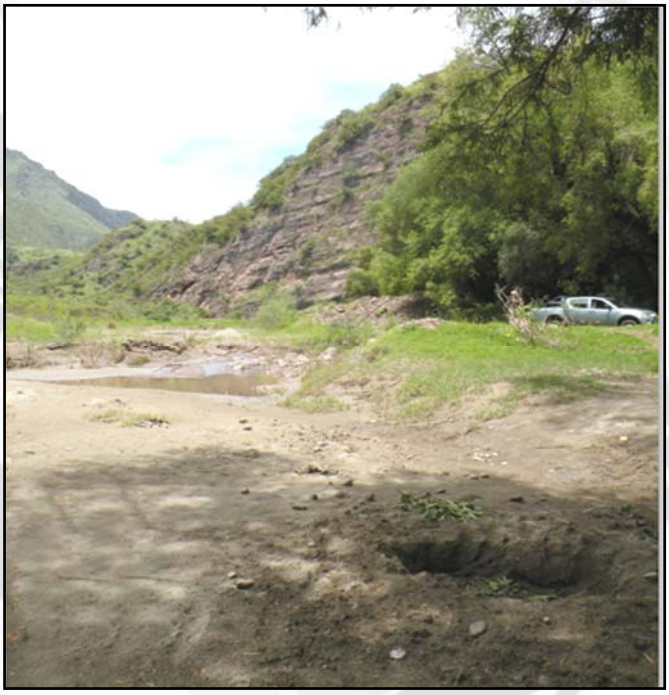


Imagen 3.1: Vista de lugar de ubicación de Bocatoma

Imagen 3.2: Característica del macizo rocoso en algunas zonas - margen derecha del río Velille. (Vista de cerca)

CAPITULO IV

HIDROLOGÍA

4.1 GENERALIDADES

El presente informe tiene como finalidad presentar la metodología y resultados de los análisis hidrológicos correspondientes al Estudio del proyecto "Pequeña Central Hidroeléctrica (P.C.H.), de Tincoc". Los datos hidrológicos usados en el presente informe se obtuvieron de las siguientes fuentes: El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), el Proyecto Especial Plan Meriss Inka (PMI) e información de campo.

La cuenca del río Velílle forma parte de la cuenca del río Apurímac, la cual comprende todos los ríos que nacen en la cordillera sur oriental de los Andes y desembocan hacia el océano Atlántico. El comportamiento es similar en todas las cuencas de esta zona, con una precipitación máxima en los flancos de la cordillera y decreciente con la altitud. La mayor parte de la precipitación de las cuencas ocurre sobre los 2000 msnm., limitándose la precipitación a altitudes más bajas a la condensación de la niebla durante los meses de invierno (mayo a agosto).-

Como consecuencia del comportamiento de la precipitación en la zona de estudio, las series de caudales siguen un patrón particular en el año. De acuerdo con los registros de precipitación existentes en estaciones cercanas, se ha establecido que la estación húmeda se concentra en el período diciembre-abril y concentra alrededor del 80% del total anual, y la estación seca (mayo a noviembre) solo el 20%.

4.1.1 UBICACIÓN

La zona del proyecto está ubicada políticamente en:

Región **:** Cusco

Provincia **:** Paruro

Distrito **:** Paccarictambo

Cuenca **:** Río Velille.

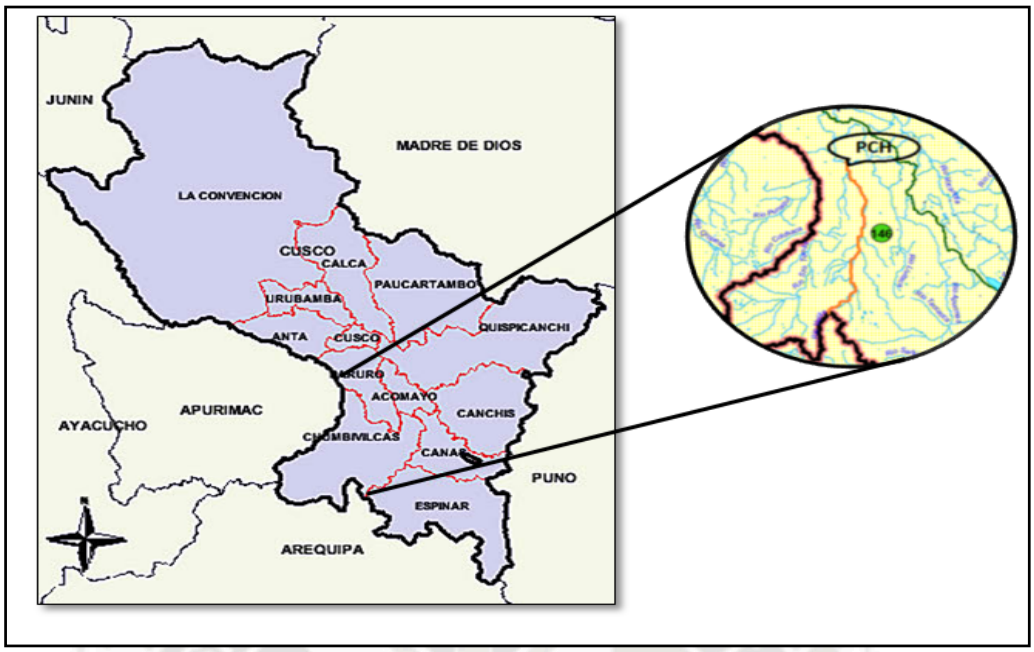


Fig. 4.1.- *Ubicación del Proyecto.*

4.1.2 INFORMACION CARTOGRAFICA Y GEOGRAFICA

Para la información Cartográfica básica para la generación de mapas temáticos y el estudio hidrológico de la cuenca, se ha hecho uso de la Carta Nacional, Hoja 30-S VELILLE, a escala 1:100,000 con curvas de nivel a 50 m, levantadas por el IGN.

Para la adquisición y recolección de información hidrometeorológica se tuvo como fuentes al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), al proyecto Especial Plan Meriss Inka (PMI), y la recolección y revisión de estudios realizados anteriormente en la zona.

4.1.3 DESCRIPCION GENERAL DE LA CUENCA

A. CUENCA RIO VELILLE (49998).-

La cuenca del río Velille(Cuenca 49998 Nivel 5), se ubica entre las coordenadas UTM WGS84Norte, 8327083 a 8468999 y UTM WGS84 Este, 142906 a 208710,políticamente, se ubica en el departamento del Cusco y Arequipa, provincias de Chumbivilcas, Castilla, distritos de Santo Tomas, Cayarani, Velille, Chamaca, Omacha, Accha, Capacmarca, Ccapi, Caylloma, Orcopampa y Chancas.

La cuenca del río Velille tiene sus nacientes en los cerros Pucuray, Tacupacha y Pampa Uchuysora a los 4917 m.s.n.m., escurre sus aguas por la quebrada

Pabellón, luego toma el nombre de río Millomayo en dirección Sur-Este hasta unirse con el río Cacansamayo, siguiendo su curso con el mismo nombre hasta unirse con el río Cayarani, punto en el cual toma el nombre de río Velille en dirección Sur a Norte, hasta entregar sus aguas al río Apurímac en el punto de control ubicado en el sector de Tincoc del distrito de Paccarictambo, Provincia de Paruro, Cusco.

La cuenca en estudio abarca 3694.10 Km².., y su curso principal alcanza 195.9 Km., de longitud. A lo largo de su recorrido el río por la margen derecha recibe el aporte de los ríos Taslaquiña, Sepramayo, Limamayo y por la margen izquierda recibe el aporte de los ríos Tres Vados, Saynata y Ucucha.

El sistema hidrográfico de la cuenca del río Velille, cuenta con cinco cuencas y cuatro intercuencas de nivel 6, las cuencas del río Cacansamayo con 648.20 Km.², Sepramayo tiene339.00 Km.², Quebrada Caychapampa con 240.10 Km.², Chillorolla con 316.30Km.² y la cuenca del río Ucucha con 193.00 Km.². Las intercuencas Cacansamayo Caychapampa con 728.1 Km², Caychapampa Chillorolla con 432.90 Km², Chillorolla Ucucha con 759.2 Km², y la intercuenca Baja río Velille con 36.80 Km².

De acuerdo con la clasificación estándar de cuencas hidrográficas del INRENA - **PFAFSTETTER**, en el ámbito del Proyecto se encuentra la cuenca del rio Velille nivel 5 y las cuencas e intercuencas de nivel 6, las mismas que son:

CUADRO N`1.- DIVISION HIDROGRAFICA NIVELES 5, 6.

CUENCAS NIVEL 5	CUENCAS / INTERCUENCAS NIVEL 6	CODIGO	AREA (Km.²)
RIO VELILLE	RIO CACANSAMAYO	499989	648.2
	RIO SEPRAMAYO	499988	339.0
	CACANSAMAYO – CAYCHAPAMPA	499987	728.1
	CAYCHAPAMPA – CHILLOROLLA	499986	432.9
	QUEBRADA CAYCHAPAMPA	499985	240.1
	RIO CHILLOROLLA	499984	316.3
	CHILLOROLLA – UCUCHA	499983	759.2
	RIO UCUCHA	499982	193.0
	BAJA RIO VELILLE	499981	36.8
	TOTAL		**3694.1**

Fuente: *Proyecto "Mapa hidrográfico e Inventario de Fuentes de Agua Superficial", (MAHIFAS).*

B. CUENCAS E INTERCUENCAS NIVEL 6.

Para la descripción de las intercuencas del nivel 6 que pertenecen a la cuenca del rio Velille de nivel 5, se ha tomado en cuenta el estudio, "Mapa Hidrográfico e inventario de Fuentes de Aguas Superficiales en el Ámbito del ATDR Sicuani", elaborado por el Ministerio de Agricultura en colaboración con el Instituto Nacional de recursos Hídricos INRENA.

CUENCA N°6 DEL RIO CACANSAMAYO (499989)

La cuenca del río Cacansamayo se ubica entre las coordenadas UTMWGS84 Nort 8335545 a 8364056 y UTM WGS84 Este 142929 a 179198,políticamente, se ubica en el departamento de Cusco, y Arequipa, provincias de Chumbivilcas, Castilla, distritos de Santo Tomás, Cayarani, Orcopampa y Chancas.

El río Cacansamayo nace entre los cerros Pucuray, Tacupacha y Pampa Uchuysora a los 4,917 m.s.n.m., escurriendo sus aguas por la quebrada Pabellón siguiendo una dirección Sureste hasta el encuentro con la quebrada Unchahui donde cambia de dirección a Noreste con el nombre de río Millomayo hasta unirse con la quebrada Huerfa y de este punto toma el nombre de río Huerfa hasta unirse con el río Tesque donde nuevamente cambia de nombre a río Iñapatamayo siguiendo la dirección Este hasta unirse con el río Cacansamayo, tomando el nombre de río Cacansamayo en adelante. Este río continúa su recorrido atravesando montañas en forma de "U", siguiendo una dirección Sur-este al inicio, luego cambia a una dirección Este y finalmente va en dirección Nor-este hasta unirse con el río Sepramayo lugar y punto de control de la cuenca.

La cuenca es de forma rectangular fusiforme, la topografía de la cuenca mayormente es escarpada, presentando grandes cerros con presencia de abundantes lagunas y manantiales que fluyen un caudal constante durante el año.
La longitud de su curso es de 46.729 Km., y presenta una pendiente promedio del 1.64% desde su naciente hasta la entrega de sus.

Los principales afluentes del río Cacansamayo son el río Cacansamayo que ingresa por la margen Izquierda y el río Tesque que ingresa por la margen derecha.

Las vías de acceso que se ubican dentro de la cuenca del río Cacansamayo son la carretera que une los poblados de Sicuani - Yauri – Velille – Alcca Victoria con 198.0 Km., de distancia y de este punto hacia la cuenca mediante varios caminos de herradura.

Dentro de la cuenca Cacansamayo se considera a cuatro cuencas y cinco Intercuencas de nivel 7. Las fuentes de agua inventariadas en esta cuenca son variadas, predominando lagunas y manantes, entre las principales citamos a la laguna Cacansa, Huerfa, Caycco, Queullahuiri entre otras.

CUENCA N°6 DEL RIO SEPRAMAYO (499988)

La cuenca del río Sepramayo se ubica entre las coordenadas UTM WGS84 Norte 8327237 a 8358163 y UTM WGS84 Este 171396 a 194864, políticamente, se ubica en el departamento de Cusco y Arequipa, provincias de Chumbivilcas, Caylloma y Castilla, distritos de Caylloma, Chancas, Cayarani.
El río Sepramayo nace entre los cerros Huaquilla, Yaritayocloma y Antallpa a los 4,926 m.s.n.m., fluyendo sus aguas por la quebrada Condorcoto en dirección Oeste hasta el encuentro con el río Pacuni donde toma el nombre de río Pacuni siguiendo la misma dirección hasta la unión con el río Palca, donde cambia de dirección hacia el Noroeste con el mismo nombre de río Palca y este hasta la unión con el río Llaclla donde cambia de dirección Norte, hasta el encuentro con el río Choccochacanca, y a partir de este punto toma el nombre de río Sepramayo, siguiendo una dirección Noroeste hasta su desembocadura al río Cayarani lugar y punto de control de la cuenca.
La cuenca tiene la forma de un trapecio irregular fusiforme con características topográficas escarpadas con existencia de lagunas pequeñas.
La longitud del río es de 45.127 Km., y presenta una pendiente promedio del 1.72% desde su naciente hasta la entrega de sus aguas hacia el río Cayarani. Los principales afluentes del río Sepramayo son el río Palca y el Jarriñan que ingresan por la margen Izquierda y el río Pacuni, Challanca y el Llaclla que ingresan por la margen derecha. El río Sepramayo pertenece al Subsector Riego Velille del Distrito de Riego Sicuani.
La agricultura es medianamente escasa; mientras que la actividad ganadera es primordial y se encuentra en primer plano como actividad económica y se compone a base de la cría de auquénidos, ovinos, vacunos en mayor cantidad y equinos en menor cantidad.

Las vías de acceso que se ubican dentro de la cuenca del río Sepramayo son la carretera que une los poblados de Sicuani - Yauri – Velille – Alcca Victoria con 298 Km., de distancia y mediante caminos de herradura vinculados a los poblados circundantes.

Dentro de la cuenca Sepramayo se considera a cinco cuencas y cuatro intercuencas de nivel 7. Las fuentes de agua inventariadas en esta cuenca son variadas, existiendo poca cantidad de lagunas, ríos, quebradas y manantes.

CUENCA N°6 DE LA QUEBRADA CAYCHAPAMPA (499986)

La cuenca de la quebrada Caychapampa se ubica entre las coordenadas UTM WGS84 Norte 8371998 a 8395204 y UTM WGS84 Este 168724 a 205328, políticamente, se ubica en el departamento de Cusco, provincia de Chumbivilcas, distrito de Velille.

Los nacientes de la quebrada Caychapampa se ubican entre los cerros Laclle Orco y Machaypata en el sector denominado Loma Cochaccaytana a los 4,662 m.s.n.m., convergiendo sus aguas hacia la laguna Parihuana en dirección Noreste y de la laguna continua en dirección Noroeste con el nombre de río Pampahuasi hasta la laguna Pumacocha y de esta toma una dirección Noroeste atravesando las quebradas Pumacocha y Tutuya hasta unirse al río Velille con el nombre de quebrada Caychapampa, lugar y punto de control de la cuenca.

La cuenca tiene una forma ovalada fusiforme con una topografía empinada caracterizando abundantes lagunas.

La longitud del río es de 31.327 Km., cuya pendiente promedio es 3.03%. Los principales afluentes hacia esta quebrada son generalmente riachuelos resaltando entre ellas las quebradas Ccarachulluchina, Querque, Humantata que ingresan por la margen Izquierda y las quebradas Huayllahuaylla, Jochacasa y Fauce que ingresan por la margen derecha.

Las vías de acceso con que cuenta esta cuenca son la carretera que conecta a los poblados entre Sicuani - Yauri – Velille con 150.1 Km., de distancia; asimismo, existen muchos caminos de herradura que conectan las zonas circundantes.

Dentro de la cuenca Caychapampa se considera a cinco cuencas y cuatro Intercuencas de nivel 7. Las fuentes de agua inventariadas en esta cuenca son variadas, predominando pequeñas lagunas y manantes.

CUENCA N°6 DEL RIO CHILLOROLLA (499984)

La cuenca del río Chillorolla se ubica entre las coordenadas UTM WGS84 Norte 8381755 a 8417519 y UTM WGS84 Este 190645 a 208770, políticamente, se ubica en el departamento de Cusco, provincia de Chumbivilcas, distritos de Velille y Chamaca.

El río Chillorolla nace en la laguna Condorcocha, entre los cerros Volcán y Lecahuani a los 4,628 m.s.n.m., fluyendo sus aguas a través de las quebradas Ccarcolla y Aroccollo siguiendo una dirección Noroeste hasta el encuentro con la quebrada Canrayoc donde cambia de nombre a río Chillorolla y continua con una dirección Noroeste hasta unirse con el río Velille, lugar y punto de control de la cuenca.

La cuenca es de forma rectangular alargada fusiforme, presentando una topografía accidentada en todo su recorrido.

La longitud de su curso es de 46.609 Km., de distancia, cuya pendiente promedio alcanza el 2.69% considerando desde su naciente hasta la entrega de sus aguas hacia el río Velille. Los principales afluentes del río Chillorolla son la quebrada Canrayoc que ingresa por la margen Izquierda y las quebradas Telaracaca, Sacrane y Marcapata que ingresan por la margen derecha.
Las vías de acceso con que cuenta la cuenca del río Chillorolla son la carretera que une a los poblados de Sicuani – Yauri - Velille con 185 Km., de distancia y la carretera entre Sicuani - Combapata – Yanaoca – Livitaca y Chamaca con 170.0 Km., de distancia; asimismo, existen accesos como caminos de herradura que conectan los poblados de esta cuenca. Dentro de la cuenca Chillorolla se considera a cuatro cuencas y cinco Intercuencas de nivel 7. Las fuentes de agua inventariadas en esta cuenca son variadas, existiendo una gran cantidad de manantes con volúmenes que superan los 300 l/s.

CUENCA N°6 DEL RIO UCUCHA (499982)

La cuenca del río Ucucha se ubica entre las coordenadas UTM WGS84 Norte 8433364 a 8466118 y UTM WGS84 Este 175213 a 186820, políticamente, se ubica en el departamento de Cusco, provincia de Chumbivilcas, distritos de Capacmarca, Accha y Ccapi.

El río Ucuha nace en la laguna Quelluaccochala los 4,380 m.s.n.m., entre los cerros Taya, Quecacha y Jurumarca, discurriendo sus aguas por la quebrada Millohuaycco en dirección Norte hasta la unión con la quebrada Jucucha tomando el nombre de quebrada Rumichaca, luego a Ucucha hasta el encuentro con la quebrada Umaspata donde recién toma el nombre de río Ucucha hasta entregar sus agua al río Velille lugar y punto de control de la cuenca.

La cuenca es de forma rectangular alargada fusiforme con características geomorfológicas definidas por la existencia de abundantes formaciones rocosas de origen calcáreo. La longitud de su curso es de 31.310 Km., y presenta una pendiente promedio del 5.6% desde su naciente hasta la entrega de sus aguas hacia el río Velille. Los principales afluentes del río Ucucha son la quebrada Jucucha, Kepuro y Umaspata que ingresan por la margen Izquierda y la quebrada Yanaccocha y Señor Mayo que ingresan por la margen derecha.

Las vías de acceso que atraviesa la cuenca del río Ucucha son la carretera que conecta a los poblados entre Sicuani - Yauri – Velille – Santo Tomás con 351 Km., y de Santo Tomás – Colquemarca – Capacmarca – Ccapi– Cusco 285.0 Km., de distancia. También cuenta con numerosos caminos de herradura que enlazan la cuenca.

CUADRO N°2.- CUENCAS E INTERCUENCAS DE N5, N6 Y N7 DE LA CUENCA DEL RIO VELILLE

CUENCA NIVEL 5	CODIGO	AREA (Km.²)	CUENCAS INTERCUENCAS NIVEL 6	CODIGO	AREA (Km.²)	CUENCAS/INTERCUENCAS NIVEL 7	CODIGO	AREA (Km.²)
RIO VELILLE	49998	3694,1	RIO CACANSAMAYO	499989	648,2	Baja de la Cuenca Cacansamayo	4999891	20.4
						Río Taslaquiña	4999892	123.0
						Huasanahuayjo –Taslaquiña	4999893	4.2
						Quebrada Huasanahuayjo	4999894	38.0
						Cacansamayo-Huasanahuayjo	4999895	19.3
						Río Cacansamayo	4999896	216.7
						Tesque-Cacansamayo	4999897	5.1
						Río Tesque	4999898	53.7
						Alta de la Cuenca Cacansamayo	4999899	167.8
			RIO SEPRAMAYO	499988	339	Baja de la Cuenca Sepramayo	4999881	74.6
						Quebrada Chocñamayo	4999882	15.5
						Anta Pulgay – Chocñamayo	4999883	33.3
						Quebrada Anta Pulgay	4999884	35.0
						Jarriñan - Anta Pulgay	4999885	15.5
						Río Jarriñan	4999886	41.5
						Challanca – Jarriñan	4999887	1.9
						Río Challanca	4999888	25.6
						Río Palca	4999889	96.1
			CACANSAMAYO CAYCHAPAMPA	499987	728,1	Baja de la IntercuencaSepramayo-Caychapampa	4999871	40.3
						Quebrada Chalhuanca	4999872	71.1
						Anchayaque – Chalhuanca	4999873	148.2
						Río Anchayaque	4999874	48.1
						Quilcata Mayo-Anchayaque	4999875	30.2
						Río Quilcata Mayo	4999876	170.9
						Chaiña-Quilcata Mayo	4999877	115.2
						Río Chaiña	4999878	42.6
						Alta de la Intercuenca Sepramayo-Caychapampa	4999879	61.5
			CAYCHAPAMPA CHIROLLORA	499985	432,9	Baja de la intercuencaCaychapampa-Chillorolla	4999861	43.1
						Río Cascamayo	4999862	148.7
						Tahuaycullo – Cascamayo	4999863	41.9
						Río Tahuaycullo	4999864	46.8
						Tres Vados –Tahuaycullo	4999865	4.6
						Río Tres Vados	4999866	100.8
						Pararani -Tres Vados	4999867	2.8
						Quebrada Pararani	4999868	20.6
						Alta de la IntercuencaCaychapampa-Chillorolla	4999869	23.6
			QUEBRADA CAYCHAPAMPA	499986	240,1	Baja de la Cuenca Caychapampa	4999851	0.7
						Quebrada Huacahuaca	4999852	30.8
						Huacahuaca – Fauce	4999853	1.9
						Quebrada Fauce	4999854	31.2
						Fauce – Paracollo	4999855	4.0
						Quebrada Paracollo	4999856	26.5
						Paracollo-Querque	4999857	12.7

Continúa el cuadro en la página siguiente:

Viene de la página anterior.

CUENCA NIVEL 5	CODIGO	AREA (Km.²)	CUENCAS INTERCUENCA NIVEL 6	CODIGO	AREA (Km.²)	CUENCAS/INTERCUENCAS NIVEL 7	CODIGO	AREA (Km²)
RIO VELILLE	49998	3694,1	RIO CHIROLLORA	499984	316,3	Baja de la cuenca Chillorolla	4999841	16.1
						Quebrada Marcapata	4999842	38.6
						Sacrane - Marcapata	4999843	73.8
						Quebrada Sacrane	4999844	20.5
						Huayllachane - Sacrane	4999845	22.8
						Quebrada Huayllachane	4999846	22.0
						Telaracaca - Huayllachane	4999847	15.6
						Quebrada Telaracaca	4999848	48.0
						Alta de la Cuenca Chillorolla	4999849	58.9
			CHIROLLORA UCUCHA	499983	759,2	Baja de la IntercuencaChillorolla-Ucucha	4999831	280.5
						Quebrada Suco Suco	4999832	37.8
						Ulloa - Suco Suco	4999833	4.1
						Quebrada Ulloa	4999834	64.3
						Limamayo - Ullpa	4999835	105.9
						Río Limamayo	4999836	152.8
						Quencohuaycco - Limamayo	4999837	26.9
						Quebrada Quencohuaycco	4999838	62.9
						Alta de la IntercuencaChillorolla-Ucucha	4999839	24.0
			RIO UCUCHA	499982	193	Baja de la Cuenca Ucucha	4999821	1.9
						Quebrada Umaspata	4999822	25.6
						Condorjaja - Umaspata	4999823	3.3
						Quebrada Condorjaja	4999824	10.2
						Kepuro - Condorjaja	4999825	12.8
						Quebrada Kepuro	4999826	4.5
						Millohuaycco - Kepuro	4999827	25.9
						Quebrada Millohuaycco	4999828	43.8
						Quebrada Juccucha	4999829	65.0
			BAJA RIO VELILLE	499981	36,8	____	___	36.8

***Fuente**: Proyecto "Mapa hidrográfico e Inventario de Fuentes de Aguas Superficiales Ámbito ATDR Sicuani" (MAHIFAS)*

4.1.4 OBJETIVOS DEL ESTUDIO.

- Evaluación de los rendimientos hídricos de la cuenca del rio Velille.
- Evaluación de las máximas avenidas esperadas en la bocatoma de la P.C.H. Tincoc.

Para lograr estos propósitos se ha utilizado toda la información hidrológica disponible y se ha hecho uso de relaciones de áreas de cuencas, precipitación y escorrentía.

Estos procedimientos son aplicables cuando no se tienen registros de caudales en los puntos de interés, como es el caso. Por tanto resulta de mucha importancia la evaluación sistemática de las estaciones disponibles, consistenciar la información de tal manera de validar los resultados obtenidos.

Para el caso de máximas avenidas, resulta de importancia el conocimiento de las características físicas de la cuenca. El conocimiento del tipo de suelo, cobertura vegetal, pendientes y la identificación de la existencia de glaciares. Adicionalmente, para el caso de la determinación de la precipitación de diseño se ha recurrido a las estaciones más cercanas al área de estudio.

Toda esta información y metodologías aplicables hacen que los resultados sean confiables para el nivel de estudio que se persigue.

4.2 LINEAMIENTO DEL ESTUDIO HIDROLÓGICO

4.2.1 DESCRIPCION GENERAL

Los análisis de este estudio están orientados a través de los siguientes aspectos del diseño:

- El análisis de disponibilidad de agua a diferentes niveles de persistencia.
- Análisis de avenidas máximas.

La finalidad del proyecto consiste en la construcción de la “PCH Tincoc”, que permitiría incrementar la producción actual de energía; por lo tanto los análisis están orientados al diseño de las obras y operación correspondientes a la mejor alternativa.

Las tareas principales de la hidrología para alcanzar los objetivos planteados por el Proyecto son las siguientes:

- **Recopilación y Procesamiento de Datos.** Una vez obtenidos los datos correspondientes, se hace una verificación de la homogeneidad y consistencia de los mismos. En las estaciones con datos incompletos, se

procede a un relleno estadístico con correlaciones de los vacíos que existen en el período de registro de interés.

- **Desarrollo de Series de Caudales**. En base a los datos procesados de precipitación de las diferentes estaciones, se generan series sintéticas de caudales en el sitio de interés donde se prevé el proyecto. En el presente estudio se hace uso del modelo de generación de caudales de Lutz Scholz aplicada a la sierra peruana.

- **Análisis de Frecuencia de Avenidas.** Con las precipitaciones máximas históricas registradas en estaciones cercanas, se procede a un análisis de frecuencia de avenidas. La distribución probabilística escogida resulta en los valores de máximas avenidas esperadas para los períodos de retorno en las obras correspondientes.

4.2.2 DELIMITACION DE LA CUENCA

La delimitación de la Cuenca del rio Velille, se realizó sobre una base cartográfica siguiendo las líneas divisorias de aguas o líneas de Altas Cumbres según cada sistema fluvial y topografía superficial del terreno, considerando como punto más bajo o desembocadura del sistema hidrográfico (2590 msnm), hasta su confluencia con el rio Apurímac.
Para un estudio preliminar se usó las Cartas Nacionales a escala 1:100,000 con curvas de nivel cada 50 m, para su sistematización en el sistema de información geográfica (SIG). **VER PLANO 1-1**

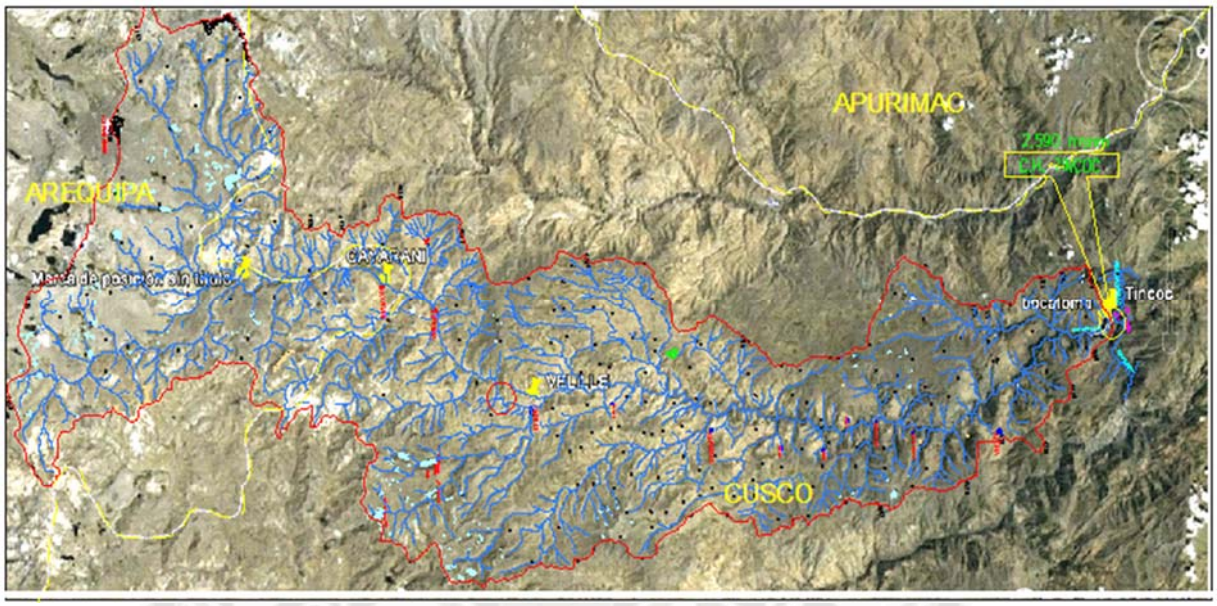


Figura N° 2.- *Imagen Satelital - Delimitación de la Cuenca del rio Velille.*
***Fuente**: Elaboración Propia.*

4.3 PRECIPITACIÓN MEDIA DE LA CUENCA

A. GENERALIDADES

La precipitación, como parámetro muy importante en la hidrología, se origina parcialmente por las corrientes húmedas que suben a través de la evaporación a la atmosfera, donde las temperaturas predominantes son frías, lo que hace provocar la caída de las lluvias, por efecto del enfriamiento brusco de este.

Las lluvias por encima de los 3500 a 5000 m.s.n.m. pueden ser de características solidas o liquidas, evidenciando a mayores alturas precipitaciones generalmente solidas.

La cuenca en estudio abarca aproximadamente los 3700 km2. y se encuentra ubicada entre altitudes de 2500 y 5450 m.s.n.m., presentando precipitaciones anuales entre 500 y 1000 mm.

En la cuenca de interés los registros de lluvias son escasos, por dicho motivo, para estimar las precipitaciones de la zona en estudio, fue necesario recurrir a la información de estaciones ubicadas en la cuenca del rio Apurímac y cuencas vecinas, razón por la cual se ha tenido que regionalizar la cuenca en base a estaciones cercanas. Sin embargo, no todas las estaciones cercanas son confiables, algunas han dejado de operar, otras han estado inoperativas por

lapsos prolongados de tiempo, y otras contienen datos no consistentes. Por lo tanto, se han seleccionado 06 estaciones representativas con un período de registro de 45 años de precipitación total mensual (1964-2008).

CUADRO N°3.- ESTACIONES BASE.

ESTACIÓN	TIPO	LATITUD		LONGITUD		ALTITUD	PRECIPITACION PROM.	DISTRITO	PROVINCIA	DPTO.
		°	'	°	'	msnm	mm			
Cusco	CP	13	32	71	56	3,312	699	Wanchaq	Cusco	Cusco
Kayra	MAP	13	34	71	54	3,219	658	Cusco	Cusco	Cusco
Yauri	PLU	14	19	71	25	3,927	778	Yauri	Espinar	Cusco
Livitaca	PLU	14	19	71	41	3,741	1,068	Livitaca	Chumbivilcas	Cusco
Caylloma	PLU	15	11	71	46	4,320	750	Caylloma	Caylloma	Arequipa
Angostura	CO	15	11	71	35	4,155	786	Caylloma	Caylloma	Arequipa
MAP =		Metereológica - agrológica - Principal						**CP =**	Climatológica Principal	
PLU =		Metereológica - Pluviométrica						**CO =**	Climatológica Ordinaria	

Fuente: *Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)*

B. REVISIÓN Y ANÁLISIS DE LOS REGISTROS

La información pluviométrica existente fue analizada y tratada haciendo uso del software “Sistema de Información Hidrológica SIH2000”.

El Sistema de Información Hidrológica “SIH 2000” es un programa de almacenamiento, gestión, análisis y modelación de la información relacionada con los recursos hídricos en las cuencas del país. La primera versión del SIH ha sido presentada en abril de 1999 y la que se ha utilizado corresponde al SIH 2000. Este programa contiene las más modernas técnicas de la ciencia Hidrológica, Estadística e Informática. Por lo tanto el programa permite realizar las siguientes tareas y análisis:

- Sistema de Base de Datos
- Análisis de consistencia y corrección de la información (climatológica e hidrométrica)
- Completación y extensión de la información.
- Pruebas de bondad de ajuste
- Modelación estocástica

Complementariamente a los respectivos módulos de programa desarrolla una conexión con los programas o software de uso estándar en hidrología: HEC4 (Hidrologycal Engineering Center) y SAMS para la completación y modelación estocástica de las series de tiempo hidrológicas.

El programa ha sido desarrollado en la Intendencia de Recursos Hídricos (Ex-Dirección General de Aguas y Suelos DGAS) del Instituto Nacional de Recursos Naturales INRENA.

Los registros analizados corresponden a las estaciones de: Cusco, Kayra, Livitaca, Yauri, Caylloma y Angostura. La información utilizada comprende el período 1964/65 al 2007/08. Debido a la discontinuidad de registros en algunas estaciones como Livitaca y Yauri, se ha efectuado la completación de datos, los cuales han sido evaluados para verificar que los datos no presentan Saltos o Tendencias y mediante las pruebas estadísticas de Chi Cuadrado y Smirnov Kolmogorov del programa "SIH2000" se ajustan a la Distribución Normal.

C. ANÁLISIS REGIONAL DE LA PRECIPITACIÓN

Para efectuar este análisis se consideran estaciones índices, que resultan de un proceso previo de segmentación, entre las estaciones existentes en la cuenca, considerando criterios de homogeneidad espacial de topografía, suelo, vegetación y otros. Luego se utilizó el modelo de regionalización de las precipitaciones medias mensuales utilizando ecuaciones de influencia con factores determinados en base a la ponderación de la influencia altitudinal con la precipitación y geográfica (influencia espacial).

En resumen comprende las siguientes etapas:

- Determinación de los coeficientes de influencia altitudinal y geográfica en función a las estaciones índice consideradas: Cusco, Kayra, Livitaca, Yauri, Caylloma y Angostura. Estos coeficientes se muestran en el Cuadro N° 4.
- Generación de la precipitación areal (extensión de registros), sobre la cuenca (Cuadro N° 5). De los datos de precipitación generados se ha determinado la media de los módulos pluviométricos anuales, así como las precipitaciones al 75% de persistencia.

CUADRO N°4.- ECUACIONES CON FACTORES DE INFLUENCIA SEGUN ESTACIONES BASE

CODIGO	ESTACION	Latitud				Longitud				Altitud Media	FACTORES DE CORRECCION ALTITUDINAL Y PLUVIOMETRICA (ai)	FACTORES DE INFLUENCIA GEOGRAFICA (bi)
		o	'	"	conv.	o	'	"	conv.		M. VELILLE	M. VELILLE
	ESTACIONES BASE (E_i)											
E1	CUSCO	13	32	0	13.53	71	56	0	71.93	3,312.00	0.96 - -	0.106
E2	KAYRA	13	33	0	13.55	71	51	0	71.85	3,219.00	0.99 - -	0.109
E3	YAURI	14	19	0	14.32	71	25	0	71.42	3,927.00	1.02 - -	0.186
E4	LIVITACA	14	19	0	14.32	71	41	0	71.68	3,741.00	0.71 - -	0.315
E5	CAYLLOMA	15	11	0	15.18	71	46	0	71.77	4,320.00	1.17 - -	0.148
E6	ANGOSTURA	15	11	0	15.18	71	35	0	71.58	4,155.00	1.07 - -	0.137
	ESTACIONES EN ESTUDIO (E.E.i)											
E.Velille	CUENCA RIO VELILLE	14	32	32.6	14.54	71	53	55	71.90	4,050.00		

ECUACIONES DE PRECIPITACION DE LAS ESTACIONES EN ESTUDIO EN FUNCION DE LAS ESTACIONES BASE (E.E.i = SUMATORIA ai x bi x Ei)	
E.Velille =	0.101 ***x E1 +*** *0.107* ***x E2 +*** *0.190* ***x E3 +*** 0.223 ***x E4 +*** 0.173 ***x E5 +*** 0.146 ***x E6***

Fuente : Cartas Nacionales 1/100.000, SENAMHI

CUADRO N°5

REGISTRO HIDROMETEOROLOGICO GENERADO - CUENCA RIO VELILLE

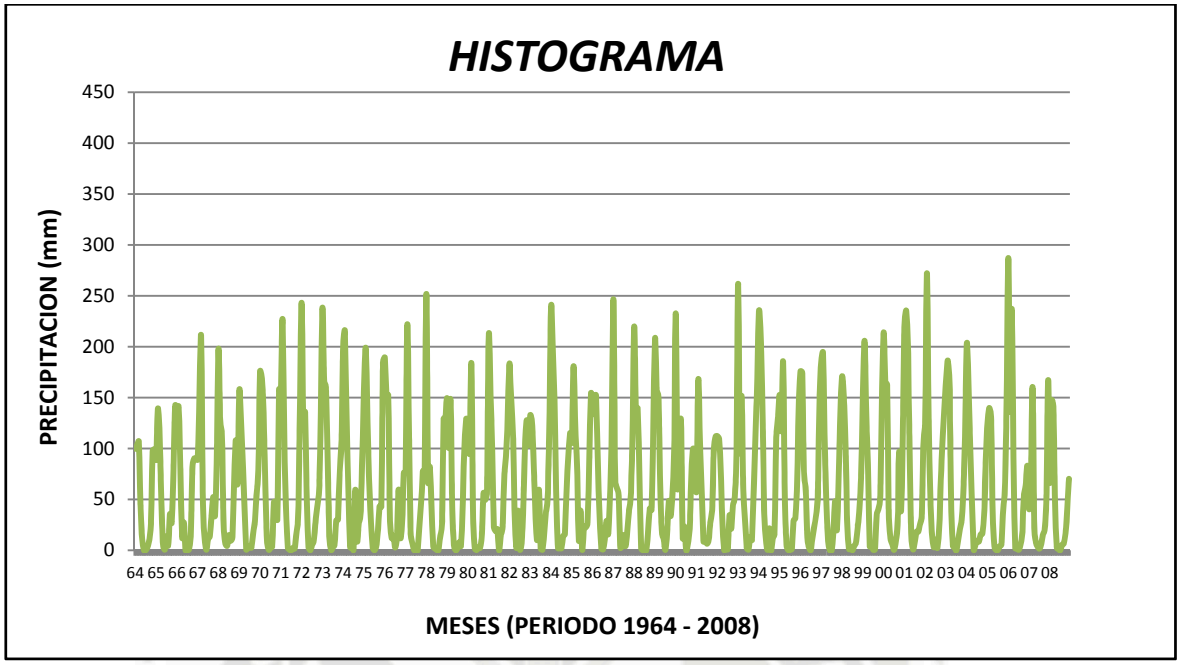
Precipitación Mensual Acumulada (mm)

CUENCA RIO VELILLE LAT: 14.54 Departamento CUSCO
LONG: 71.90 Provincia : MULTIPROVINCIAL
ALT: 4,050 msnm Distrito : MULTIDISTRITAL

ITEM	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	MEDIA
1	1964	99.70	103.17	106.83	43.92	9.02	0.00	0.00	3.18	9.47	25.90	97.87	99.20	**598.3**	**49.9**
2	1965	89.65	138.95	114.14	49.42	4.56	0.55	13.63	4.97	35.57	27.26	77.86	141.65	**698.2**	**58.2**
3	1966	120.68	140.65	79.43	13.07	27.27	0.00	0.00	0.95	15.03	82.90	90.11	89.79	**659.9**	**55.0**
4	1967	89.02	150.13	208.45	46.82	10.64	0.53	11.40	13.71	34.07	52.32	34.28	89.50	**740.9**	**61.7**
5	1968	197.70	126.74	113.47	22.68	6.47	4.41	14.84	9.25	12.29	65.03	108.12	65.36	**746.4**	**62.2**
6	1969	156.14	126.89	87.98	44.21	0.83	2.66	3.87	2.65	16.75	27.92	55.60	76.33	**601.8**	**50.2**
7	1970	175.70	169.82	137.09	66.01	8.51	0.55	2.46	3.70	46.98	40.85	30.70	158.12	**840.5**	**70.0**
8	1971	153.87	226.71	106.85	41.32	2.75	0.57	0.00	2.36	1.77	17.09	31.86	138.66	**723.8**	**60.3**
9	1972	243.07	119.65	135.48	49.06	2.97	0.00	4.98	9.22	27.33	43.29	54.46	125.72	**815.2**	**67.9**
10	1973	237.90	166.90	160.23	92.54	11.84	0.47	2.92	5.36	29.23	30.33	78.77	104.28	**920.8**	**76.7**
11	1974	202.45	215.16	121.68	59.30	3.38	10.74	1.02	59.49	9.46	26.72	33.86	90.81	**834.1**	**69.5**
12	1975	157.93	198.61	131.29	66.28	29.44	2.73	0.00	3.01	18.22	43.18	42.83	184.70	**878.2**	**73.2**
13	1976	189.51	151.66	152.40	28.97	11.93	14.09	2.68	11.46	59.61	12.48	25.71	76.24	**736.8**	**61.4**
14	1977	75.97	221.78	114.63	14.94	6.59	0.00	2.26	0.00	25.20	45.91	77.84	79.39	**664.5**	**55.4**
15	1978	251.85	67.28	82.15	41.82	3.55	1.76	0.32	0.17	13.68	23.67	129.29	129.78	**745.3**	**62.1**
16	1979	148.80	100.41	147.47	38.69	3.85	0.00	1.98	7.92	4.32	43.82	104.75	129.09	**731.1**	**60.9**
17	1980	126.13	96.14	183.13	31.08	1.81	0.22	2.74	2.39	13.35	55.89	49.58	55.53	**618.0**	**51.5**
18	1981	209.74	159.89	99.75	22.74	18.92	20.69	0.00	14.81	22.26	71.74	91.96	132.75	**865.2**	**72.1**
19	1982	183.44	145.50	117.39	34.16	2.21	38.93	0.89	6.51	44.32	104.39	127.86	102.90	**908.5**	**75.7**
20	1983	132.67	126.03	85.09	35.45	10.52	59.53	1.88	0.47	15.20	36.93	48.62	122.42	**674.8**	**56.2**
21	1984	238.94	195.96	147.41	52.86	2.18	2.28	2.07	14.02	16.05	62.48	92.58	115.23	**942.0**	**78.5**
22	1985	106.19	180.78	119.67	83.63	9.97	39.01	0.48	22.98	22.48	26.14	82.70	153.50	**847.5**	**70.6**
23	1986	142.66	133.84	151.01	84.14	34.33	1.90	0.82	10.15	28.87	16.13	54.26	109.90	**768.0**	**64.0**
24	1987	246.29	69.04	61.25	54.65	2.42	3.98	15.04	3.99	18.64	39.03	51.95	112.39	**678.7**	**56.6**
25	1988	219.73	136.58	139.50	74.92	2.05	0.00	1.33	0.00	18.23	41.03	39.67	116.48	**789.5**	**65.8**
26	1989	208.05	157.41	150.63	64.91	17.50	11.16	0.40	17.21	48.31	33.52	53.22	88.85	**851.2**	**70.9**
27	1990	232.61	61.94	81.65	127.58	12.42	23.35	0.37	6.99	19.20	75.29	99.76	87.59	**828.7**	**69.1**
28	1991	59.95	167.58	104.28	57.95	8.67	11.69	6.43	9.84	28.20	39.90	99.77	111.72	**706.0**	**58.8**
29	1992	112.15	109.31	77.39	22.62	0.00	13.87	1.13	34.23	21.16	44.15	51.28	88.67	**576.0**	**48.0**
30	1993	261.83	97.95	151.43	58.28	29.56	2.11	0.69	13.03	10.17	61.00	113.73	164.32	**964.11**	**80.34**
31	1994	234.66	211.46	144.98	41.21	9.01	0.57	21.56	0.00	11.90	16.22	109.22	129.86	**930.65**	**77.55**
32	1995	152.47	117.41	184.56	49.16	3.85	0.17	0.38	1.37	28.96	31.64	62.02	143.32	**775.32**	**64.61**
33	1996	175.99	174.58	75.89	60.94	11.42	2.24	0.37	14.78	23.54	33.64	55.03	149.14	**777.56**	**64.80**
34	1997	186.34	193.96	106.24	44.21	7.68	0.00	0.00	18.00	48.16	19.84	69.85	133.82	**828.10**	**69.01**
35	1998	170.71	151.17	103.37	23.72	1.23	2.79	0.00	4.26	7.39	21.75	40.07	74.14	**600.59**	**50.05**
36	1999	149.80	205.67	131.41	78.38	3.79	5.99	0.41	0.89	34.82	40.44	50.37	145.21	**847.19**	**70.60**
37	2000	213.96	164.63	162.57	34.23	11.12	6.01	0.40	8.06	23.32	96.85	38.16	105.27	**864.59**	**72.05**
38	2001	221.45	235.56	205.42	95.56	12.09	0.76	8.41	18.28	18.31	25.70	33.19	107.20	**981.91**	**81.83**
39	2002	127.30	272.16	130.14	51.44	13.45	2.88	10.46	2.21	18.81	67.41	107.95	138.70	**942.92**	**78.58**
40	2003	165.77	186.47	169.83	44.34	4.26	2.94	0.00	9.84	20.53	29.24	55.86	114.65	**803.76**	**66.98**
41	2004	202.61	162.82	99.65	48.68	0.62	5.53	9.36	8.61	15.44	16.50	32.71	90.79	**693.32**	**57.78**
42	2005	125.93	139.83	131.66	33.81	3.17	0.15	0.31	3.93	5.86	40.17	59.19	147.95	**691.97**	**57.66**
43	2006	287.10	136.44	236.74	84.74	2.07	2.01	0.49	4.90	15.30	53.84	63.27	82.53	**969.44**	**80.79**
44	2007	40.36	65.87	159.91	20.69	7.34	3.19	1.69	6.27	15.55	20.33	51.58	167.23	**560.02**	**46.67**
45	2008	66.22	147.17	141.03	42.79	2.59	1.10	0.11	5.31	6.75	16.06	40.19	70.15	**539.48**	**44.96**
Nº DATOS		45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
MEDIA		168.69	151.73	130.06	50.62	8.66	6.76	3.35	8.91	21.78	41.02	66.65	114.24	**772.46**	64.37
DESV.STD		59.10	47.10	37.65	23.40	8.12	12.00	5.01	10.29	12.67	21.51	28.62	30.15	118.34	9.86
C.V.		0.35	0.31	0.29	0.46	0.94	1.78	1.50	1.16	0.58	0.52	0.43	0.26	0.15	0.15
P.MAXIMA		287.10	272.16	236.74	127.58	34.33	59.53	21.56	59.49	59.61	104.39	129.29	184.70	981.91	81.83
P.MINIMA		40.36	61.94	61.25	13.07	0.00	0.00	0.00	0.00	1.77	12.48	25.71	55.53	539.48	44.96

Fuente: *SENAMHI*

Diciembre - abril	615.33	80%
Mayo - noviembre	157.13	20%



Fuente: *Elaboración Propia.*

CUADRO N° 6.- PRECIPITACION MEDIA AL 75%

Área de Interés	P media (mm)	P 75% (mm)
Cuenca Rio Velille	772	575

Fuente: *Elaboración Propia.*

D. DISTRIBUCIÓN ESTACIONAL DE LAS PRECIPITACIONES

En los meses de diciembre-abril la precipitación es del orden de 615 mm. que representa el 80% de la lluvia que precipita durante el año y de 157 mm. que representa el 20% correspondiente al período de transición y seco.

E. PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS

Para este parámetro se ha considerado la información de la estación CO Yauri, que cuenta con un período de registros de 24 años (1964 – 1992).

Para la extensión de las precipitaciones máximas a la cuenca en estudio, se ha considerado un factor de influencia altitudinal, definido como la relación entre la altitud del punto de interés y de la estación.

4.3.1 CAUDAL

Los caudales naturales de la zona provienen en su mayor parte de la precipitación de la zona, y en menor proporción de lagunas, filtraciones de aguas retenidas por la cuenca, y deshielos de los pocos nevados existentes.

A nivel de toda la cuenca no existen estaciones hidrométricas, sin embargo algunas instituciones como Electro Sur Este y el proyecto especial Plan Meriss Inka del gobierno Regional del Cusco,

han efectuado aforos puntuales en diferentes puntos a lo largo de la cuenca, los cuales ameritan hacer referencia sobre todo para correlacionarlos con los caudales generados:

CUADRO N° 7.- AFOROS RIO VELILLE

INSTITUCION	RIO	FECHA AFORO	UBICACIÓN UTM		AFORO (M3/S)	AREA DE LA CUENCA (KM2)	RELACION DE AREAS
			ESTE	NORTE			
ELECTRO SUR ESTE	VELILLE	13-ago-08	182637	8468624	16.048	3694	1.00
PLAN MERISS INKA	VELILLE	19-sep-07	176425	8381411	3.129	1366	0.37
PLAN MERISS INKA	VELILLE	22-oct-07	176425	8381411	2.433	1366	0.37
PLAN MERISS INKA	VELILLE	28-nov-06	176425	8381411	3.741	1366	0.37
PLAN MERISS INKA	VELILLE	12-nov-07	176425	8381411	1.799	1366	0.37

Fuente: *Aforos realizados por ELSE y PMI.*

La Tabla muestra una relación de área de influencia con el fin de aplicar una relación (Caudal – Área) de la Cuenca, podemos deducir que el año 2008 ha sido un año lluvioso en la zona por cuanto no guarda relación con los caudales aforados en años anteriores. Esto supone que en el análisis de caudales generados se debe tomar muy en cuenta los cambios climatológicos que se están generando a nivel regional y mundial en lo referente al calentamiento global, que está determinando una disminución paulatina de los rendimientos hídricos anuales a nivel de todas las cuencas. Este efecto es muy importante considerarlo para efectuar las proyecciones y considerar de manera conservadora los resultados del análisis. Es notable ver por ejemplo la información del mes de noviembre 2007, donde el caudal registrado en el mismo mes del año 2006 representa el 50% de dicho caudal, dato que modifica radicalmente los criterios adoptados en los modelos hidrológicos aplicados a la zona.

4.4 ATMOSFERA, TEMPERATURA, RADIACIÓN SOLAR, LA HUMEDAD ATMOSFÉRICA, VIENTOS Y EL CLIMA

La precipitación, temperatura, vientos, humedad relativa, evaporación y nubosidad son algunos de los parámetros climáticos importantes que permiten la caracterización del clima. A continuación se evalúan algunos parámetros mencionados.

4.4.1 LA ATMOSFERA

En el área del proyecto existe una carretera de transito medio en donde el flujo vehicular es de específicamente camionetas y minibuses de transporte de pasajeros, y ocasionalmente camiones de alto tonelaje, esto hace que el aire tenga partículas en suspensión por los gases emitidos por los vehículos así como polvillo en suspensión.

La calidad del aire es respirable y no afecta al microclima característico de la cuenca, favoreciendo al desarrollo de la flora y fauna propia del lugar.

4.4.2 LA TEMPERATURA

La variación de la temperatura es muy significativa en toda la extensión de la cuenca ya que va desde los 2600 hasta los 4500 msnm en su cota más elevada La temperatura media anual es de 19.4 °C, la temperatura media mínima es de 6.8°C, siendo el mes más frígido julio con 0.8 °C.

4.4.3 LA RADIACIÓN SOLAR

La radiación solar debe ser considerada como el factor más importante del ciclo hidrológico. Produce variaciones de calor que se traducen en una mayor o menor evaporación.

Radiación Directa y Difusa.- La radiación de energía radiante en los confines de la atmosfera es de unos 2 cal gr/cm en 2/min. Durante su recorrido a través de la atmosfera terrestre, la radiación se debilita por dispersión, en las moléculas de aire seco, y por absorción. El resto de radiación solar que llega a la tierra constituye la radiación directa.

La radiación difusa, es la que proviene de la radiación solar previamente dispersa en la atmosfera. Puede a veces, exceder en intensidad a la radiación directa.

Cuando ambas radiaciones inciden sobre los objetos, una parte se refleja nuevamente en el aire donde a su vez vuelve a reflejar.

En el área de influencia del proyecto, la energía solar media disponible al año varía desde 5.0 a 6.0 Kilowatts hora/m2 (Kwh/m2).

4.4.4 LA HUMEDAD ATMOSFÉRICA

Este factor expresara el contenido de vapor de agua de la atmosfera, vapor de agua que proviene de la evaporación que tiene lugar en los espejos de agua, en los suelos húmedos o a través de las plantas.

Su interés viene por dos motivos fundamentales: por ser el origen de las aguas que caen por precipitación y porque determina en cierto modo la velocidad con que tiene lugar la evaporación.

De acuerdo a los registros, la humedad relativa máxima media anual varía entre 70% a 80%.

4.4.5 LOS VIENTOS

Es un factor importante en el ciclo hidrológico porque influye en el transporte del calor y de la humedad y en el proceso de la evaporación.
El viento produce olas en los embalases, olas cuya altura es necesario calcular para determinar la altura de las presa.

Respecto a la dirección del viento, los vientos del Nor-Oeste fueron los predominantes, la velocidad promedio es de 2.6m/s, y por la tarde se incrementa los vientos a (<4.4 m/s).

4.4.6 EL CLIMA

En la zona de proyecto se observan valles estrechos, profundos y empinados contrafuertes andinos con escasa vegetación. El clima es cálido aunque ligeramente húmedo y con escasas lluvias en verano. Su clima primaveral hace que sea una región eminentemente frutícola.

La cuenca, se extiende en diferentes pisos ecológicos que se inician desde los 2400 m.s.n.m. hasta los 4800, condicionando las variaciones climáticas,

determinando cambios a nivel macro climático como la temperatura y la precipitación pluvial. Estos cambios climatológicos se dan de acuerdo a las estaciones del año. En conclusión, las temperaturas se dan de acuerdo a los pisos ecológicos presentes en cada zona y a cada estación.

4.5 EVAPORACIÓN Y EVOTRANSPIRACIÓN

El balance hídrico opone la precipitación, que representa el ingreso de agua al medio, con la evapotranspiración real (ETR), que representa la salida de agua. La evaporación es una etapa permanente del ciclo hidrológico. Hay evaporación en todo momento y desde toda superficie húmeda. Considerada como un fenómeno puramente físico, la evaporación es el pasaje del agua al estado de vapor; sin embargo hay otra evaporación, la provocada por la actividad de las plantas y que recibe el nombre de transpiración.

Se entiende por evapotranspiración a la suma del agua perdida en la atmosfera por la evaporación desde cualquier superficie evaporante y por la transpiración de la vegetación. Es decir, que incluye toda el agua que pasa a la atmosfera desde la superficie terrestre, considerada en su conjunto de superficies descubiertas con vegetación, suelos húmedos, superficiales libres de agua, etc.

Factores.-

De todos los factores que intervienen en la evaporación, los principales son los meteorológicos: radiación solar, temperatura del aire, la presión de vapor, el viento y en menor grado la presión atmosférica. Estos factores son los que provocan la evaporación. Debido a que la radiación solar es el factor más importante, la evaporación varía con la latitud, época del año, hora del día y condiciones de nubosidad.

Cálculo de la evapotranspiración (Eo), Método del Nomograma de Penman:

- Temperatura media del aire en °C (t)
- Humedad relativa (h)
- Velocidad media del viento a 2m. de altura, en m/seg. (U2)
- Duración relativa de la insolación (n/D)
- Duración de insolación efectiva (medida por un heliógrafo (n)
- Duración del día astronómico, desde salida hasta la puesta del sol, (D)

- Valor de Angot (RA). Cantidad de radiación solar, en calorías por día en un plano horizontal de 1 cm2, entrante en los límites exteriores de la atmosfera. Está en función de la posición geográfica y época del año.

CUADRO N° 8.- PARAMETROS (RA) PARA EL CALCULO DE Eo NOMOGRAMA PENMAN

Lat. Sur	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
0°	885	915	923	900	850	820	830	870	905	910	890	875
10°	965	960	915	840	755	710	730	795	**875**	935	955	960
20°	1020	975	885	765	650	590	615	705	**820**	930	1000	1025
30°	1050	965	830	665	525	460	480	595	750	900	1020	1065
40°	1055	925	740	545	390	315	345	465	650	840	995	1080
50°	1035	865	640	415	250	180	205	325	525	760	975	1075

Fuente: *Hidrología - W. Chereque, 1989.*

Datos para el cálculo:

t = 25°C
h = 0.75
U_2 = 3 m/seg
n/D = 0.5
RA = 853$\frac{cal}{cm2-dia}$

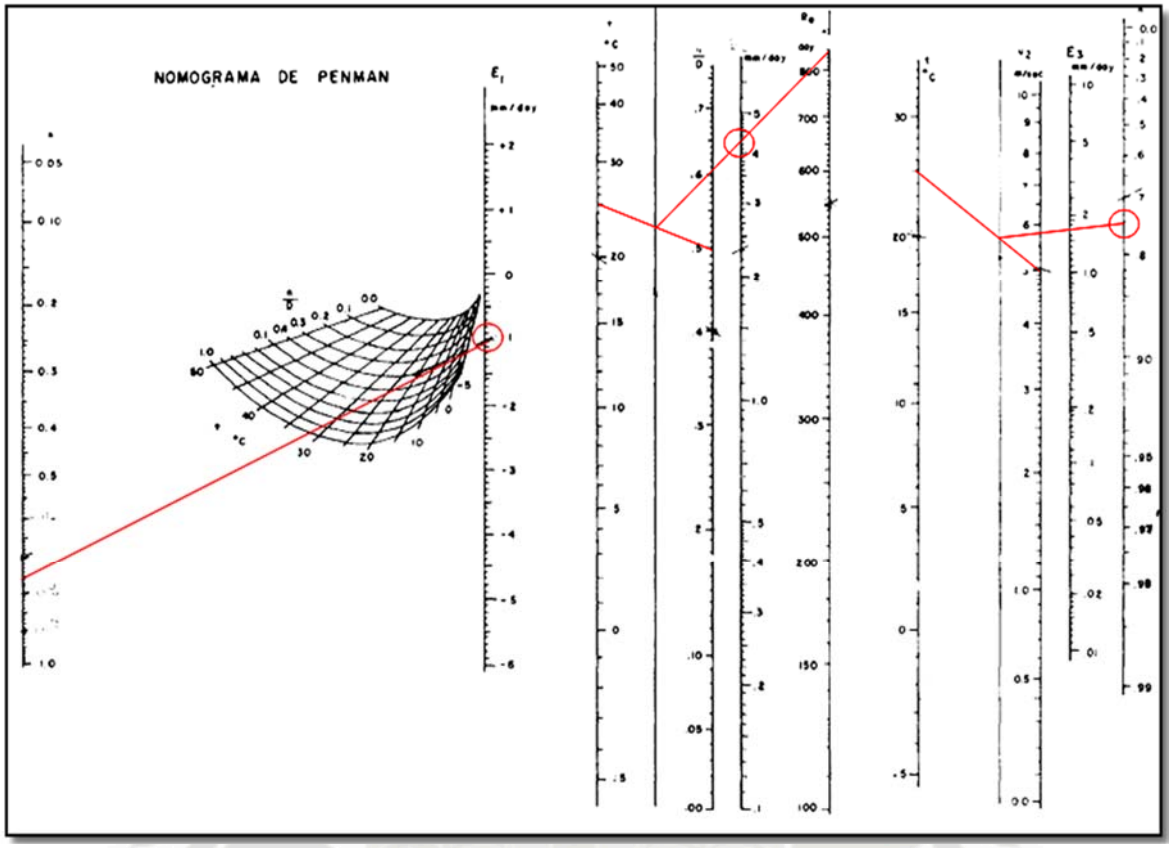
Según el Nomograma de Penman para los datos dados se obtiene que:

E1 = -1.0 mm/día
E2 = +4.4 mm/día
E3 = +7.5 mm/día

Evapotranspiración Eo, en mm/día:

Eo = E1 + E2 + E3
= -1 + 4.4 + 7.5
= 10.9 mm/día

Nomograma de Penman



Fuente: *Nomograma de Penman. Fuente: Hidrología - W. Chereque, 1989.*

4.6 EVALUACIÓN HIDRÁULICA DE LA CUENCA

4.6.1 SISTEMA HIDROGRÁFICO Y RECURSOS HÍDRICOS

El análisis de disponibilidad de agua comprende la revisión y complementación de los datos de precipitación en las estaciones existentes, así como la generación de información pluviométrica en los puntos de interés del proyecto, y determinar los caudales que puede utilizarse en las alternativas del proyecto.

4.6.2 CARACTERÍSTICAS FISIOGRÁFICAS DE LA CUENCA

A. ALTITUD MEDIA DE LA CUENCA

La altitud media de una cuenca es aquella para la cual el 50 % del área de la cuenca está situado por encima y el 50 % está situada por debajo; se determina a partir de la curva hipsométrica.

Am = 4.050 m.s.n.m.

B. INDICE DE COMPASIDAD O DE GRAVELIUS

Coeficiente adimensional que nos da una idea de la forma de la cuenca. Si Ic= 1, la cuenca será de forma circular. En general "Ic" es mayor que 1.

$$K_e = 0.2821 \,.\frac{P}{\sqrt{S}}$$

Donde:
P = Perímetro de la cuenca en Km = 477 Km.
S = Superficie de la cuenca en Km² = 3.694 Km2

$$l_c = 2.1$$

C. FORMA DE LA CUENCA

La forma de la cuenca afecta los hidrogramas de escorrentía y las tasas de flujo máximo representado por la siguiente expresión.

$$Rf = \frac{A}{{L_0}^2}$$

Donde:
Rf = Factor de Forma
A = Área física de la cuenca (Km2) = 3.694 Km2
Lo = Longitud del cauce principal. = 195,25 Km

$$Rf = 0.10\ (Forma\ alargada\ rectangular)$$

4.6.3 PARAMETROS GEOMORFOLOGICOS

Son parámetros que cuantifican la configuración física y morfológica de la cuenca; en seguida se detallan los principales parámetros considerados para este análisis.

A. AREA DE LA CUENCA

Se refiere al área proyectada sobre un plano horizontal, medida dentro de los límites de la cuenca siguiendo la línea de "divortiumacuarium".

S = 3.694 Km²

B. PERIMETRO DE LA CUENCA

Es el contorno que delimita el área de la cuenca, igual a la longitud de la línea de "divortiumacuarium".

P =477 Km.

C. PENDIENTE DE LA CUENCA

Este parámetro es muy importante en el análisis de la Cuenca, ya que influye en el tiempo de concentración del agua en un determinado punto del cauce, Existen diferentes criterios para la determinación de la pendiente siendo estos:

- Criterio de Hortón
- Criterio de Nash
- Criterio de Alvord
- Criterio del rectángulo Equivalente.
- Criterio de Justin

Se hallara el valor de la pendiente, usando el Criterio de Justin.

CRITERIO DE JUSTIN:

$$S_c = \frac{(Cmax - Cmin)}{A^{0.5}}$$

Dónde:
Cmax= Cota del punto más alto = 5.438 msnm
Cmin= Cota del punto más bajo = 2.590 msnm
A = Área de la Cuenca = 3.694 Km2

Reemplazando se obtiene:

Sc= 0.047

D. CALCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Se usaron dos criterios para calcular el tiempo de concentración

- Según la fórmula propuesta por el **Servicio de Conservación de Suelos** (SCS), para hallar el tiempo de concentración se tiene que:

$$t_c = \frac{4.3611.L^{0.8}.\left[\frac{1000}{CN} - 9\right]^{0.7}}{1900.S^{0.5}}$$

Donde:

t_c= Es el tiempo de concentración en horas

L = Longitud del cauce principal en metros,

CN = Es el número de curvas del SCS y

S =Es la pendiente en porcentaje.

- Según la fórmula de **GIANDOTTI:**

$$t_c = \frac{4.\sqrt{A} + 1.5.L}{0.8.\sqrt{Hz}}$$

- Según **KIRPICH:**

$$t_c = 0.0195.\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$$

Dónde:

Tc = Tiempo de concentración, en min.

L = Máxima longitud del recorrido, en m.

H = Diferencia de elevación entre los puntos extremos del cauce principal, en m.

CUADRO N° 9.- TIEMPO DE CONCENTRACION PROMEDIO

CUENCA	AREA	COTA MAX	COTA MIN	LONGITUD DEL CAUCE (Km.)	TIEMPO DE CONCENTRACION			
					Giandotti (Horas)	SCS (Horas)	KIRPICH (Horas)	Promedio (Horas)
	(Km²)	Altitud (m.s.n.m.)	Altitud (m.s.n.m.)					
RIO VELILLE	3.694	5,438	2,590	195,25	25.07	12.55	19.61	19,1

Fuente: *Elaboración Propia.*

4.7 DETERMINACION DE LOS CAUDALES MEDIOS MENSUALES MEDIANTE EL MODELO DETERMINISTICO DE LUZT SCHÖLZ

4.7.1 GENERALIDADES

Este modelo hidrológico, es combinado por que cuenta con una estructura determínistica para el cálculo de los caudales mensuales para el año promedio (Balance Hídrico - Modelo determinístico); y una estructura estocástica para la generación de series extendidas de caudal (Proceso markoviano - Modelo Estocástico). Fué desarrollado por el experto Lutz Scholz para cuencas de la sierra peruana, entre los años 1979-1980, en el marco de Cooperación Técnica de la República de Alemania a través del Plan Meriss II.

Determinado el hecho de la ausencia de registros de caudal en la sierra peruana, el modelo se desarrolló tomando en consideración parámetros físicos y meteorológicos de las cuencas, que puedan ser obtenidos a través de mediciones cartográficas y de campo. Los parámetros más importantes del modelo son los coeficientes para la determinación de la Precipitación Efectiva, déficit de escurrimiento, retención y agotamiento de las cuencas. Los procedimientos que se han seguido en la implementación del modelo son:

I. Cálculo de los parámetros necesarios para la descripción de los fenómenos de escorrentía promedio.
II. Establecimiento de un conjunto de modelos parciales de los parámetros para el cálculo de caudales en cuencas sin información hidrométrica. En base a lo anterior se realiza el cálculo de los caudales necesarios.
III. Calibración del modelo y generación de caudales extendidos por un proceso markoviano combinado de precipitación efectiva del mes con el caudal del mes anterior.

Este modelo fué implementado con fines de pronosticar caudales a escala mensual, teniendo una utilización inicial en estudios de proyectos de riego y posteriormente extendiéndose el uso del mismo a estudios hidrológicos con prácticamente cualquier finalidad (abastecimiento de agua, hidroelectricidad etc). Los resultados de la aplicación del modelo a las cuencas de la sierra peruana, han producido una correspondencia satisfactoria respecto a los valores medidos.

4.7.2 ECUACION DEL BALANCE HIDRICO

La ecuación fundamental que describe el balance hídrico mensual en mm/mes es la siguiente: [Fischer]

$$CM_i = P_i - D_i + G_i - A_i \qquad (1)$$

Donde:

CM_i = Caudal mensual (mm/mes)
P_i = Precipitación mensual sobre la cuenca (mm/mes)
D_i = Déficit de escurrimiento (mm/mes)
G_i = Gasto de la retención de la cuenca (mm/mes)
A_i = Abastecimiento de la retención (mm/mes)

Asumiendo:

I. Que para períodos largos (en este caso 1 año) el Gasto y Abastecimiento de la retención tienen el mismo valor es decir $G_i = A_i$, y
II. Que para el año promedio una parte de la precipitación retorna a la atmósfera por evaporación.

Reemplazando (P-D) por (C*P), y tomando en cuenta la transformación de unidades (mm/mes a m3/seg) la ecuación (1) se convierte en:

$$Q = c'*C*P*AR \qquad (2)$$

Que es la expresión básica del método racional.

Donde:
Q = Caudal (m3/s)
c' = Coeficiente de conversión del tiempo (mes/seg)
C = Coeficiente de escurrimiento
P = Precipitación total mensual (mm/mes)
AR = Area de la cuenca (m2)

4.7.3 COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO

Se ha considerado el uso de la fórmula propuesta por L. Turc:

$$C = \frac{P - D}{P} \quad (3)$$

donde:

C = Coeficiente de escurrimiento (mm/año)
P = Precipitación Total anual (mm/año)
D = Déficit de escurrimiento (mm/año)

Para la determinación de D se utiliza la expresión:

$$D = P \frac{1}{\left(0.9 + \frac{P^2}{L^2}\right)^{\left(\frac{1}{2}\right)}} \quad (4)$$

$$L = 300 + 25(T) + 0.05(T)^3 \qquad (4a)$$

Donde:
L = Coeficiente de Temperatura
T = Temperatura media anual (°C)

Dado que no se ha podido obtener una ecuación general del coeficiente de escorrentía para la toda la sierra, se ha desarrollado la fórmula siguiente, que es válida para la región sur:

$$\bar{C} = 3.16\, E12\, \left(P^{-0.571}\right)\left(EP^{-3.686}\right) \quad r = 0.96 \qquad (5)$$

$$\bar{D} = -1380 + 0.872(P) + 1.032(EP); \qquad r = 0.96 \quad (6)$$

Donde:
C = Coeficiente de escurrimiento
D = Déficit de escurrimiento (mm/año)
P = Precipitación total anual (mm/año)
EP = Evapotranspiración anual según Hargreaves (mm/año)
r = Coeficiente de correlación

La evapotranspiración potencial, se ha determinado por la fórmula de Hargreaves

$$EP = 0.0075(RSM)(TF)(FA) \qquad (7)$$

$$RSM = 0.075(RA)\sqrt{\left(\frac{n}{N}\right)}$$

$$FA = 1 + 0.06(AL)$$

Donde:

RSM = Radiación solar media
TF = Componente de temperatura
FA = Coeficiente de corrección por elevación
TF = Temperatura media anual (°F)
RA = Radiación extraterrestre (mm H2O / año)
(n/N) = Relación entre insolación actual y posible (%)
50 % (estimación en base a los registros)
AL = Elevación media de la cuenca (Km)

Para determinar la tempeatura anual se toma en cuenta el valor de los registros de las estaciones y el gradiente de temperatura de -5.3 °C 1/ 1000 m, determinado para la sierra.

4.7.4 PRECIPITACION EFECTIVA

Para el cálculo de la Precipitación Efectiva, se supone que los caudales promedio observados en la cuenca pertenecen a un estado de equilibrio entre gasto y abastecimiento de la retención. La precipitación efectiva se calculó para el coeficiente de escurrimiento promedio, de tal forma que la relación entre precipitación efectiva y precipitación total resulta igual al coeficiente de escorrentía.

Para fines hidrológicos se toma como precipitación efectiva la parte de la precipitación total mensual, que corresponde al déficit según el método del USBR (precipitación efectiva hidrológica es el antítesis de la precipitación efectiva para los cultivos).

A fin de facilitar el cálculo de la precipitación efectiva se ha determinado el polinomio de quinto grado:

$$PE = a_0 + a_1 P + a_2 P^2 + a_3 P^3 + a_4 P^4 + a_5 P^5 \qquad (8)$$

Donde:

PE = Precipitación efectiva (mm/mes)

P = Precipitación total mensual (mm/mes)

a_i = Coeficiente del polinomio

El cuadro 10 muestra los valores límite de la precipitación efectiva y el cuadro 4.2 muestra los tres juegos de coeficientes, a_i, que permiten alcanzar por interpolación valores de C, comprendidos entre 0.15 y 0.45.

CUADRO 10.- LÍMITE SUPERIOR PARA LA PRECIPITACIÓN EFECTIVA:

Curva I :	PE = P - 120.6 para P > 177.8 mm/mes
Curva II :	PE = P - 59.7 para P > 127.0 mm/mes
Curva III:	PE = P - 86.4 para P > 152.4 mm/mes

***Fuente**: Modelo deterministico-estocastico para la generacion de caudales en la Sierra Peruana - Luzt Scholz, 1980.*

CUADRO 11.- COEFICIENTES PARA EL CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN EFECTIVA:

	Curva I	**Curva II**	**Curva III**
a0	-0.018	-0.021	-0.028
a1	-0.0185	0.1358	0.2756
a2	+0.001105	-0.002296	-0.004103
a3	-1204 E-8	+4349 E-8	+5534 E-8
a4	+144 E-9	- 89.0 E-9	+124 E-9
a5	-285 E-12	-879 E-13	-142 E-11

***Fuente**: Modelo deterministico-estocastico para la generacion de caudales en la Sierra Peruana - Luzt Scholz, 1980.*

De esta forma es posible llegar a la relación entre la precipitación efectiva y precipitación total:

$$C = \frac{Q}{P} = \sum_{i=1}^{12} \frac{PE_i}{P} \qquad (9)$$

Donde:

C = Coeficiente de escurrimiento

Q = Caudal anual

P = Precipitación Total anual

$$\sum_{i=1}^{12} PE_i = Suma\ de\ la\ \ precipitación\ efectiva\ mensual$$

4.7.5 RETENCION DE LA CUENCA

Bajo la suposición de que exista un equilibrio entre el gasto y el abastecimiento de la reserva de la cuenca y además que el caudal total sea igual a la precipitación efectiva anual, la contribución de la reserva hídrica al caudal se puede calcular según las fórmulas:

$$R_i = CM_i - P_i \qquad (10.1)$$

$$CM_i = PE_i + G_i - A_i \qquad (10.2)$$

Donde:

CM_i = Caudal mensual (mm/mes)

PE_i = Precipitación Efectiva Mensual (mm/mes)

R_i = Retención de la cuenca (mm/mes)

G_i = Gasto de la retención (mm/mes)

A_i = Abastecimiento de la retención (mm/mes)

R_i = G_i para valores mayores que cero (mm/mes)

R_i = A_i para valores menores que cero (mm/mes)

Sumando los valores de G o A respectivamente, se halla la retención total de la cuenca para el año promedio, que para el caso de las cuencas de la sierra varía de 43 a 188 (mm/año).

4.7.6 RELACION ENTRE DESCARGAS Y RETENCION

Durante la estación seca, el gasto de la retención alimenta los ríos, constituyendo el caudal o descarga básica. La reserva o retención de la cuenca se agota al final de la estación seca; durante esta estación la descarga se puede calcular en base a la ecuación:

$$Q_t = Q_0 \, e^{-a(t)} \qquad (11)$$

Donde:

Q_t = descarga en el tiempo t

Q_o = descarga inicial

a = Coeficiente de agotamiento

t = tiempo

Al principio de la estación lluviosa, el proceso de agotamiento de la reserva termina, comenzando a su vez el abastecimiento de los almacenes hídricos. Este proceso está descrito por un déficit entre la precipitación efectiva y el caudal real. En base a los hidrogramas se ha determinado que el abastecimiento es más fuerte al principio de la estacion lluviosa continuando de forma progresiva pero menos pronunciada, hasta el final de dicha estación.

4.7.7 COEFICIENTE DE AGOTAMIENTO

Mediante la fórmula (11) se puede calcular el coeficiente de agotamiento "a", en base a datos hidrométricos. Este coeficiente no es constante durante toda la estación seca, ya que va disminuyendo gradualmente.

Con fines prácticos se puede despreciar la variacion del coeficiente "a" durante la estación seca empleando un valor promedio.

El coeficiente de agotamiento de la cuenca tiene una dependencia logarítmica del área de la cuenca.

$$a = f\left(Ln\ AR\right) \qquad (12)$$

$$a = 3.1249\ E\ 67\left(AR\right)^{-0.1144}\left(EP\right)^{-19.336}\left(T\right)^{-3.369}\left(R\right)^{-1.429} \qquad (12.a)$$

$$r = 0.86$$

El análisis de las observaciones disponibles muestran, además cierta influencia del clima, la geología y la cobertura vegetal. Se ha desarrollado una ecuación empírica para la sierra peruana:

En principio, es posible determinar el coeficiente de agotamiento real mediante aforos sucesivos en el río durante la estación seca; sin embargo cuando no sea

posible ello, se puede recurrir a las ecuaciones desarrolladas para la determinación del coeficiente "a" para cuatro clases de cuencas:

- Cuencas con agotamiento muy rápido. Debido a temperaturas elevadas (>10°C) y retención que va de reducida (50 mm/año) a mediana (80 mm/año):

$$a = -0.00252(LnAR) + 0.034 \qquad (12.1)$$

- Cuencas con agotamiento rápido. Retención entre 50 y 80 mm/año y vegetación poco desarrollada (puna):
- Cuencas con agotamiento mediano. Retención mediana (80 mm/año) y vegetación mezclada (pastos, bosques y terrenos cultivados):

$$a = -0.00252(LnAR) + 0.030 \qquad (12.2)$$

$$a = -0.00252(LnAR) + 0.026 \qquad (12.3)$$

- Cuencas con agotamiento reducido. Debido a la alta retención (> 100 mm/año) y vegetación mezclada:

$$a = -0.00252(LnAR) + 0.023 \qquad (12.4)$$

donde:

a = coeficiente de agotamiento por día
AR = área de la cuenca (km^2)
EP = evapotranspiración potencial anual (mm/año)
T = duración de la temporada seca (días)
R = retención total de la cuenca (mm/año)

4.7.8 ABASTECIMIENTO DE LA RETENCION

El abastecimiento durante la estación lluviosa es uniforme para cuencas ubicadas en la misma región climática. En la región del Cusco el abastecimiento comienza en el mes de noviembre con 5%, alcanzando hasta enero el valor del 80 % del volumen final. Las precipitaciones altas del mes de febrero completan el 20 % restante, y las precipitaciones efectivas del mes de marzo escurren directamente sin contribuir a la retención. Los coeficientes mensuales expresados en porcentaje del almacenamiento total anual se muestran en el cuadro N° 12.

CUADRO 12.- ALMACENAMIENTO HÍDRICO DURANTE LA ÉPOCA DE LLUVIAS

(valores en %)

REGION	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	TOTAL
Cusco	*0*	*5*	*35*	*40*	*20*	*0*	*100*
Huancavelica	*10*	*0*	*35*	*30*	*20*	*5*	*100*
Junín	*10*	*0*	*25*	*30*	*30*	*5*	*100*
Cajamarca	*25*	*-5*	*0*	*20*	*25*	*35*	*100*

***Fuente**: Modelo deterministico-estocastico para la generacion de caudales en la Sierra Peruana - Luzt Scholz, 1980.*

La lámina de agua A_i que entra en la reserva de la cuenca se muestra en forma de déficit mensual de la Precipitación Efectiva PE_i . Se calcula mediante la ecuación:

$$A_i = a_i\left(\frac{R}{100}\right) \qquad (14)$$

Donde:

A_i = abastecimiento mensual déficit de la precipitación efectiva (mm/mes)

a_i = coeficiente de abastecimiento (%)

R = retención de la cuenca (mm/año)

4.7.9 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL MENSUAL PARA EL AÑO PROMEDIO

Está basado en la ecuación fundamental que describe el balance hídrico mensual a partir de los componentes descritos anteriormente:

$$CM_i = PE_i + G_i - A_i \qquad (15)$$

Donde:

CM_i = Caudal del mes i (mm/mes)

PE_i = Precipitación efectiva del mes i (mm/mes)

G_i = Gasto de la retención del mes i (mm/mes)

A_i = abastecimiento del mes i (mm/mes)

4.7.10 GENERACIÓN DE CAUDALES MENSUALES PARA PERIODOS EXTENDIDOS

A fin de generar una serie sintética de caudales para períodos extendidos, se ha implementado un modelo estocástico que consiste en una combinación de un proceso markoviano de primer orden, segun la ecuación (16) con una variable de impulso, que en este caso es la precipitación efectiva en la ecuación (17):

$$Q_t = f\left(Q_{t-1}\right) \qquad (16)$$

$$Q = g\left(PE_t\right) \qquad (17)$$

Con la finalidad de aumentar el rango de valores generados y obtener una óptima aproximación a la realidad, se utiliza además una variable aleatoria.

$$Z = z(S)\sqrt{\left(1-r^2\right)} \qquad (18)$$

La ecuación integral para la generación de caudales mensuales es:

$$Q_t = B1 + B2\left(Q_{t-1}\right) + B3\left(PE_t\right) + z(S)\sqrt{1-r^2} \qquad (19)$$

Donde:

Q_t = Caudal del mes t

Q_{t-1} = Caudal del mes anterior

PE_t = Precipitación efectiva del mes

B1 = Factor constante o caudal básico.

Se calcula los parámetros B1, B2, B3, r y S sobre la base de los resultados del modelo para el año promedio por un cálculo de regresión con Q_t como valor dependiente y Q_{t-1} y PE_t, como valores independientes. Para el cálculo se el software comercial (hojas electrónicas).

El proceso de generación requiere de un valor inicial, el cual sera obtenido en una de las siguientes formas:

- Empezar el cálculo en el mes para el cual se dispone de un aforo
- Tomar como valor inicial el caudal promedio de cualquier mes.
- Empezar con un caudal cero, calcular un año y tomar el último valor como valor Qo sin considerar estos valores en el cálculo de los

parámetros estadísticos del período generado.

4.7.11 GENERACION DE INFORMACION Y METODOLOGÍA PARA LA GENERACIÓN DE CAUDALES

A. ESCORRENTÍA.

Para el análisis de la escorrentía en toda la cuenca, se tomó en cuenta aforos mensuales efectuados durante los años 2006 al 2008, indicados anteriormente los cuales han sido medidos utilizando equipo correntómetro. Sin embargo esta información de registros hidrométricos resulta muy reducida para la magnitud del estudio. Por esta razón se ha recurrido a modelos matemáticos de Precipitación – Escurrimiento para la generación de caudales medios mensuales, para el período (1964 – 2008) en el punto de interés del proyecto.

B. MODELO SCHÖLTZ – BASE TEÓRICA

La estimación de los Caudales Medios Mensuales se desarrolló empleando el método matemático estocástico para la relación Precipitación-Escurrimiento, utilizando el modelo Markoviano del tipo I "Generación de Caudales en la Sierra Peruana", desarrollada en 1980 por la Misión Técnica Alemana como parte de un convenio con el Programa Nacional de Pequeñas y Medianas Irrigaciones.

Este método genera caudales para períodos extendidos, sobre un nivel de probabilidad pre - determinado, tomando como base el Modelo Hidrológico que permite calcular caudales mensuales para el año promedio. Consiste en una combinación de un proceso Markoviano de primer orden con una variable de impulso referida a la precipitación efectiva (Moss y Dawry), ecuación (1).

Con la información básica y los Caudales para el Año Promedio se toman los valores del caudal actual Q_t como valor dependiente, el caudal anterior Q_{t-1} y la precipitación efectiva PE_t como valores independientes. Con estas variables se realiza una regresión múltiple para obtener los parámetros estadísticos B_1, B_2, B_3, S y r, los mismos que dan origen a la ecuación siguiente:

$$Q_t = B_1 + B_2 x Q_{t-1} + B_3 x PE_t + Z x S \sqrt{1 - r^2}$$

Donde:

Q_t	: Caudal del mes actual (m³/s)
Q_{t-1}	: Caudal del mes anterior (m³/s)
PE_t	: Precipitación efectiva (mm)
B_1, B_2 y B_3	: Parámetros estadísticos
S	: Desviación de los residuos
r	: Coeficiente de correlación
Z	: Número aleatorio con media igual a cero y desviación estándar igual a uno (0, 1).

C. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA LA GENERACION DE CAUDALES

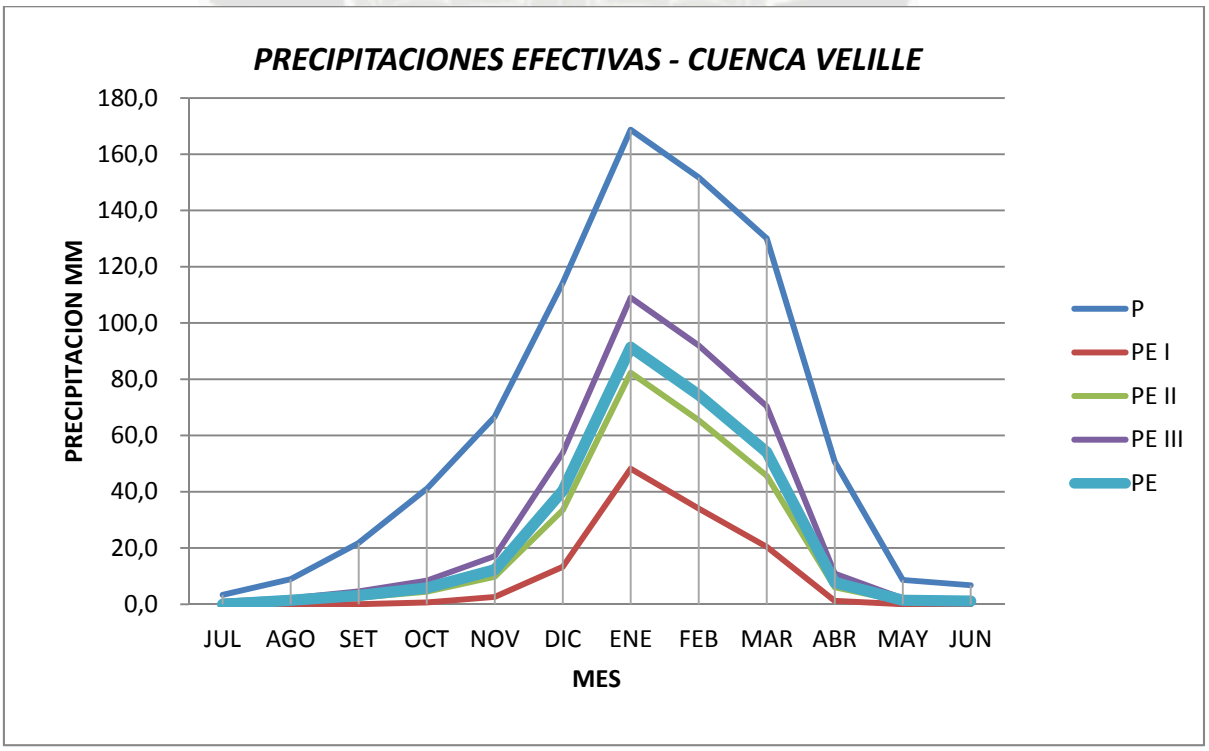
El desarrollo de la metodología cuyo resumen sintetizado aplicado a la cuenca es el siguiente:

- Calculo precipitaciones efectivas I – II – III – PE (Cuadro N°13)
- Calculo de los parámetros Fisiográficos e hidrológicos de la Cuenca Velille(Cuadros N° 14.1,14.2)
- Estimación de los coeficientes de escorrentía y agotamiento, ETP, Tc, etc. Para la cuenca en estudio.(Cuadros N° 15.1, 15.2)
- Generación de caudales mensuales para el año promedio mediante las ecuaciones de balance hídrico, para la cuenca en estudio.(Cuadro N°16)
- Calculo de los coeficientes de la ecuación de extensión Markoviana de I orden, mediante ecuaciones de regresión triple, para la cuenca en estudio.(Cuadro N°17)
- Estimación de la precipitación Efectiva II mensualizada para la cuenca en estudio.(Cuadro N°18)
- Estimación de los valores aleatorios Z, a ser utilizados.(Cuadro N°19)
- Generación de caudales para periodos extendidos en mm y m3/seg para la cuenca en estudio.(Cuadros N° 20, 21)
- Volumen disponible a una persistencia de 75% y almacenamiento.(Cuadro N°22)

CUADRO N° 13.- CALCULO DE LA PRECIPITACION EFECTIVA I II III PE					
CUENCA RIO VELILLE					
AREA:	3693.89	km2			
LATITUD :	14.54				
LONGITUD :	72		ALTITUD :	4,050	msnm

PRECIPITACION MENSUAL					
MES	PRECIPITACION MEDIA mm/mes	PRECIPITACION EFECTIVA			
		PE I mm/mes	PE II mm/mes	PE III mm/mes	PE mm/mes
JUL	3.3	0.00	0.40	0.90	0.00
AGO	8.9	0.00	1.00	2.10	1.40
SET	21.8	0.00	2.30	4.60	3.10
OCT	41.0	0.60	4.40	8.40	5.80
NOV	66.7	2.60	9.80	17.10	12.30
DIC	114.2	13.30	33.50	53.90	40.40
ENE	168.7	48.20	82.30	109.00	91.40
FEB	151.7	34.00	65.40	92.00	74.40
MAR	130.1	20.40	45.70	70.40	54.10
ABR	50.6	1.20	6.00	10.90	7.70
MAY	8.7	0.00	1.00	2.10	1.40
JUN	6.8	0.00	0.80	1.70	1.10
TOTAL	772.5	120.30	252.60	373.10	293.10

Fuente: *Elaboración Propia.*



Fuente: *Elaboración Propia.*

CUADRO N° 14.1.- PARAMETROS FISIOGRAFICOS

VARIABLES		UNIDAD	PARAMETROS HIDROLOGICOS												TOTAL	PROMEDIO
			JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN		
CUENCA RIO VELILLE																
PRECIPITACION MEDIA MENSUAL	Pc	mm.	3.35	8.91	21.78	41.02	66.65	114.24	168.69	151.73	130.06	50.62	8.66	6.76	772.46	64.37
DESVIACION ESTANDAR	S	mm.	5.01	10.29	12.67	21.51	28.62	30.15	59.10	47.10	37.65	23.40	8.12	12.00	295.62	24.64
PRECIP. AL 75% DE PERSISTENCIA	P 75%	mm.	0.00	1.97	13.24	26.51	47.35	93.90	128.82	119.96	104.66	34.84	3.18	0.00	574.43	47.87
PRECIP. EFECTIVA AL 75% DE PERSISTENCIA (b)	PE 75%	mm.	0.00	1.78	12.60	23.85	43.45	76.05	84.02	87.01	77.27	31.27	2.91	0.00	440.23	36.69
TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (r)	Tc	Cº	3.97	5.02	6.69	7.82	8.30	8.33	8.20	8.20	7.99	7.50	5.90	4.41	82.34	6.86
TEMPERATURA MAXIMA MEDIA MENSUAL (r)	Tmax	Cº	13.90	15.07	13.19	16.54	15.94	14.88	14.04	13.17	13.55	14.00	14.18	13.63	172.09	14.34
TEMPERATURA MINIMA MEDIA MENSUAL (r)	Tmin	Cº	-12.02	-10.41	-8.00	-5.05	-3.23	-1.56	-0.71	-0.89	-1.07	-0.97	-8.49	-12.05	-64.45	-5.37
RADIACION EXTRA-TERRESTRE	Ra	mm/día	356.24	397.38	433.37	489.80	497.44	518.80	519.38	459.20	473.46	409.37	371.74	332.75	5,258.93	438.24
HRAS. DE SOL TOTAL MENSUAL	n	hr/m	253.85	238.45	200.85	205.75	180.95	157.15	135.40	129.10	155.35	189.95	236.40	240.05	2,323.25	193.60
HRAS. TEORICAS DE FUERTE INSOLACION	N	hr/día	351.15	360.17	360.00	386.93	383.45	402.15	399.05	352.29	377.92	354.00	353.97	336.82	4,417.89	368.16
RADIACION SOLAR MEDIA	RSM	-	227.17	242.50	242.78	267.88	256.29	243.24	226.90	208.49	227.67	224.90	227.84	210.68	2,806.33	233.86
EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (a)	ETP	mm.	82.90	92.78	99.69	115.06	112.17	106.56	98.91	90.87	98.44	95.42	90.53	78.46	1,161.79	96.82

Fuente: *Elaboración Propia.*

CUADRO 14.2.- PARAMETROS HIDROLOGICOS

LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	AREA DE LA CUENCA	AREA ESPEJO DE AGUA	PENDIENTE C.	TEMP.SECA	RETENCION
		msnm	Km^2	m^2	m/Km	días	mm/año
14.54	71.90	4,050.00	3693.890	27,890	0.015	214	30.00

DESCRIPCION

La Cuenca del río Velille, hasta la zona de emplazamiento de la toma para la central hidroeléctrica, el cual se ubica cerca a la confluencia con el río Apurimac 3.694 Km2 de superficie y un perímetro total de 477,25 Km. La altitud promedio de la microcuenca es de 4.050 msnm. Presenta en su superficie morfología variada con pendientes abruptas, empinadas y picos elevados. Por la formación rocosa de los cerros circundantes la cobertura vegetal en la parte alta es escasa, existiendo extensas áreas con pastos naturales de puna (ichu). No Existen nevados perpetuos, sin embargo existe una batería de lagunas a partir de los 4.500 msnm. El punto mas alto se ubica en el cerro Huajrahuire con una altitud de 5.438 msnm. La longitud del cauce mas largo es de 195,25 Km. La pendiente del río es de 15/1000. El orden del río es de 5.

CUADRO 15.1- ESTIMACION DE COEFICIENTES DE ESCORRENTIA

COEFICIENTES DE ESCORRENTIA, AGOTAMIENTO, ET.		
CUENCA RIO VELILLE		
DATOS BASICOS		
Hc = 4,050.00	msnm	Altura Media de la Cuenca
He = 3,219.00	msnm	Altura de la Estación de Referencia
Pc = 772.46	mm/año	Precipitación Media de la Cuenca
Te = 57.92	° C	Temperatura Estación de Referencia
LS = 14.54		Latitud Sur Centro de Gravedad de la Cuenca
Ra = 5,258.93	mm/año	Radiación extraterrestre para la cuenca
R = 30.00	mm/año	*Retención de la Cuenca
TD = 214.00	días	*Duración de la Temporada Seca
AR = 3,693.89	Km²	Area de la cuenca

Fuente: *Elaboración Propia.*

CALCULOS BASICOS

CALCULO DEL COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO

1.- TEMPERATURA MEDIA DE LA CUENCA (ºC)

Tc = (Te-(0.0084*(Hc-He))

Tc = 9.5

2.- TEMPERATURA MEDIA DE LA CUENCA (ºF)

F = 1.8*Tc+32

F = 49.10000

3.- EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL DE LA CUENCA (mm/año)

ETP = 0.0075*0.075*Ra*((n/N*100)^0.5)*F*(1+0.06*Hc/1000)

ETP = 1,078.9

4.- COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO (C)

. Coeficiente de Temperatura (ºC)

Ct = 300 + 25*Tc +0.05*Tc^3

Ct = 541.79

Déficit de escurrimiento (D0,D1)

D0 = 0.872*Pc+1.032*ETP-1380

D0 = 406.98

D1 = Pc/(0.9+Pc^2/Ct^2)^0.5

D1 = 451.06

5.- Coeficientes

C1 = 0.914-2.36E-4*Pc-0.0581*Tc

C1 = 0.18

C2 = 0.682-0.0526*Tc-1.36E-4*Tc^2

C2 = 0.17

C3 = 1.813-1.87E-4*Pc-1.12E-3*ETP

C3 = 0.46

C4 = 5.21-7.31E-3*ETP+2.68E-6*ETP^2

C4 = 0.44

C5 = 3.16E12*Pc^-0.571*ETP^-3.688

C5 = 0.46

C6 = 6.47-0.0691*Ln(Pc)-0.8*Ln(ETP)

C6 = 0.42

C7 = (Pc-D0)/Pc

C7 = 0.47

C8 = (Pc-D1)/Pc

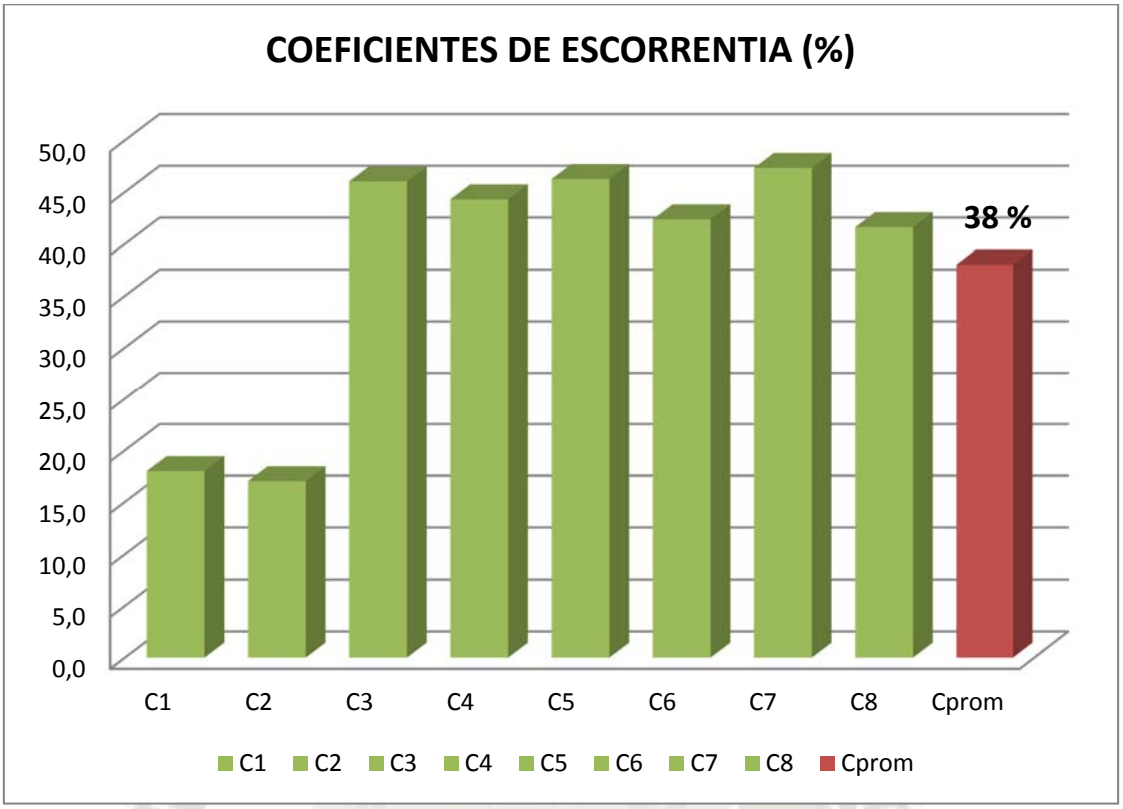
C8 = 0.42

6.- Determinar C: +c4+C5+C6+C7+C8)/6 (promedio)

C = 0.38

Se adopta este valor por ser el más representativo

Elaboración Propia



CUADRO 15.2.- ESTIMACION DE AGOTAMIENTO Y EVOTRANSPIRACION

COEFICIENTES DE ESCORRENTIA, AGOTAMIENTO, ET. CUENCA RIO VELILLE		
DATOS BASICOS		
Hc = 4,050.00	msnm	Altura Media de la Cuenca
He = 3,219.00	msnm	Altura de la Estación de Referencia
Pc = 772.46	mm/año	Precipitación Media de la Cuenca
Te = 57.92	° C	Temperatura Estación de Referencia
LS = 14.54		Latitud Sur Centro de Gravedad de la Cuenca
Ra = 5,258.93	mm/año	Radiación extraterrestre para la cuenca
R = 30.00	mm/año	*Retención de la Cuenca
TD = 214.00	días	*Duración de la Temporada Seca
AR = 3,693.89	Km²	Área de la cuenca

Fuente: *Elaboración Propia*

CALCULOS BASICOS

CALCULO DEL COEFICIENTE DE PRECIPITACION EFECTIVA

Coeficientes de Precipitación Efectiva

C1 = (C*Pc-PEII)/(PEI-PEII) C1 = (C*Pc-PEIII)/(PEII-PEIII)
C1 = -0.309413892 C1 = 0.660286657
C2 = (C*Pc-PEI)/(PEII-PEI) C2 = (C*Pc-PEII)/(PEIII-PEII)
C2 = 1.309413892 C2 = 0.339713343
2 1

CALCULO DEL COEFICIENTE DE AGOTAMIENTO

1.- Agotamiento muy rápido por temperatura elevada > 10º y R reducida a mediana (50 mm/año - 80 mm/año)
a1 = -0.00252*ln(AR)+0.034
a1 = 0.013299623

2.- Agotamiento rápido por la retención entre (50 mm/año - 80 mm/año) y vegetación poco desarrollada (puna)
a2 = -0.00252*ln(AR)+0.030
a2 = 0.009299623

3.- Agotamiento mediano por retención mediana (80 mm/año) y vegetación mezclada (pastos, bosques y terrenos cultivados)
a3 = -0.00252*ln(AR)+0.026
a3 = 0.005299623

4.- Agotamiento reducido por alta retención arriba de (100 mm/año) y vegetación mezclada (pastos, bosques y terrenos cultivados)
a4 = -0.00252*ln(AR)+0.023
a4 = 0.002299623

5.- Coeficiente según fórmulas calibradas (19 cuencas)
a5 = 3.1249E67*AR^(-0.1144)*ETP^(-19.336)*TD^(-3.369)*R^(-1.429)
a5 = 0.030148223

6.- Determinar el coeficiente de agotamiento
a = 0.00930 a2 por que se adapta a la zona (puna)

DATOS DE ALGUNOS AUTORES SOBRE C:

C = 0.53	Pastizales plano (T.R.100) - Manejo de cuencas Altoandinas - Ing.Absalon Vasquez
C = 0.42	Cultivos de Pastos - Riegos y Avenamientos - Ing. Enrique Blair
C = 0.80	Areas desnudas - Riegos y Avenamientos - Ing. Enrique Blair
C = 0.60	Pastizales planos > 7 % (T.R.500) - Manual de Hidrologia - Ing. Ven Te Chow

Elaboración Propia

CUADRO 16.- GENERACION DE CAUDALES MENSUALES PARA EL AÑO PROMEDIO MEDIANTE LAS ECUACIONES DEL BALANCE HIDRICO - METODO LUTZ SHOLZ

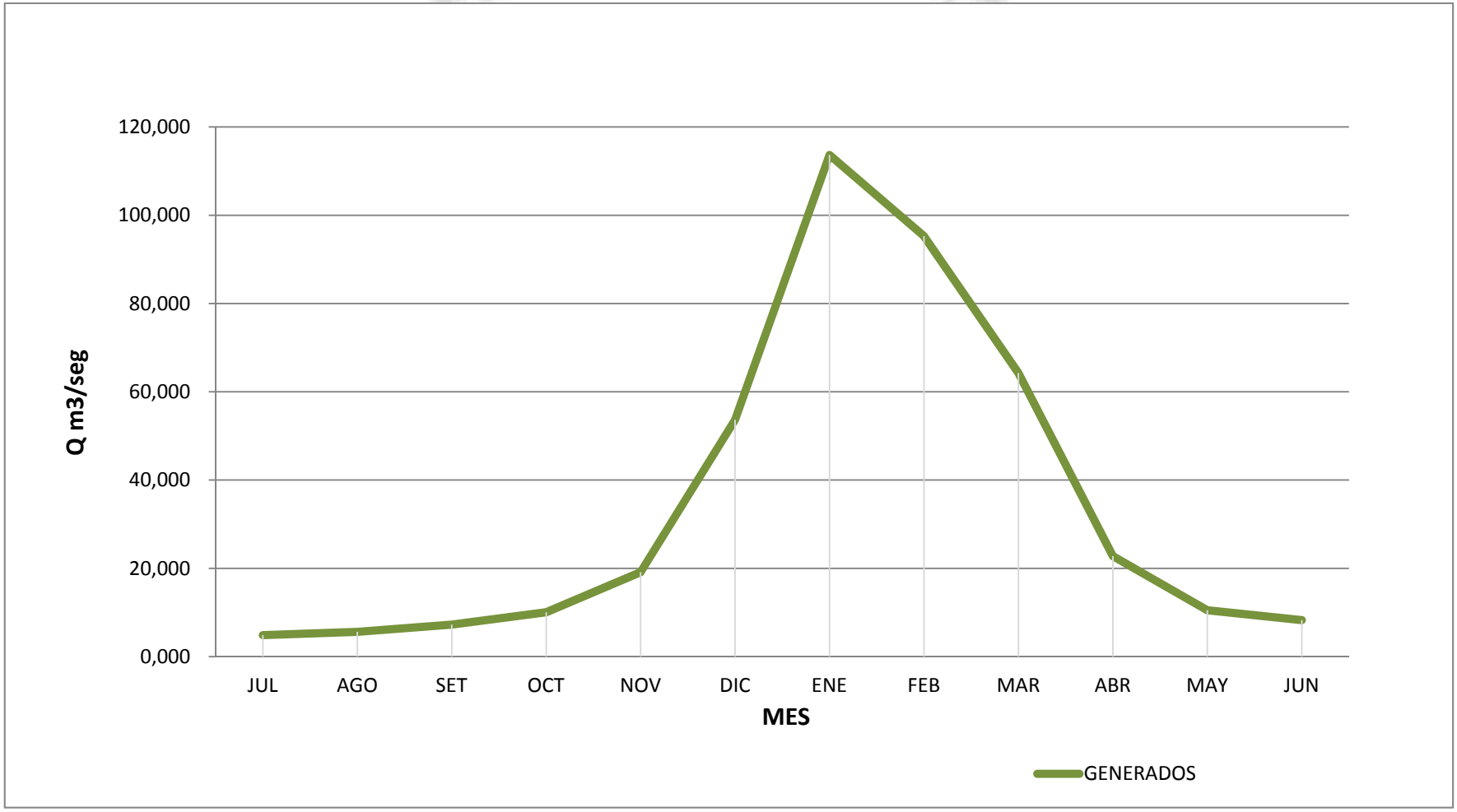
CUENCA RIO VELILLE

AREA: **3693.89** **km2** **LATITUD :** **14.54** **LONGITUD :** **72** **ALTITUD :** **4,050** **msnm**

MES	PRECIPITACION MENSUAL		CONTRIBUCION DE LA RETENCION				CAUDALES MENSUALES			
	PRECIPITACION MEDIA MENSUAL Pmed mm/mes	EFECTIVA PE mm/mes	GASTO bi	GASTO Gi mm/mes	ABASTECIMIENTO ai	ABASTECIMIENTO Ai mm/mes	ABASTECIMIENTO DE LA RETENCION mm	GENERADOS Q`t mm/mes	GENERADOS Qt=k+Q`t m³/s	AFORADOS (*) m³/s
JUL	3.3	0.00	0.322	3.52			3.52	3.52	4.856	
AGO	8.9	1.40	0.243	2.66			2.66	4.06	5.604	16.000
SET	21.8	3.10	0.182	2.00			2.00	5.10	7.263	
OCT	41.0	5.80	0.137	1.50			1.50	7.30	10.063	
NOV	66.7	12.30	0.103	1.13			1.13	13.43	19.142	
DIC	114.2	40.40			-0.05	-1.50	-1.50	38.90	53.649	
ENE	168.7	91.40			-0.30	-9.00	-9.00	82.40	113.641	
FEB	151.7	74.40			-0.40	-12.00	-12.00	62.40	95.279	
MAR	130.1	54.10			-0.25	-7.50	-7.50	46.60	64.268	
ABR	50.6	7.70	0.757	8.28			8.28	15.98	22.778	
MAY	8.7	1.40	0.567	6.21			6.21	7.61	10.494	
JUN	6.8	1.10	0.429	4.70			4.70	5.80	8.262	
TOTAL	**772.5**	**293.10**	**2.740**	**30.00**	**1.00**	**-30.00**	**0.00**	**24.40**	**34.608**	

Fuente: Elaboración Propia

CAUDALES GENERADOS POR MES.



Fuente: *Elaboración Propia.*

CUADRO N° 17.- CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE LA ECUACION DE EXTENSION MARKOVIANA DE I ORDEN, MEDIANTE ECUAC. DE REGRESION TRIPLE

CUENCA RIO VELILLE

MES	Qt (X) mm/mes	P E (Z) mm/mes	CUADRO ESTADISTICO PARA EL CALCULO DE LA ECUACION DE REGRESION					
			(X^2)	(XY)	(XZ)	(Y^2)	(YZ)	(Z^2)
JUL	3.52	0.00	12.40	20.41	0.00	33.61	0.00	0.00
AGO	4.06	1.40	16.51	14.31	5.69	12.40	4.93	1.96
SET	5.10	3.10	25.97	20.71	15.80	16.51	12.60	9.61
OCT	7.30	5.80	53.24	37.19	42.32	25.97	29.56	33.64
NOV	13.43	12.30	180.42	98.01	165.22	53.24	89.75	151.29
DIC	38.90	40.40	1513.21	522.51	1571.56	180.42	542.66	1632.16
ENE	82.40	91.40	6789.76	3205.36	7531.36	1513.21	3555.46	8353.96
FEB	62.40	74.40	3893.76	5141.76	4642.56	6789.76	6130.56	5535.36
MAR	46.60	54.10	2171.56	2907.84	2521.06	3893.76	3375.84	2926.81
ABR	15.98	7.70	255.47	744.83	123.07	2171.56	358.82	59.29
MAY	7.61	1.40	57.89	121.61	10.65	255.47	22.38	1.96
JUN	5.80	1.10	33.61	44.11	6.38	57.89	8.37	1.21
AÑO	**293.10**	**293.10**	**15003.81**	**12878.64**	**16635.66**	**15003.81**	**14130.92**	**18707.25**

1.- FORMULAS EMPLEADAS EN LA ECUACION DE REGRESION MULTIPLE

J =	7,844.89
K =	5,719.72
L =	9,476.72
M =	7,844.89
U =	6,971.98
X =	11,548.28
O =	(0.00)
P =	0.82
Q =	4.39
V =	(2.52)
W =	7,779.28
r =	1.00
S =	2.75

2.- VALORES DE PARAMETROS DE LA REGRESION

B1 =	4.386
B2 =	0.000
B3 =	0.821
r =	0.9956
S =	2.751
$(1-r^2)^{1/2}*S$ =	0.256

3.- ECUACION DE REGRESION TRIPLE

CMt = 4.386 0.000 x CMt-1 + 0.821 x PE t + 0.256 x Z

Elaboración Propia

CUADRO N° 18.- REGISTRO HIDROMETEOROLOGICO GENERADO

Precipitación Efectiva II (mm)

CUENCA RIO VELILLE

	ESTACION:		TINCOC			LAT:	14.54			DIST:		MULTIDISTRITAL				
						LONG:	7190			PROV:		MULTIDISTRITAL				
						ALT:	4,050.00	msnm		DEPARTAMENTO:		CUSCO				
ITEM	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	MEDIA
1	1964	24.10	26.20	28.50	4.90	1.00	0.00	0.00	0.40	1.10	2.70	23.10	23.90	**135.90**	**11.33**
2	1965	18.80	53.50	33.40	5.80	0.60	0.10	1.50	0.60	3.70	2.80	13.60	55.90	**190.30**	**15.86**
3	1966	38.20	55.00	14.30	1.50	2.80	0.00	0.00	0.10	1.60	15.70	19.00	18.80	**167.00**	**13.92**
4	1967	18.50	63.90	122.05	5.30	1.20	0.10	1.30	1.50	3.50	6.30	3.60	18.70	**245.95**	**20.50**
5	1968	111.30	43.00	33.00	2.40	0.80	0.50	1.60	1.10	1.40	9.40	29.30	9.50	**243.30**	**20.28**
6	1969	69.74	43.10	18.00	4.90	0.10	0.30	0.50	0.30	1.80	2.90	7.00	13.10	**161.74**	**13.48**
7	1970	89.30	83.42	51.80	9.60	1.00	0.10	0.30	0.50	5.30	4.40	3.20	71.72	**320.64**	**26.72**
8	1971	67.47	140.31	28.50	4.50	0.30	0.10	0.00	0.30	0.20	1.80	3.30	53.20	**299.98**	**25.00**
9	1972	156.67	37.50	50.40	5.70	0.40	0.00	0.60	1.10	2.80	4.80	6.80	42.20	**308.97**	**25.75**
10	1973	151.50	80.50	73.83	20.20	1.30	0.00	0.40	0.60	3.00	3.10	14.00	26.90	**375.34**	**31.28**
11	1974	116.05	128.76	39.00	7.90	0.40	1.20	0.10	7.90	1.10	2.80	3.50	19.30	**328.01**	**27.33**
12	1975	71.53	112.21	46.80	9.70	3.00	0.30	0.00	0.40	1.90	4.70	4.70	98.30	**353.53**	**29.46**
13	1976	103.11	65.30	66.00	3.00	1.30	1.60	0.30	1.30	7.90	1.40	2.70	13.00	**266.91**	**22.24**
14	1977	12.90	135.38	33.80	1.60	0.80	0.00	0.30	0.00	2.60	5.20	13.60	14.20	**220.38**	**18.37**
15	1978	165.45	10.00	15.40	4.50	0.40	0.20	0.00	0.00	1.50	2.50	45.10	45.50	**290.55**	**24.21**
16	1979	62.60	24.60	61.30	4.10	0.50	0.00	0.20	0.90	0.50	4.80	27.20	44.90	**231.60**	**19.30**
17	1980	42.50	22.10	96.73	3.20	0.20	0.00	0.30	0.30	1.50	7.10	5.80	7.00	**186.73**	**15.56**
18	1981	123.34	73.49	24.20	2.40	2.00	2.20	0.00	1.60	2.30	11.40	19.90	48.00	**310.83**	**25.90**
19	1982	97.04	59.50	35.80	3.50	0.30	4.10	0.10	0.80	4.90	26.90	43.90	26.00	**302.84**	**25.24**
20	1983	48.00	42.40	16.60	3.70	1.20	7.90	0.20	0.00	1.70	3.90	5.60	39.60	**170.80**	**14.23**
21	1984	152.54	109.56	61.30	6.40	0.30	0.30	0.30	1.50	1.70	8.70	20.20	34.20	**397.00**	**33.08**
22	1985	28.10	94.38	37.50	16.00	1.10	4.20	0.00	2.40	2.30	2.70	15.60	67.10	**271.38**	**22.62**
23	1986	56.80	49.00	64.70	16.20	3.60	0.20	0.10	1.20	3.00	1.70	6.70	30.50	**233.70**	**19.48**
24	1987	159.89	10.60	8.30	6.80	0.30	0.50	1.60	0.50	2.00	4.20	6.30	32.20	**233.19**	**19.43**
25	1988	133.33	51.40	54.00	12.50	0.20	0.00	0.20	0.00	1.90	4.40	4.20	35.10	**297.23**	**24.77**
26	1989	121.65	71.01	64.30	9.30	1.90	1.30	0.00	1.80	5.60	3.50	6.50	18.40	**305.26**	**25.44**
27	1990	146.21	8.50	15.20	43.70	1.40	2.40	0.00	0.80	2.00	12.70	24.20	17.80	**274.91**	**22.91**
28	1991	8.00	81.18	26.90	7.50	1.00	1.30	0.80	1.10	2.90	4.30	24.20	31.70	**190.88**	**15.91**
29	1992	32.00	30.10	13.50	2.40	0.00	1.50	0.10	3.60	2.20	4.90	6.10	18.30	**114.70**	**9.56**
30	1993	175.43	23.10	65.10	7.60	3.00	0.30	0.10	1.50	1.20	8.30	33.10	77.92	**396.66**	**33.05**
31	1994	148.26	125.06	59.00	4.50	1.00	0.10	2.30	0.00	1.30	1.80	30.10	45.60	**419.02**	**34.92**
32	1995	66.07	35.80	98.16	5.70	0.50	0.00	0.00	0.20	3.00	3.30	8.50	57.40	**278.63**	**23.22**
33	1996	89.59	88.18	12.90	8.30	1.30	0.30	0.00	1.60	2.40	3.50	6.90	62.90	**277.88**	**23.16**
34	1997	99.94	107.56	28.10	4.90	0.90	0.00	0.00	1.90	5.60	2.10	10.80	48.90	**310.70**	**25.89**
35	1998	84.31	64.90	26.30	2.50	0.10	0.30	0.00	0.50	0.90	2.30	4.30	12.30	**198.71**	**16.56**
36	1999	63.50	119.27	46.90	13.80	0.50	0.70	0.00	0.10	3.60	4.30	6.00	59.20	**317.87**	**26.49**
37	2000	127.56	78.23	76.17	3.60	1.30	0.70	0.00	0.90	2.40	22.50	4.00	27.50	**344.86**	**28.74**
38	2001	135.05	149.16	119.02	21.80	1.40	0.10	1.00	1.90	2.00	2.70	3.40	28.70	**466.23**	**38.85**
39	2002	43.50	185.76	45.80	6.20	1.50	0.40	1.20	0.30	2.00	10.10	29.20	53.20	**379.16**	**31.60**
40	2003	79.37	100.07	83.43	4.90	0.50	0.40	0.00	1.10	2.20	3.00	7.10	33.80	**315.88**	**26.32**
41	2004	116.21	76.42	24.10	5.60	0.10	0.70	1.10	1.00	1.70	1.80	3.40	19.30	**251.43**	**20.95**
42	2005	42.40	54.30	47.10	3.50	0.40	0.00	0.00	0.50	0.70	4.30	7.80	61.80	**222.80**	**18.57**
43	2006	200.70	51.20	150.34	16.50	0.30	0.20	0.00	0.60	1.70	6.60	8.90	15.50	**452.55**	**37.71**
44	2007	4.30	9.60	73.51	2.20	0.90	0.40	0.20	0.80	1.70	2.10	6.20	80.83	**182.74**	**15.23**
45	2008	9.70	61.00	55.30	4.70	0.30	0.10	0.00	0.60	0.80	1.70	4.30	10.90	**149.40**	**12.45**
Nº DATOS		45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
MEDIA		88.48	72.07	47.40	7.83	1.04	0.84	0.39	1.07	2.51	5.89	13.81	37.06	275.42	22.95
DESV.STD		52.03	41.13	31.34	7.27	0.83	1.44	0.56	1.26	1.50	5.18	11.09	21.68	83.23	6.94
C.V.		0.6	0.6	0.7	0.9	0.8	1.7	1.4	1.2	0.6	0.9	0.8	0.6	0.3	0.3
PE II.MINIMA		4.30	8.50	8.30	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	1.40	2.70	7.00	114.70	9.56
PE II.MAXIMA		200.70	185.76	150.34	43.70	3.60	7.90	2.30	7.90	7.90	26.90	45.10	98.30	466.23	38.85

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO N° 19.- NUMEROS ALEATORIOS (0.1)*Z

(*) = (Media = 0, desv std = 1)

ITEM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-0.614	1.082	0.062	-1.468	0.708	-0.341	-1.684	-0.123	0.242	0.041	1.235	-0.671
2	0.059	0.623	-0.587	1.049	0.839	0.143	-0.914	-1.513	-0.499	1.219	0.545	0.274
3	-0.693	0.244	-0.190	0.763	-0.728	0.673	0.743	0.929	-0.440	-0.612	-0.756	-1.447
4	0.747	-0.566	-0.310	-0.442	1.382	1.687	0.203	0.173	-0.685	-1.603	-0.532	-0.021
5	1.155	-1.205	1.031	1.473	-0.161	-0.356	0.469	0.404	0.733	-0.589	0.933	0.344
6	-0.474	-1.719	0.541	-0.784	0.361	0.341	1.636	-0.387	1.471	1.179	-0.393	-0.528
7	1.717	-0.672	0.360	1.487	-0.363	0.342	-0.615	-1.368	0.367	1.474	0.681	-1.556
8	1.051	0.523	1.023	0.686	-0.619	0.451	-1.021	-0.030	-1.520	-0.259	-0.497	-1.746
9	-0.411	0.794	-0.153	1.426	-0.242	1.192	-2.304	-0.160	0.636	0.237	0.700	0.075
10	0.099	0.466	0.924	-3.315	-0.660	0.817	0.746	-1.556	3.377	0.984	0.399	0.851
11	-0.582	-0.189	0.641	0.267	1.405	0.596	-1.272	2.292	0.247	-0.072	0.576	1.992
12	1.292	-0.177	-0.813	-0.064	-0.493	-1.424	1.287	0.552	-2.933	0.855	-0.342	-0.650
13	1.255	-0.255	-1.456	0.495	1.014	-1.197	-0.428	-0.346	-0.325	-1.414	-0.879	-0.227
14	1.092	-0.415	-0.300	-0.222	0.287	-0.420	-1.348	1.032	0.405	-1.526	0.150	0.849
15	0.705	0.529	-0.470	1.919	-0.027	-1.920	-1.335	0.090	0.775	-0.383	-1.292	1.104
16	1.225	-0.583	1.258	0.403	-1.063	-1.353	-0.266	-0.042	-0.251	1.819	-0.732	-0.479
17	0.300	1.543	-1.091	-1.828	-0.157	0.625	-0.083	-0.090	-0.847	-0.323	0.107	2.005
18	-0.595	0.759	1.870	-0.960	-1.000	-1.014	0.187	0.411	-0.965	-0.042	-1.117	0.131
19	-0.758	0.888	0.068	0.155	0.190	0.620	0.036	-0.351	1.154	0.634	0.614	-0.908
20	0.103	0.831	-1.213	-0.983	0.750	1.311	-0.297	0.098	-0.960	1.186	0.687	-1.052
21	-0.503	-0.749	0.021	-0.522	-0.703	-0.571	0.295	0.203	-0.598	0.047	-1.783	0.093
22	1.724	-0.935	1.139	1.131	0.469	-1.284	-2.163	-1.280	0.829	-2.184	-0.097	-0.659
23	0.415	-2.152	1.506	0.328	0.009	0.213	2.042	-1.194	0.093	1.208	-0.883	-0.937
24	-0.820	0.379	0.533	1.457	2.288	-0.311	0.412	-0.102	0.386	-0.723	0.618	0.899
25	-0.365	-0.524	-0.200	0.680	0.163	0.137	-0.650	0.690	-1.480	-0.438	0.175	-0.325
26	-1.038	0.067	1.767	-0.303	-0.885	-0.357	-0.898	0.921	0.491	1.600	0.072	-0.163
27	-1.342	-0.078	-0.229	0.084	-0.561	-0.642	-0.529	0.946	-0.632	0.047	0.405	-0.655
28	0.637	2.395	-1.890	-0.433	-0.710	-0.302	1.595	-1.601	0.016	0.710	0.830	1.282
29	0.341	0.781	-0.393	1.550	1.018	1.690	-2.314	0.258	-0.433	0.760	0.207	-1.170
30	-1.823	-2.547	0.150	-0.859	0.795	1.001	0.572	1.221	0.641	-0.505	-1.383	-0.483
31	-0.152	0.268	2.714	-1.201	0.013	0.657	-0.348	-0.557	-0.593	-0.872	0.871	-0.299
32	-0.341	1.077	1.021	0.208	0.010	-0.875	0.692	0.644	0.220	0.333	-0.569	1.083
33	-0.396	-0.641	1.129	-1.393	0.056	1.208	0.023	0.477	1.934	-0.393	1.585	-1.041
34	0.272	-0.411	-0.463	0.911	0.132	0.083	2.081	-0.995	-0.073	-0.675	0.042	-0.890
35	-0.198	0.024	0.800	-1.516	-0.937	0.530	-1.989	-0.190	-0.274	0.454	0.450	-0.194
36	0.185	0.061	-0.928	-1.419	-0.939	1.066	-0.570	1.335	0.866	0.910	-1.219	-0.207
37	1.450	0.410	0.153	-0.155	1.342	-1.164	-0.576	1.190	1.505	-0.160	0.915	1.440
38	0.138	-0.866	-1.242	-1.067	-0.237	1.225	1.765	0.405	1.334	-0.203	0.637	0.820
39	-0.239	-0.552	0.841	-0.514	0.326	1.058	1.694	0.443	1.262	-0.446	0.058	0.102
40	1.836	1.171	-0.896	0.819	1.414	0.203	-0.607	-0.503	-2.087	-0.043	0.381	1.463
41	1.292	0.294	1.035	0.481	-1.424	-0.924	0.321	0.779	-1.520	0.557	0.130	-0.260
42	-1.141	0.080	1.058	0.909	2.367	-0.831	-1.153	1.600	-0.115	-0.441	-1.655	0.521
43	-0.538	-0.107	1.023	-0.371	-0.287	-0.367	0.103	-0.388	-0.195	-0.075	0.632	0.157
44	-1.004	0.883	-1.604	0.386	0.194	-1.354	1.189	-0.224	1.231	-0.418	0.244	0.694
45	0.738	1.060	1.304	-0.562	0.576	0.491	-0.054	-1.830	2.933	-0.025	0.070	-0.339
MEDIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.STD.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MAYOR	1.724	2.395	2.714	1.919	2.288	1.690	2.081	2.292	3.377	1.819	1.585	2.005
MENOR	-1.823	-2.547	-1.890	-3.315	-1.063	-1.920	-2.314	-1.601	-2.933	-2.184	-1.783	-1.746

CUADRO N° 20.- CAUDALES GENERADOS

Periodos extendidos (mm)

CUENCA RIO VELILLE

ESTACION:		TINCOC				LAT:	14.5424			B_1 =	4.39	mm/me	Q_O =	38.90	mm/mes	
						LONG:	71.8986			B_2 =	0.00	mm/mes				
	AREA:	3693.89	km^2			ALT:	4,050.00	msnm		B_3 =	0.82	mm/mes				
										B_4 =	0.26	mm/mes				

ITEM	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	MEDIA
1	1964	23.99	26.16	27.79	8.02	5.38	4.30	3.95	4.68	5.35	6.61	23.66	23.82	**163.7**	**13.6**
2	1965	19.82	48.45	31.63	9.40	5.09	4.50	5.38	4.49	7.29	6.99	15.69	50.34	**209.1**	**17.4**
3	1966	35.54	49.58	16.05	5.81	6.49	4.56	4.57	4.70	5.58	17.11	19.78	19.44	**189.2**	**15.8**
4	1967	19.75	56.69	104.47	8.58	5.72	4.90	5.50	5.66	7.08	9.14	7.20	19.73	**254.4**	**21.2**
5	1968	96.04	39.33	31.72	6.72	5.00	4.70	5.82	5.39	5.72	11.95	28.67	12.26	**253.3**	**21.1**
6	1969	61.51	39.30	19.28	8.20	4.56	4.72	5.21	4.53	6.24	7.07	10.03	15.00	**185.6**	**15.5**
7	1970	78.13	72.66	46.97	12.63	5.11	4.55	4.47	4.44	8.83	8.37	7.18	62.85	**316.2**	**26.3**
8	1971	60.01	119.67	27.99	8.24	4.47	4.58	4.12	4.62	4.16	5.79	6.96	47.61	**298.2**	**24.9**
9	1972	132.87	35.31	45.70	9.41	4.65	4.69	4.29	5.25	6.84	8.38	10.14	39.04	**306.6**	**25.5**
10	1973	128.76	70.53	65.20	20.09	5.27	4.59	4.90	4.48	7.71	7.18	15.98	26.68	**361.4**	**30.1**
11	1974	99.49	109.99	36.52	10.92	5.07	5.52	4.14	11.46	5.35	6.66	7.40	20.74	**323.3**	**26.9**
12	1975	63.42	96.42	42.55	12.31	6.72	4.26	4.71	4.85	5.19	8.46	8.15	84.91	**342.0**	**28.5**
13	1976	89.31	57.88	58.17	6.95	5.71	5.39	4.52	5.36	10.78	5.17	6.37	15.00	**270.6**	**22.6**
14	1977	15.25	115.41	32.00	5.63	5.11	4.28	4.28	4.65	6.62	8.26	15.58	16.25	**233.3**	**19.4**
15	1978	140.38	12.67	16.90	8.56	4.70	4.06	4.04	4.41	5.81	6.34	41.07	42.00	**290.9**	**24.2**
16	1979	56.07	24.41	55.02	7.83	4.52	4.04	4.48	5.11	4.73	8.79	26.52	41.11	**242.6**	**20.2**
17	1980	39.33	22.91	83.50	6.51	4.51	4.54	4.61	4.61	5.40	10.13	9.17	10.64	**205.8**	**17.2**
18	1981	105.48	64.86	24.70	6.10	5.77	5.93	4.43	5.80	6.02	13.73	20.43	43.81	**307.1**	**25.6**
19	1982	83.83	53.42	33.77	7.28	4.68	7.91	4.47	4.95	8.70	26.63	40.57	25.48	**301.7**	**25.1**
20	1983	43.80	39.38	17.68	7.16	5.56	11.20	4.47	4.41	5.53	7.89	9.16	36.62	**192.9**	**16.1**
21	1984	129.46	94.07	54.67	9.48	4.45	4.48	4.71	5.67	5.63	11.54	20.51	32.47	**377.1**	**31.4**
22	1985	27.88	81.61	35.42	17.79	5.40	7.50	3.83	6.03	6.48	6.04	17.16	59.29	**274.4**	**22.9**
23	1986	51.09	44.03	57.86	17.74	7.34	4.60	4.99	5.06	6.87	6.09	9.66	29.18	**244.5**	**20.4**
24	1987	135.41	13.12	11.33	10.34	5.21	4.71	5.80	4.77	6.12	7.65	9.71	31.04	**245.2**	**20.4**
25	1988	113.73	46.39	48.64	14.80	4.59	4.42	4.38	4.56	5.56	7.88	7.87	33.11	**295.9**	**24.7**
26	1989	103.97	62.65	57.59	11.92	5.71	5.36	4.15	6.10	9.11	7.66	9.74	19.44	**303.4**	**25.3**
27	1990	124.05	11.29	16.80	40.27	5.37	6.19	4.25	5.28	5.86	14.82	24.35	18.82	**277.4**	**23.1**
28	1991	11.11	71.63	25.95	10.42	5.02	5.37	5.45	4.88	6.77	8.09	24.46	30.73	**209.9**	**17.5**
29	1992	30.73	29.28	15.35	6.75	4.64	6.05	3.87	7.41	6.08	8.60	9.44	19.10	**147.3**	**12.3**
30	1993	147.92	22.63	57.85	10.38	7.05	4.89	4.61	5.93	5.53	11.07	31.20	68.21	**377.3**	**31.4**
31	1994	126.02	107.06	53.47	7.75	5.21	4.63	6.18	4.24	5.30	5.64	29.32	41.73	**396.5**	**33.0**
32	1995	58.51	34.02	85.21	9.08	4.79	4.16	4.56	4.71	6.90	7.18	11.21	51.78	**282.1**	**23.5**
33	1996	77.81	76.57	15.23	10.84	5.46	4.94	4.39	5.82	6.85	7.16	10.45	55.75	**281.3**	**23.4**
34	1997	86.47	92.53	27.29	8.63	5.15	4.40	4.92	5.69	8.96	5.93	13.26	44.29	**307.5**	**25.6**
35	1998	73.52	57.63	26.15	6.04	4.22	4.77	3.87	4.75	5.05	6.39	8.03	14.43	**214.9**	**17.9**
36	1999	56.55	102.28	42.60	15.33	4.55	5.23	4.24	4.81	7.56	8.15	8.99	52.92	**313.2**	**26.1**
37	2000	109.44	68.66	66.92	7.27	5.79	4.66	4.24	5.43	6.74	22.81	7.89	27.33	**337.2**	**28.1**
38	2001	115.27	126.55	101.71	21.96	5.46	4.78	5.66	6.05	6.37	6.55	7.34	28.15	**435.8**	**36.3**
39	2002	40.02	156.71	42.13	9.32	5.70	4.98	5.80	4.74	6.35	12.56	28.36	48.07	**364.8**	**30.4**
40	2003	69.99	86.80	72.61	8.59	5.15	4.76	4.23	5.16	5.65	6.83	10.31	32.50	**312.6**	**26.0**
41	2004	100.10	67.15	24.40	9.10	4.10	4.72	5.37	5.40	5.39	6.00	7.21	20.16	**259.1**	**21.6**
42	2005	38.89	48.96	43.30	7.47	5.32	4.17	4.09	5.20	4.93	7.80	10.36	55.25	**235.7**	**19.6**
43	2006	168.98	46.31	128.04	17.78	4.55	4.45	4.41	4.78	5.73	9.78	11.85	17.14	**423.8**	**35.3**
44	2007	7.65	12.49	64.31	6.26	5.17	4.36	4.85	4.98	6.09	6.00	9.53	70.91	**202.6**	**16.9**
45	2008	12.51	54.73	50.09	8.08	4.78	4.59	4.37	4.41	5.79	5.77	7.93	13.24	**176.3**	**14.7**
Nº DATOS		45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Q.PROMEDIO		75.77	61.56	45.39	10.66	5.21	5.03	4.66	5.24	6.37	8.99	15.02	34.85	278.75	23.23
DESV.STD		42.65	33.74	25.71	5.93	0.69	1.21	0.59	1.12	1.29	4.25	9.08	17.75	68.28	5.69
C.V.		0.6	0.5	0.6	0.6	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.5	0.6	0.5	0.2	0.2
Q.MINIMO		7.65	11.29	11.33	5.63	4.10	4.04	3.83	4.24	4.16	5.17	6.37	10.64	147.30	12.28
Q.MAXIMA		168.98	156.71	128.04	40.27	7.34	11.20	6.18	11.46	10.78	26.63	41.07	84.91	435.85	36.32

Fuente *: Elaboración Propia*

CUADRO N° 21.- CAUDALES GENERADOS
Periodos extendidos (m3/s)
CUENCA RIO VELILLE

ESTACION: TINCOC
AREA : 3693.89 km²
LAT: 14.54239
LONG: 71.89861
ALT: 4,050.00 msnm
B_1 = 4.39 mm/mes
B_2 = 0.00 mm/mes
B_3 = 0.82 mm/mes
B_4 = 0.26 mm/mes
Q_O = 38.90 mm/mes

ITEM	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	MEDIA
1	1964	33.091	39.943	38.320	11.429	7.426	6.122	5.450	6.455	7.622	9.116	33.720	32.854	**231.55**	**19.30**
2	1965	27.339	73.985	43.624	13.399	7.019	6.416	7.421	6.189	10.393	9.645	22.355	69.421	**297.20**	**24.77**
3	1966	49.020	75.706	22.140	8.273	8.957	6.492	6.308	6.487	7.958	23.603	28.190	26.808	**269.94**	**22.50**
4	1967	27.245	86.554	144.074	12.223	7.890	6.980	7.589	7.804	10.091	12.610	10.261	27.207	**360.53**	**30.04**
5	1968	132.453	60.057	43.749	9.576	6.893	6.702	8.023	7.433	8.152	16.479	40.860	16.908	**357.28**	**29.77**
6	1969	84.829	60.004	26.594	11.684	6.284	6.723	7.190	6.248	8.890	9.745	14.291	20.686	**263.17**	**21.93**
7	1970	107.745	110.946	64.775	17.994	7.044	6.489	6.168	6.128	12.582	11.546	10.237	86.684	**448.34**	**37.36**
8	1971	82.764	182.723	38.603	11.747	6.164	6.529	5.685	6.375	5.926	7.992	9.925	65.655	**430.09**	**35.84**
9	1972	183.242	53.921	63.031	13.410	6.410	6.682	5.910	7.234	9.755	11.562	14.455	53.844	**429.46**	**35.79**
10	1973	177.580	107.693	89.916	28.629	7.275	6.545	6.762	6.175	10.991	9.901	22.769	36.793	**511.03**	**42.59**
11	1974	137.208	167.950	50.361	15.566	6.991	7.868	5.708	15.800	7.620	9.190	10.551	28.598	**463.41**	**38.62**
12	1975	87.468	147.224	58.685	17.547	9.263	6.077	6.501	6.693	7.398	11.669	11.618	117.098	**487.24**	**40.60**
13	1976	123.175	88.384	80.218	9.904	7.874	7.681	6.233	7.395	15.370	7.127	9.084	20.682	**383.13**	**31.93**
14	1977	21.030	176.216	44.138	8.021	7.052	6.093	5.909	6.411	9.437	11.392	22.209	22.415	**340.32**	**28.36**
15	1978	193.597	19.343	23.309	12.205	6.486	5.779	5.574	6.078	8.285	8.740	58.534	57.925	**405.86**	**33.82**
16	1979	77.326	37.264	75.877	11.159	6.234	5.753	6.178	7.050	6.740	12.123	37.797	56.695	**340.20**	**28.35**
17	1980	54.244	34.975	115.157	9.273	6.215	6.476	6.356	6.354	7.692	13.969	13.068	14.677	**288.45**	**24.04**
18	1981	145.469	99.035	34.067	8.691	7.955	8.449	6.111	8.002	8.584	18.936	29.113	60.424	**434.84**	**36.24**
19	1982	115.617	81.566	46.570	10.380	6.451	11.270	6.170	6.827	12.401	36.721	57.814	35.138	**426.92**	**35.58**
20	1983	60.411	60.137	24.389	10.208	7.668	15.967	6.163	6.080	7.885	10.880	13.047	50.502	**273.34**	**22.78**
21	1984	178.541	143.639	75.397	13.512	6.134	6.389	6.490	7.815	8.017	15.911	29.222	44.787	**535.85**	**44.65**
22	1985	38.450	124.614	48.856	25.359	7.449	10.691	5.279	8.310	9.240	8.329	24.460	81.766	**392.80**	**32.73**
23	1986	70.463	67.237	79.802	25.285	10.116	6.557	6.881	6.982	9.790	8.396	13.761	40.241	**345.51**	**28.79**
24	1987	186.755	20.040	15.625	14.730	7.191	6.718	8.003	6.575	8.728	10.544	13.841	42.814	**341.56**	**28.46**
25	1988	156.850	70.840	67.084	21.091	6.324	6.297	6.042	6.290	7.929	10.871	11.222	45.666	**416.51**	**34.71**
26	1989	143.384	95.655	79.430	16.983	7.879	7.637	5.727	8.409	12.977	10.571	13.876	26.816	**429.34**	**35.78**
27	1990	171.086	17.236	23.169	57.393	7.410	8.820	5.857	7.286	8.355	20.439	34.699	25.954	**387.70**	**32.31**
28	1991	15.319	109.375	35.790	14.849	6.923	7.657	7.515	6.724	9.645	11.163	34.859	42.375	**302.20**	**25.18**
29	1992	42.378	44.709	21.175	9.614	6.404	8.619	5.340	10.213	8.661	11.861	13.456	26.347	**208.78**	**17.40**
30	1993	204.003	34.554	79.788	14.791	9.720	6.962	6.361	8.175	7.884	15.263	44.460	94.076	**526.04**	**43.84**
31	1994	173.796	163.466	73.738	11.042	7.180	6.604	8.526	5.848	7.552	7.775	41.777	57.549	**564.85**	**47.07**
32	1995	80.698	51.951	117.516	12.940	6.612	5.927	6.290	6.500	9.837	9.898	15.981	71.408	**395.56**	**32.96**
33	1996	107.308	116.921	21.005	15.441	7.533	7.039	6.053	8.026	9.760	9.868	14.897	76.884	**400.73**	**33.39**
34	1997	119.257	141.290	37.641	12.298	7.109	6.277	6.781	7.845	12.771	8.182	18.896	61.086	**439.43**	**36.62**
35	1998	101.395	88.003	36.071	8.604	5.827	6.792	5.342	6.545	7.200	8.810	11.441	19.900	**305.93**	**25.49**
36	1999	77.994	156.176	58.754	21.849	6.273	7.456	5.844	6.631	10.775	11.233	12.819	72.991	**448.79**	**37.40**
37	2000	150.940	104.836	92.294	10.363	7.990	6.640	5.842	7.485	9.604	31.460	11.249	37.686	**476.39**	**39.70**
38	2001	158.974	193.237	140.272	31.299	7.536	6.811	7.802	8.339	9.073	9.029	10.456	38.825	**621.65**	**51.80**
39	2002	55.194	239.284	58.101	13.289	7.856	7.101	8.003	6.541	9.048	17.321	40.423	66.296	**528.46**	**44.04**
40	2003	96.530	132.542	100.136	12.236	7.109	6.789	5.831	7.113	8.058	9.426	14.691	44.825	**445.29**	**37.11**
41	2004	138.046	102.534	33.657	12.962	5.653	6.729	7.404	7.453	7.680	8.280	10.271	27.802	**368.47**	**30.71**
42	2005	53.634	74.762	59.715	10.649	7.333	5.943	5.638	7.178	7.024	10.757	14.765	76.191	**333.59**	**27.80**
43	2006	233.042	70.716	176.588	25.337	6.276	6.347	6.082	6.588	8.164	13.490	16.886	23.645	**593.16**	**49.43**
44	2007	10.551	19.070	88.694	8.924	7.132	6.220	6.693	6.872	8.685	8.274	13.588	97.801	**282.50**	**23.54**
45	2008	17.248	83.561	69.082	11.511	6.587	6.543	6.026	6.078	8.255	7.961	11.302	18.264	**252.42**	**21.03**
Nº DATOS		45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
$Q_{.PROMEDIO}$		104.504	93.997	62.599	15.193	7.180	7.170	6.424	7.223	9.077	12.401	21.404	48.067	395.24	32.94
DESV.STD		58.82	51.51	35.46	8.45	0.95	1.73	0.81	1.55	1.84	5.86	12.95	24.48	96.94	8.08
C.V.		0.56	0.55	0.57	0.56	0.13	0.24	0.13	0.21	0.20	0.47	0.60	0.51	0.25	0.25
$Q_{.MINIMO}$		10.551	17.236	15.625	8.021	5.653	5.753	**5.279**	5.848	5.926	7.127	9.084	14.677	208.78	17.40
$Q_{.MAXIMA}$		233.042	239.284	176.588	57.393	10.116	15.967	8.526	15.800	15.370	36.721	58.534	117.098	621.65	51.80
Q 75 %		64.831	59.252	38.679	9.496	6.537	6.005	5.874	6.180	7.838	8.446	12.672	31.555	257.36	21.45

***Fuente** : Elaboración Propia*

CUADRO Nº 22.- RESUMEN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS

DATOS		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
CUENCA RIO VELILLE														
Nº datos		45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
$Q._{PROMEDIO}$	**m^3/s**	104.504	93.997	62.599	15.193	7.180	7.170	6.424	7.223	9.077	12.401	21.404	48.067	32.937
Desviación Estándar	**m^3/s**	58.819	51.513	35.463	8.446	0.953	1.727	0.814	1.546	1.838	5.863	12.947	24.480	17.034
C.V.	**%**	0.563	0.548	0.567	0.556	0.133	0.241	0.127	0.214	0.203	0.473	0.605	0.509	0.395
$Q._{MINIMO}$	**m^3/s**	10.551	17.236	15.625	8.021	5.653	5.753	5.279	5.848	5.926	7.127	9.084	14.677	9.232
$Q._{MAXIMO}$	**m^3/s**	233.042	239.284	176.588	57.393	10.116	15.967	8.526	15.800	15.370	36.721	58.534	117.098	82.037
Q. 75%	**m^3/s**	64.831	59.252	38.679	9.496	6.537	6.005	5.874	6.180	7.838	8.446	12.672	31.555	21.447
Oferta total	**m^3/mes**	**173,643,037**	**143,341,301**	**103,598,952**	**24,612,475**	**17,509,110**	**15,565,190**	**15,733,887**	**16,552,988**	**20,314,902**	**22,623,005**	**32,845,605**	**84,516,032**	

***Fuente**: Elaboración Propia*

D. ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE AVENIDAS

El análisis de frecuencia de avenidas incluye la estimación de la ocurrencia de avenidas extremas para el diseño de las estructuras de captación y desfogues de la C.H. de Tincoc.

- **Análisis de Eventos Extremos**

La máxima avenida en el río Velille, en el punto de ubicación de la toma se ha evaluado mediante el método de Math Mac, usando precipitaciones máximas de 24 hr de la estación Yauri, corregidas por un factor altitudinal y ajustada a una distribución Log Pearson Tipo III.

Q max = 10-3 * C * P * A 0.58 * I 0.42

Donde:

C : Coeficiente de escorrentía
P : Precipitación máxima en 24 horas (mm)
A : Área de la cuenca (ha)
I : Pendiente del curso principal (m/Km.)

El resultado de estos cálculos ha sido ajustado mediante la distribución Log-Pearson tipo III:

Log Q = X + K * S

Donde:

Q : Caudal (m^3/s)
X : Media de logaritmos de los caudales.
S : Desviación estándar de los logaritmos de los caudales.
K : Factor de frecuencia, que depende del sesgo (G)

- **Probabilidad de excedencia.**

Las máximas avenidas estimadas para diferentes períodos de retorno se observan en cuadro n° 23, del que se puede inferir que para un tiempo de retorno de 100 años (Tr), la máxima avenida probable es de 242 m3/s, el mismo que se tomará en cuenta para el diseño de las obras de captación y desfogues.

Cuadro N° 23.- ANALISIS DE MAXIMAS AVENIDAS SEGUN MAC MATH

UTILIZANDO PRECIPITACION MAXIMA DE 24 HORAS

CUENCA RIO VELILLE, ZONA DE UBICACIÓN DE BOCATOMA
ESTACION DE REFERENNCIA : YAURI

FORMULA: Q = 10^-3 x C x P x A^.58 x I^.42

ITEM	AÑO	P.MAX24 E.YAURI (1) CRONOLOGI	P.MAX24 CORREGIDO F = 1.03	Q.MAXIMO CRONOLOGI m³/s.	Q.MAXIMO ORDENADO m³/s.	LOG(Q)	(Qi-Q)^3
1	63/64	27.0	27.8	63.1	238.7	2.377852	0.268328
2	64/65	20.5	21.1	47.9	172.5	2.236789	0.127971
3	65/66	27.0	27.8	63.1	79.0	1.897627	0.004473
4	69/70	5.5	5.7	12.9	71.1	1.851870	0.001686
5	70/71	17.8	18.4	41.6	69.7	1.843233	0.001345
6	71/72	17.6	18.2	41.1	65.9	1.818885	0.000637
7	72/73	29.8	30.7	69.7	63.1	1.800029	0.000303
8	73/74	22.2	22.9	51.9	63.1	1.800029	0.000303
9	74/75	18.6	19.2	43.5	51.9	1.715167	-0.000006
10	75/76	14.6	15.1	34.1	47.9	1.680336	-0.000145
11	76/77	16.0	16.5	37.4	44.9	1.652246	-0.000524
12	77/78	19.2	19.8	44.9	43.5	1.638489	-0.000840
13	86/87	28.2	29.1	65.9	41.6	1.619093	-0.001472
14	87/88	73.8	76.1	172.5	41.1	1.613842	-0.001686
15	88/89	102.1	105.3	238.7	37.4	1.572872	-0.004095
16	89/90	11.5	11.9	26.9	34.1	1.532754	-0.008013
17	90/91	30.4	31.4	71.1	26.9	1.429752	-0.027847
18	91/92	33.8	34.9	79.0	12.9	1.110590	-0.240954

Nº Datos =	18.00	
Suma =	31.19	0.1195
Media =	1.73	0.0066
Stds =	0.28	
Sesgo =	0.36	

A = 369389.0 há
C = 0.38
I = 20 m/Km
P = Pmax. 24 mm

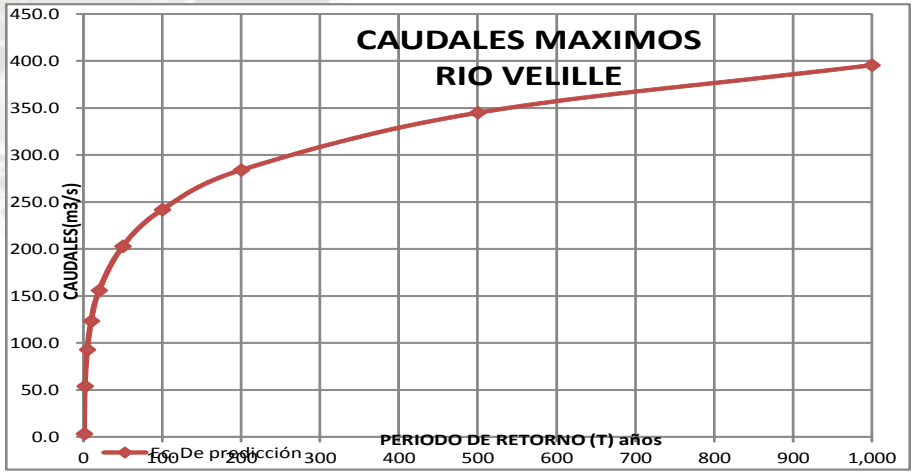
Los caudales máximos fueron ajustados a la distribución probalística Log-Pearson Tipo III, con la cual es posible predecir probalísticamente las descargas de diseño de la laguna, siendo la ecuación igual a :

Log Q = X + K * S donde : Q = Caudal máximo (m^3/s.)
X = Media de los Logarítmos de los caudales.
S = Desviación estandar de los logarítmos de los caudales
K = Factor de frecuencia, que depende del sesgo (G) y del nivel de probabilidad de excedencia.

La ecuación de predicción es: Log Q = 1.73 + 0.28 x K y G = 0.361

ITEM	T Años	p	w	z	K	Q.MAX m³/s
1	1.0	1.0000	4.7985	-4.2648	**-4.26**	3.5
2	2.0	0.5000	1.1774	0.0000	**0.00**	54.1
3	5.0	0.2000	1.7941	0.8415	**0.84**	92.9
4	10.0	0.1000	2.1460	1.2817	**1.28**	123.4
5	20.0	0.0500	2.4477	1.6452	**1.65**	156.0
6	50.0	0.0200	2.7971	2.0542	**2.05**	203.0
7	**100.0**	0.0100	3.0349	2.3268	**2.33**	**241.9**
8	200.0	0.0050	3.2552	2.5762	**2.58**	284.1
9	500.0	0.0020	3.5255	2.8785	**2.88**	345.2
10	1000.0	0.0010	3.7169	3.0905	**3.09**	395.7

La ecuación de predicción es: Log Q = 1.73 + 0.28 x K y G = 0.361



Elaboración Propia

CAPITULO V

DISEÑO DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS

10.1. ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS O SISTEMAS DE CAPTACIÓN

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua corriente. Las obras de captación, por derivación a filo de agua, captan el recurso del afluente sin almacenamiento, aprovechando el caudal que hay en el momento dado. Estas obras deben cumplir las siguientes condiciones:

- Con cualquier calado del río deben captar una cantidad prácticamente constante de caudal.
- Deben impedir al máximo la entrada de material solido, flotante o en suspensión a la conducción y hacer que este siga por el cauce.
- Satisfacer las condiciones mínimas de seguridad.
- La obra de conducción debe disponer de una estructura de retención que garantice una cota de nivel con cualquier caudal de rio, una obra de toma para la captación del caudal de diseño, acompañada de una rejilla que evite el paso de material solido flotante, una obra de lavado de material solido en la estructura de retención.

Los elementos que componen la bocatoma deben garantizar su buen funcionamiento, por ello, deben cumplir con los siguientes requisitos básicos.

- El agua captada debe estar, en lo posible, libre de sólidos, para que no cargue de material de acarreo la conducción y/o desarenador.
- El material solido depositado aguas arriba detrás del barraje deberá ser evacuado por el flujo de un chorro de lavado intermitente.
- El tipo de construcción debe ser sencillo y económico, de forma que facilite una operación con poco mantenimiento y trabajos rápidos de reparación.
- Las descargas de crecidas deben ser evacuadas en forma segura de la obra de captación.

UBICACION

La obra de captación será ubicada en la orilla cóncava del rio para disminuir la entrada de sedimentos y un poco desplazada aguas abajo. La toma se ubica de manera adecuada en la terminación de la parte cóncava en el inicio de la

convexa, puesto que esta se caracteriza por tener un terreno plano suficiente para situar el desripiador y la transición.

CONSTRUCCION

La bocatoma debe ser construida en tiempo de estiaje, siendo necesario desviar el agua del rio hacia una de sus márgenes mientras se construye en la otra. Esta operación se realiza por medio de ataguías (diques provisionales) construidas inicialmente para seca la margen del rio en el lugar donde se construirán las obras de compuerta de purga, desripiador, transición y compuerta de entrada. Una vez realizado este trabajo, el rio se desvía hacia la compuerta del desripiador o si es posible por el canal hacia el primer aliviadero, cerrando el cauce con una ataguía para construir el azud, el zampeado y los muros del ala de la otra orilla.

Las ataguías deber ser lo suficientemente herméticas para que no permitan la filtración de agua excesiva, en cantidad que no pueda ser eliminada por una bomba y para que no cause perjuicios a los trabajos de hormigón. Además, su espacio interior debe ser lo suficientemente cómodo para la realización de la obra y su inspección una vez terminada.

10.1.1. BOCATOMA

Las bocatomas son obras hidráulicas cuya función es regular un determinado caudal de agua, en este caso, para la producción de hidroenergia sea esta mecánica o eléctrica. Las bocatomas nos permiten tomar el agua de los ríos y conducirla aprovechando la fuerza de la gravedad.

La figura n°5.1 muestra los elementos principales que constituyen la bocatoma:

- Un dique cierra el cauce del rio, obligando al agua que se encuentra por debajo de la cota de su cresta a pasar a la conducción.
- En el tiempo de crecidas, las aguas de exceso pasan por encima del dique, como en un vertedero, denominado azud, esta obra puede estar acompañada de un zampeado, el cual disminuye el exceso de la velocidad del agua a fin de disminuir la erosión en el lugar de la bocatoma.
- Un dentellón que se construye aguas arriba y debajo del zampeado, en algunas ocasiones con drenes, para disminuir la supresión del agua que

se filtra por debajo del azud y para darle un mejor anclaje a la estructura.

- Una compuerta de purga, ubicada en el extremo del azud, alado de la reja de entrada, con el fin de eliminar el material grueso depositado aguas arriba del azud y mantener limpio el cauce frente a la toma del Agua, ya que, por lo general, el material solido cumulado reduce el caudal de captación. Sin embargo, la compuerta de purga es de baja eficiencia, lo que obliga a un mantenimiento constante y cuidadoso de la rejilla en la toma del agua. En época de crecientes la compuerta se abre para aliviar el trabajo del azud.

- La toma de agua es una ventana con una reja que impide el ingreso de marial solido flotante grueso; el umbral de la rejilla se coloca a cierta altura sobre el fondo del rio con una separación entre barrotes de aproximadamente 20 centímetros.

- El desripiador es una cámara que recoge el material solido que ha logrado pasar por la rejilla. Para lavar el material solido depositado en el desripiador se dispone de una compuerta hacia el rio, la cual lo elimina.

- Una transición de entrada al canal contiguo al desripiador une a este último con el canal para evitar pérdidas grandes de energía entre estos. El agua se vierte del desripiador a la transición a través de un vertedero más ancho que el canal para así depositar el material grueso en el desripiador.

- Una compuerta de admisión, ubicada en el tramo de transición, para regular o interrumpir totalmente el flujo del caudal, con fines de reparación o inspección.

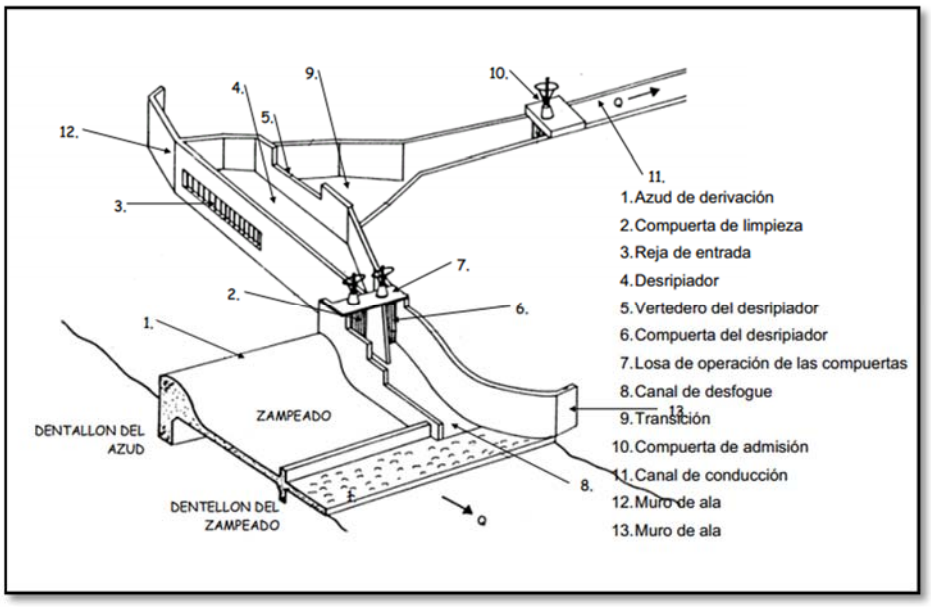


Figura. 5.1 *Esquema general de una bocatoma lateral*
Fuente: *Manual de Diseño de Estructuras hidráulicas Autoridad Autónoma del Agua - A.N.A*

10.1.2. CRITERIOS DE SELECCIÓN

El proyecto opta como mejor alternativa el uso de la toma convencional o lateral la cual se caracteriza por tener una pequeña presa que no tiene la capacidad de almacenar agua, de ahí que no posee regulación. La presa obliga a que parte del caudal fluya atreves de la toma de agua y el excedente se vierta por el aliviadero de la presa.

Este tipo de bocatomas son muy usuales en ríos que reúnen las siguientes características:

- Pendientes longitudinales fuertes que pueden llegar al 10% o a veces más.
- Crecientes subidas causadas por aguaceros de corta duración y que llevan gran cantidad de piedras.
- Pequeño contenido de sedimentos finos y agua relativamente limpia en estiaje.

10.2. DISEÑO Y CÁLCULO DE LA BOCATOMA

CAUDALES DE DISEÑO:

Qmax	=	242.00 m³/s
Qmedio	=	21.45 m³/s
Qmínimo	=	5.28 m³/s

PENDIENTE MEDIA DEL RIO: (S) = 0.002

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING (n):

1.-	Valor de rugosidad por cantos rodados y arena gruesa	0.028
2.-	Incremento por el grado de Irregularidad (poco irregular)	0.005
3.-	Incremento por el cambio de dimensiones ocasionales	0.005

n = 0.038

ANCHO DEL RIO (B)

Criterio de BLENCH:

$$\boldsymbol{B = 1.81.\left[Q.\left(\frac{Fb}{Fs}\right)^{0.5}\right]}$$

Donde:

B: Ancho de encauzamiento del rio

Q: Caudal máximo de diseño; Qmax = 242.0 m³/s

Fb: Factor de fondo, material grueso; Fb = 1.00

Fs = Factor de orilla, material ligeramente cohesivo; Fs = 0.2

B = 62.96 m

Criterio de ALTUMIN:

$$\boldsymbol{B = a\left(\frac{Q^{0.5}}{S^{0.2}}\right)}$$

Donde:

B: Ancho de encauzamiento del rio

S: pendiente del rio, S=0.003

Q: Caudal máximo de diseño; Qmax = 242.0 m³/s

a: Parámetro que caracteriza al cauce, zona de montaña con cauce con canto rodado; a = 0.75

B = 37.29 m

Criterio de PETIT:

$$\boldsymbol{B = 2.45.Q^{0.5}}$$

Q: Caudal máximo de diseño; Qmax = 242.0 m³/s

B = 38.11 m

Usaremos el criterio de PETIT ya que se acerca más a la verificación que se hizo in Situ adoptando un ancho característico de 40.00 m.

B = 40.00 m

TIRANTE DEL RIO

De la ecuación de Manning para una sección rectangular se tiene que:

$$\frac{Qm}{S^{1/2}} = \frac{\left((b + zy).y\right)^{5/3}}{(b + 2y.(1 + z^2)^{0.5})^{2/3}}$$

Donde:

Qm: Caudal medio del rio, Qm=21.45 m³/s

Z: Talud Z=0

S: Pendiente del rio S=0.002

b: Ancho del rio b = 40 m

n: Coeficiente de rugosidad n=0.038

Resolviendo (y):

Yn = 0.63 m

AREA HIDRAULICA:

$$Ar = (b + z.y).y$$

b = 40m

z = 0

y = 0.63 m

Ar = 25.28 m2

VELOCIDAD DEL RIO:

$$Vr = Qm/Ar$$

Qm: Caudal medio del rio, Qm=21.45 m³/s

Ar : Área hidráulica Ar=22.35m2

Vr = 0.85 m/s

TIPO DE FLUJO

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g.y}}$$

Vr: Velocidad del rio; Vr= 0.85 m/s

g: Gravedad; g=9.81 m/s2

y: Tirante normal del rio, y= 0.63m

Fr = 0.34 < 1 (Flujo Subcritico)

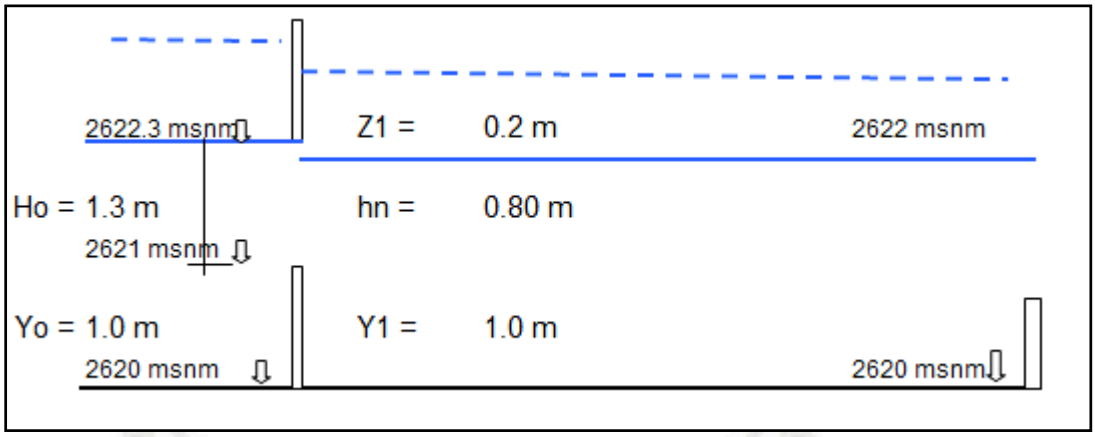
DATOS DEL RIO	
Qestiaje =	5.28 m³/s
Qmedio =	21.5 m³/s
Qmax =	242.0 m³/s
S río =	0.002
n (río) =	0.0380
Z =	0
L =	40.0 m
Yr=	0.63 m
Ar=	25.31 m2
Vr=	0.85 m/seg2.

10.2.1. VENTANA DE CAPTACION

La captación de agua se realiza mediante una abertura llamada ventana de captación el umbral de la ventana debe estar a una altura no menor de 0.60 – 0.80 metros del canal de limpia como mínimo. Sus dimensiones son calculadas en función del caudal a derivar y de las condiciones económicas más aconsejables.

DATOS DE DISEÑO

VENTANA DE CAPTACIÓN		
Yo =	1.0m	Elevación de cresta
Ho=	1.3m	Altura de ventana
Z1=	0.2 m	Perdida por ventana (Valor asumido inicialmente)
K1=	0.85	Coef. De perdida barrotes
Cota 0 =	2620 msnm	Cota de fondo
Y1 =Yo=	1.0 m	Altura luego de ventana
hn =Ho-Z1=	1.1 m	Altura de filo de agua pasando la ventana



De la ecuación general de vertederos

$$\boldsymbol{Q = M * B * H^{3/2}}$$

Si el vertedero está sumergido y tiene contracciones producidas por los barrotes

$$\boldsymbol{Q = K * S * M * b * H^{3/2}} \qquad \ldots (\mathbf{1})$$

Dónde:

M = C = Coeficiente de vertedero: 2.1 ó 2.2

S = Coeficiente de corrección por sumersión

K = Coeficiente por existencia de contracciones y barrotes

Hallando coeficiente S:

$$\boldsymbol{S = 1.05\left[1 + 0.2\left(\frac{hn}{Y1}\right)\left(\frac{Z1}{Ho}\right)^{3/2}\right]}$$

Hallando coeficiente M:

$$\boldsymbol{M = \left[0.407 + \left(\frac{0.045\,Ho}{Ho + Yo}\right)\right]\left[1 + 0.285\left(\frac{Ho}{Ho + Yo}\right)^{2}\right]\sqrt{2g^{0.5}} \quad (Konovalof)}$$

$$\boldsymbol{M = \left[1.794 + \left(\frac{0.0133}{Ho}\right)\right]\left[1 + 0.55\frac{Ho}{(Ho + Yo)^2}\right] \quad (Bazin)}$$

Donde:

Ho: Altura de ventana de captación; Ho = 1.3 m (asumido)

hn: Altura desde la ventana aguas abajo; hn = 1.10 m

Z1: Diferencia de elevación de la Superficie de Agua Arriba y Aguas Abajo (Perdida de Carga): 0.2 m (asumido)

Y1 = Elevación de cresta sobre el fondo aguas abajo; Y1 = 1.5 m

Yo = Elevación de cresta sobre el fondo aguas arriba: Yo = 1.5 m

Reemplazando se obtiene el valor de corrección por sumersión:

$$\boldsymbol{S = 1.05\left[1 + 0.2\left(\frac{1.1}{1.0}\right)\left(\frac{0.20}{1.30}\right)^{3/2}\right]}$$

S = 0.686

Reemplazando se obtiene el coeficiente por barrotes:

Según KONOVALOF:

$$M = \left[0.407 + \left(\frac{0.045 * 1.30}{1.30 + 1.0}\right)\right]\left[1 + 0.285\left(\frac{1.30}{1.30 + 1.0}\right)^2\right] 2 * 9.81^{0.5}$$

M = 2.090

Según BAZIN:

$$M = \left[0.1.794 + \left(\frac{0.0133}{1.30}\right)\right]\left[1 + 0.55\frac{1.30}{(1.30 + 1.0)^2}\right]$$

M = 2.048

Consideramos el valor obtenido por Konovalof M=2.090

Despejando de la formula (1) de vertedero totalmente ahogado, se tiene (B):

$$\boldsymbol{b = \frac{Q}{KSMH_0{}^{3/2}}}$$

Q: Caudal de diseño; Qd = 5.28 m³/s

K: 0.81

S: Coeficiente sumersión: S= 0.686

M: Coeficiente por barrotes, M=2.090

Ho: Carga sobre el vertedero; Ho = 1.30m

$$b = \frac{5.28}{0.81 * 0.686 * 2.090 * 1.30^{3/2}}$$

b = 2.92 m

Numero de barrotes (n):

$$\boldsymbol{n = \frac{b}{Sb}}$$

Se asume:

Sb: Separación entre barrotes; Sb=0.2 m

Ab: Ancho de barrote; Ab=0.1 m

$$n = \frac{2.92}{0.2} = 14.61$$

n° de barrotes = 14 barrotes

Ancho total de la ventana de captación (B)

$$B = b + n° barrotes * Ancho de barrotes$$

$$B = 2.92 + 14 * 0.1$$

$$B = 4.30\ m$$

Chequeo de pérdida de carga en vertedero (Z1)

De la fórmula de orificios

$$\boldsymbol{Q = C.A.\sqrt{2.g.Dh}}$$

Despejando Dh:

$$\boldsymbol{Dh = \frac{(Q/CA)^2}{2g}}$$

Dónde:

Q: Caudal de diseño Q =5.28 m3/s

C: Coeficiente de descarga para orificio: 0.7

A=b*Ho;

A = 2.92*1.30 = 3.80 m2

$$Dh = \frac{(5.28/(0.7 * 3.80))^2}{2 * 9.81}$$

$$Dh = Z1 = 0.201\ m$$

El valor hallado para Z1=0.201 m se aproxima al asumido de 0.2 OK.

10.2.2. ANGULO DE LA PARED DE LA VENTANA DE CAPTACION

Carga sobre el vertedero

Se tiene que:

H: Carga sobre el vertedero (m)

C: Coeficiente de descarga; C = 2.2

L: Ancho del rio, L=40 m

Qmed = 21.5 m3/s

Qcanal = 5.28 m3/s

De la fórmula de orificios se tiene que:

$$\boldsymbol{H} = \left(\frac{\boldsymbol{Qmed}}{\boldsymbol{C} * \boldsymbol{L}}\right)^{\boldsymbol{2/3}}$$

H = *0.39 m*

Cálculo de la velocidad del rio (Vr):

*A rio = (Yo+Ho+0.2+H)*L = (1.0+1.30+0.2+0.39)*40=115.61 m2*

Vr = Qmed / A rio

Vr = 21.5 / 115.61

Vr = 0.186 m/s

Velocidad en la ventana de captación (Vc)

*A ventana = 2.92 *1.30 = 3.80 m2*

Vc = Qcanal / Aventana

Vc = 5.28 / 3.80

Vc = 1.39 m/s

Calculo de Alfa:

Alfa = Arc Cos (Vrio/Vc)

Alfa = arc cos(0.186 / 1.39)

Alfa = 82.33 °

Angulo de ventana:

Angulo de ventana = 90°-80.43°

Angulo de ventana = 7.67 °

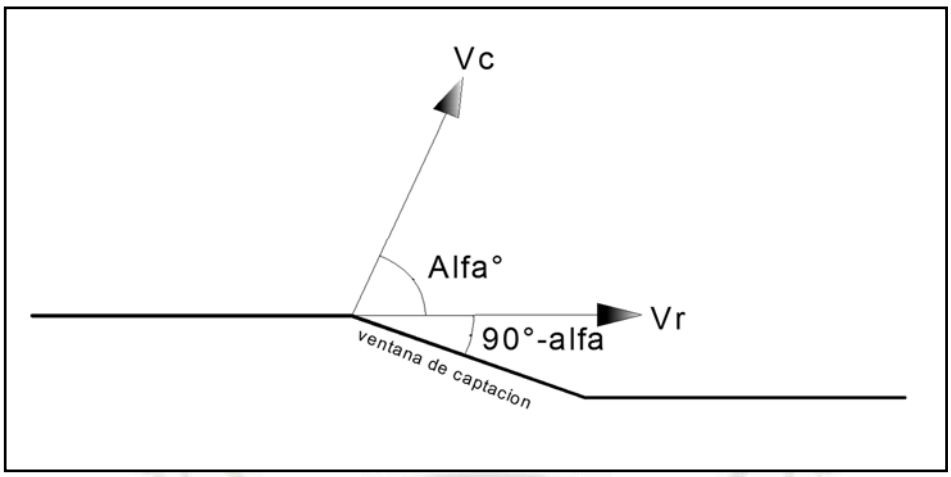


***Fig. 5.2**. Angulo de ventana de captación.*

10.2.3. CAMARA DE DECANTACION O DESRIPIADOR

Consiste en una cámara que sirve para detener las piedras que han logrado pasar entre los barrotes, las cuales no deben pasar al canal.

Con este objeto la velocidad en el desripiador debe ser relativamente baja y el paso hacia el canal debe hacerse por medio de un vertedero sumergido.

Entre la reja de entrada y el vertedero de salida puede formarse un resalto sumergido y para que este último funcióne en una forma normal es conveniente que el ancho de la cámara será por lo menos igual que la longitud del resalto.

Calculo del ancho del Desripiador:

Se usara el criterio de un Resalto sumergido ideal dándose la conservación de la energía **E0= E1= E2**

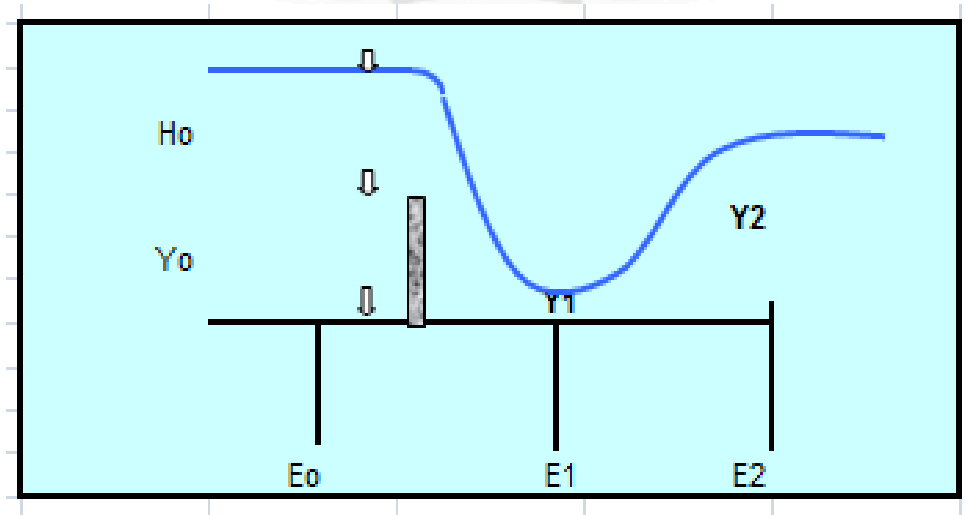


***Fig. 5.3** Tirantes conjugados.*

Energía en Eo:

$$\boldsymbol{Eo = Yo + Ho + \frac{V^2}{2 * g}}$$

Donde:

Yo=1.0 m

Ho = 1.30 m

Vo = Q/Ao = 5.28 / (4.30*(1.0+1.3)) = 0.534 m/s

$$Eo = 1.0 + 1.3 + \frac{0.534^2}{2 * 9.81}$$

Reemplazando, Eo será igual a:

$$E_0 = 2.31\, m$$

Energía en E1:

Se sabe que Eo = E1

$$\boldsymbol{E_1 = Y_1 + \frac{{V_1}^2}{2 * g}}$$

Donde:

$$\boldsymbol{V_1 = \frac{Q}{Y1 * B}} \ldots\ldots (\mathbf{1})$$

Reemplazando V1 en E1 e igualando a Eo:

$$\boldsymbol{E_0 = E_1 = Y_1 + \frac{Q^2}{2.g.B^2.Y_1}}$$

Se tanteo el tirante Y1 hasta que se igualar la energía E1 = Eo:

$$2.31 = Y_1 + \frac{5.28^2}{2 * 9.81 * 4.30^2 * Y_1}$$

$$Y_1 = 0.190\, m$$

Para un tirante de Y1=0.190 la energía en E1=2.31

Reemplazando en (1) para V1:

$$V_1 = \frac{Q}{Y1 * B} = \frac{5.28}{0.190 * 4.30} = \boldsymbol{6.46\ m/s}$$

Energía en E2:

Se sabe que E2 es igual a:

$$\boldsymbol{E_2 = Y_2 + \frac{{V_2}^2}{2g} + Hj}$$

Dónde:

$$\boldsymbol{Y_2 = -\frac{Y_1}{2} + \sqrt{\frac{{Y_1}^2}{4} + \frac{2{V_1}^2 Y_1}{g}}}$$

$$Y_2 = -\frac{0.190}{2} + \sqrt{\frac{0.190^2}{4} + \frac{2 * 6.46^2 * 0.190}{9.81}} = 1.185\ m$$

$$\boldsymbol{V_2 = \frac{Q}{Y_2 B}} = \frac{5.28}{1.185 * 4.30} = 1.04\ m/s$$

$$\boldsymbol{H_j = \frac{(Y_2 - Y_1)^3}{4 Y_1 Y_2}} = \frac{(1.185 - 0.190)^3}{4 * 0.190 * 1.185} = 1.090\ m$$

Reemplazando en E2:

$$\mathrm{E_2} = 1.185 + \frac{1.04^2}{2*9.81} + 1.090$$

$$\mathrm{E_2} = 2.33\ \mathrm{m}$$

La longitud del desripiador (Ld) será:

Pavlovsky (1912):

$$\boldsymbol{Ld = 2.5\ (1.9\ Y_2 - Y_1)} = 2.5(1.9 * 1.185 - 0.190) = 5.20\ m$$

Sieñchin:

$$\boldsymbol{Ld = 10.6\ (Y_2 - Y_1)} = (10.6(1.185 - 0.190) = 10.55\ m$$

Bakhmetv – Maztke:

$$\boldsymbol{Ld = 5(Y_2 - Y_1)} = 4.98\ m$$

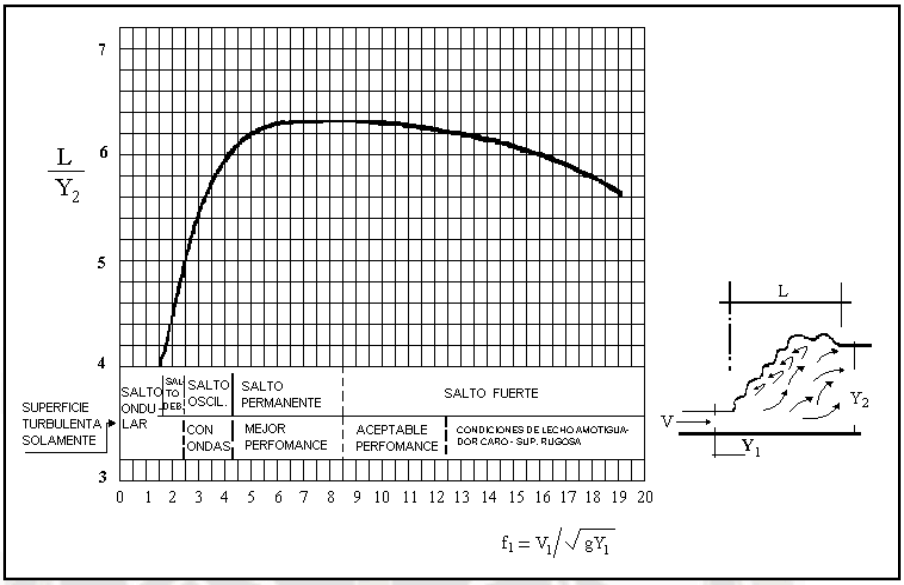


Fig 5.4 *U.S. Bureau of Reclamation Fr vs L/Y2*

*Fr = V/(g*y)^0.5 = 6.46 /(9.81*0.190)^0.5 = 4.73*

L / Y2 = 6.20

L = 7.35 m

(*) Consideramos una longitud promedio Ld = 7.00 m

10.2.4. COMPUERTA Y CANAL DE LIMPIA DEL DESRIPIADOR

Para poder eliminar las piedras que se depositan en el fondo del desripiador, debe dejarse una compuerta que conecta con el canal del desfogue. El canal debe tener una gradiente suficiente para conseguir una velocidad de lavado alta y que sea capaz de arrastrar todas las piedras.

$$\boldsymbol{Q = C.A.(2gH)^{1/2}}$$

Donde:

Q = Caudal de debe pasar por la compuerta: 5.28 m3/s

C = Coeficiente de descarga, su valor está entre 0.6 a 0.8

A = Área de abertura de la compuerta (Hc*Lc)

g =Gravedad: 9.81 m/s2

H = Carga sobre la compuerta

Se coloca la “H” en función del alto de la compuerta (Hc) para tantear sus dimensiones

H = Yo + Ho + Hc/2

H = 1.0 + 1.3 + Hc/2

Asumimos el largo de la compuerta Lc, para luego obtener Hc:

Compuerta de (Hc x Lc):

Hc pulg x 43 pulg

Hc x 1.1 m

Reemplazando en la ecuación de orificios:

$$5.28 = 0.6 * (Hc * 1.1) * (2 * .9.81 * 2.3 + Hc/2)^{1/2}$$

Tanteando Hc obtenemos que:

Hc = 1.04 m ≈ 43.0 pulg.

Se considera una compuerta de limpia cuadrada de 33" x 43".

Verificación de la velocidad de salida (Vs):

$$\boldsymbol{Vs = Cv.(2gH)^{1/2}}$$

Cv = 0.98

H = 2.80m

$$Vs = 0.98 * (2 * 9.81 * 2.80)^{\frac{1}{2}}$$

$Vs = 7.29\ m/s$ *(Velocidad de lavado en condiciones normales)*

La pendiente crítica del canal (Sc) está dada por:

$$\boldsymbol{S_c = \frac{n^2.g^{10/9}}{q^{2/9}}}$$

$$\boldsymbol{q = \frac{Vc^3}{g}}$$

Sc = Pendiente del canal

n: Rugosidad Manning, n = 0.018

g: gravedad, g=9.81m/s2

Vc: Velocidad del canal; Vc=7.29 m/s

q = Caudal por unidad de ancho (m3/s/m)

Reemplazando hallamos (q):

q = 39.49 m/s - ml

Reemplazando la pendiente crítica (Sc), será:

$$S_c = \frac{0.018^2.9.81^{10/9}}{39.49^{2/9}} = 0.0018$$

10.2.5. CALCULO DEL ANCHO DEL VERTEDERO DE ALIMENTACION DEL CANAL DE ADUCCION (bv)

Luego de la cámara desripiadora habrá un vertedero hacia el canal de conducción el cual se unirá al desarenador.

De la ecuación de vertederos se tiene:

$$bv = \frac{Qc}{SMH_v^{3/2}}$$

b: ancho del vertedero b=(m)
Qc: Caudal de diseño, Qc=5.28 m3/s
S: Coeficiente por sumersión; S=0.686 (igual que ventana de captación)
M: Coeficiente por barrotes, M=2.090 (igual que ventana de captación)
Hv: Altura del vertedero será igual que Ho de ventana, Hv=1.3 m

Resolviendo se tiene que:

bv = 2.483 m ≈ 2.50 m

10.2.6. LONGITUD DE TRANSICION DEL VERTEDERO HACIA EL CANAL DE ADUCCION (Lt)

La transición evitara la perdida de energía en el cambio de sección del canal.
Según el U.S. Bureau of Reclamation:

$$Lt = \frac{b_1 - b_2}{2.tan(12.5°)}$$

Lt: Longitud de transición (m)
b1: Ancho del vertedero hacia el canal; b1=2.5 m
b2: Ancho del canal de conducción; b2=2.3 m

Resolviendo se tiene que:

Lt = 0.55 m ≈ 0.60 m

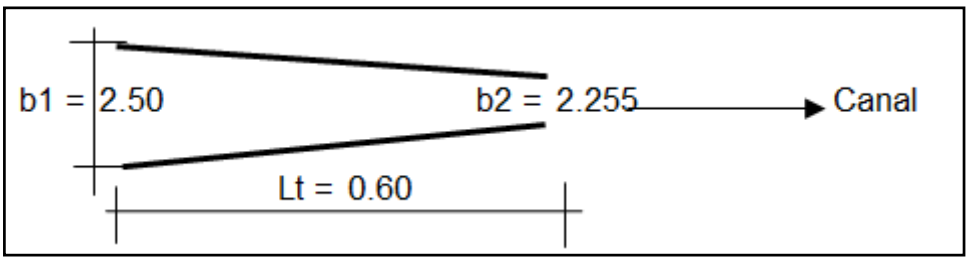


Fig. 5.5 Transición hacia el canal

10.2.7. COMPUERTA DE REGULACION HACIA EL CANAL DE ADUCCION

Este regularizara el ingreso hacia el canal principal, por lo general se recomienda que el área total de las compuerta sea igual al área del canal conducto aguas abajo. Así mismo se recomienda que la velocidad de diseño sea de 2.0 a 2.5 m/s

De la ecuación de orificios tenemos:

$$\boldsymbol{Q = C.A.(2.g.h)^{0.5}}$$

$$\boldsymbol{Q = C.A.V}$$

V: Velocidad de diseño; V=2.5 m/s
g: Gravedad 9.81 m/s2
C: Coeficiente de descarga 0.8
Q: Caudal de canal Qc=5.28 m3/s

Conociendo V, se determina h (por lo general entre 0.15 a 0.30) y luego se halla el valor de A.

$$\boldsymbol{V = (2.g.h)^{0.5}}$$

$$h = \frac{V}{2.g} = \frac{2.5}{2 * 9.81} = \boldsymbol{0.13\ m}$$

Diferencia entre niveles aguas arriba y abajo de la compuerta, h=0.13 m

Reemplazando en la ecuación de vertederos obtenemos el área de compuerta (Ac)

$$\boldsymbol{A = \frac{Q}{V * C} = \frac{5.28}{2.5 * 0.8} = 2.64\ m2}$$

10.2.8. BARRAJE VERTEDERO O AZUD

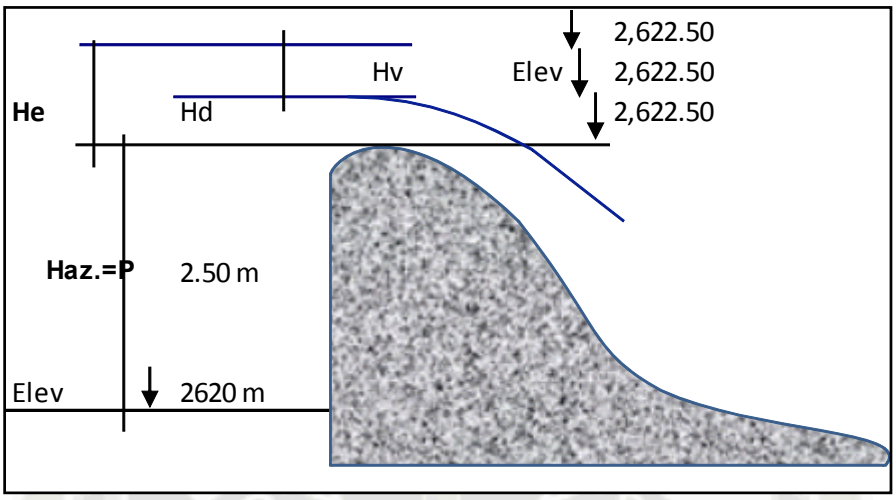


Fig 5.6 *Carga sobre el azud*

A. AZUD

Calculamos la carga máxima sobre el azud de la ecuación general de vertederos se tiene:

Q = 75% Qmax = 181.5 m3/s - 20.3 m3/s = 161.2 m3/s = 5675.9 pie3 /s

L = 36.7 = 120.4 pies

Haz = 2.50 m = 8.20 pies

Se sabe que la ecuación de vertederos es:

$$\boldsymbol{Q = C * L * Hd^{3/2}} \ldots (\mathbf{1})$$

Según Vente Chow el coeficiente de descarga vertederos en unidades Inglesas es:

$$\boldsymbol{C = 3.27 + 0.4 * He/Haz}$$

Se sabe que:

Hd = He – Hv … (2)

Hd = Y – Haz … (3)

He = Y+Hv-Haz … (4)

La altura de velocidad sera :

$$Hv = \frac{V^2}{2 * g} = \frac{\left(\frac{Q}{L * Y}\right)^2}{2 * g} \ldots (5)$$

Reemplazando (5) en (4):

$$He = Y + \frac{\left(\frac{Q}{L*Y}\right)^2}{2*g} - Haz \ \ldots (6)$$

Reemplazamos en la ecuación general (1)

$$Q = \left(3.27 + 0.40 * \frac{\left(Y + \frac{\left(\frac{Q}{L*Y}\right)^2}{2*g} - Haz \right)}{Haz} \right) * L * (Y - Haz)^{3/2}$$

$$5675.9 = \left(3.27 + 0.40 * \frac{Y + \frac{\left(5675.9/_{120.4*Y}\right)^2}{2*32.2} - 8.20}{8.20} \right) * 120.4 * (Y - 8.20)^{3/2}$$

$$5675.9 = \left(3.27 + 0.049 * (Y + \frac{34.74}{Y^2} - 8.20)\right) * 120.4 * (Y - 8.20)^{3/2}$$

Usando Newton Raphson se obtiene:

Y = 13.69 pie = 4.17 m

Reemplazando en (5):

$$Hv = \frac{(5676/(120.4 * 13.69))^2}{2 * 32.2}$$

$$Hv = 0.184\, pies = 0.056 \text{ m}$$

Reemplazando en (4) la carga en el azud será:

$$He = Y + Hv - Haz$$

$$He = 13.69 + 0.184 - 8.20$$

$$He = 5.67\, pies = 1.728 \text{ m}$$

Reemplazando en (2):

$$Hd = 5.67 - 0.184$$

$$Hd = 5.486\, pies = 1.672 \text{ m}$$

PERFIL DE LA CRESTA DEL VERTEDOR DEL BARRAJE

De acuerdo a la información del U.S. Bureau of Reclamation, el U.S. Army Corps of Engineers ha desarrollado varios perfiles estándar en Waterways Experiment Station (WES), dichos perfiles diseñados como perfiles de vertederos estándar, los cuales pueden ser representados por la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{X^n = K.Hd^{n-1}.Y} \ldots\ldots (\mathbf{1})$$

Dónde:

X, Y = Valores de las coordenadas del perfil de la cresta del vertedero, como origen toma el punto más alto de la cresta.

Hd = Carga neta sobre la cresta del vertedero.

n y K = Parámetros que dependen de la inclinación de la superficie aguas arriba

CUADRO 5.1 *Valores K, n*

Pendiente de la cara aguas arriba	K	n
Vertical	2.000	1.850
3:1	1.936	1.836
3:2	1.939	1.810
3:3	1.873	1.776

Fuente: *U.S Bureau of Reclamation.*

Para un vertedero de pared vertical se tiene:

K = 2.00

n = 1.85

Hd = 1.57m

Reemplazando Y de la ecuación (1):

$$\boldsymbol{Y = \frac{X^{1.85}}{Hd^{0.85} - K}}$$

$$Y = \frac{X^{1.85}}{3.4}$$

Tabulando para obtener el perfil aguas abajo:

CUADRO 5.2 *Valores X, Y*

X	Y	X	Y
0.3619195	0.05	1.7775318	0.95
0.5264061	0.1	1.8275024	1
0.6553916	0.15	1.8763364	1.05
0.7656434	0.2	1.9241299	1.1
0.8638129	0.25	1.9709228	1.15
0.9532671	0.3	2.0167899	1.2
1.036121	0.35	2.061787	1.25
1.1136734	0.4	2.1059645	1.3
1.1868947	0.45	2.1493679	1.35
1.2564388	0.5	2.1920389	1.4
1.3228651	0.55	2.2340153	1.45
1.3865593	0.6	2.2753317	1.5
1.4478773	0.65	2.3160202	1.55
1.507076	0.7	2.35611	1.6
1.5643054	0.75	2.3956283	1.65
1.6198545	0.8	2.4345996	1.7
1.6738157	0.85	2.4726846	1.75
1.7263364	0.9	2.4999495	1.786

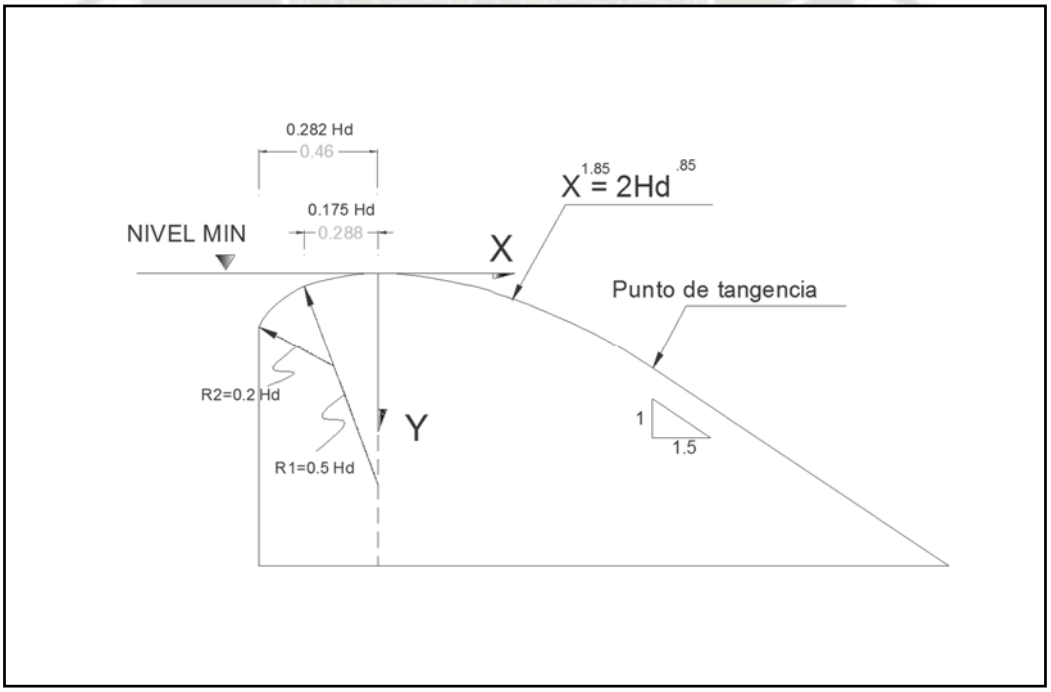


Fig 5.7 *Perfil de Cresta*
Fuente: *U.S Bureau of Reclamation*

CUADRO 5.3 *Valores para el perfil de azud*

Valores para AZUD aguas arriba Hd=1.67m	
0.282 Hd	0.491
0.5 Hd	0.870
0.175 Hd	0.305
0.2 Hd	0.348

Haz > 1.33 Hd

2.50 > 1.33*1.67

2.50 > 2.22 CONFORME

No es importante el efecto de la velocidad

B. REMANSO

Se calculará el remanso producido por el método de las etapas para lo que hallaremos el tirante crítico.

Q^2 / g = A^3 / T

Q^2 / g =[(b+zy)y]^3/(b+2zy)

Donde del río se sabe:

Q = 242 m3/s

g = 9.81 m/s2

z = 0

b = 40m

Resolviendo:

Yc = 1.55 m

Tirante Y1 = Hazud + Hd

Y1 = 2.5 + 1.7 = 4.37 m

CUADRO 5.4 ***CURVA DE REMANSO***													
Y	A	P	R	R^(2/3)	V	Alfa V^2/2g	E	DE	Sf	Sf prom	So-Sf prom	DX	X
4.37	174.77	48.74	3.59	2.34	1.38	0.0977	4.467	-	0.00050	-	-	-	**-**
4.36	174.37	48.72	3.58	2.34	1.39	0.0982	4.457	0.010	0.00051	0.00051	0.001494	6.394	**6.394**
4.35	173.97	48.70	3.57	2.34	1.39	0.0986	4.448	0.010	0.00051	0.00051	0.001490	6.407	**12.802**
4.34	173.57	48.68	3.57	2.33	1.39	0.0991	4.438	0.010	0.00052	0.00051	0.001487	6.421	**19.223**
4.33	173.17	48.66	3.56	2.33	1.40	0.0995	4.429	0.010	0.00052	0.00052	0.001483	6.435	**25.657**
4.32	172.77	48.64	3.55	2.33	1.40	0.1000	4.419	0.010	0.00052	0.00052	0.001479	6.449	**32.106**
4.31	172.37	48.62	3.55	2.33	1.40	0.1005	4.410	0.010	0.00053	0.00052	0.001475	6.463	**38.569**
4.30	171.97	48.60	3.54	2.32	1.41	0.1009	4.400	0.010	0.00053	0.00053	0.001472	6.477	**45.047**
4.29	171.57	48.58	3.53	2.32	1.41	0.1014	4.391	0.010	0.00053	0.00053	0.001468	6.492	**51.539**
4.28	171.17	48.56	3.52	2.32	1.41	0.1019	4.381	0.010	0.00054	0.00054	0.001464	6.507	**58.046**
4.27	170.77	48.54	3.52	2.31	1.42	0.1024	4.372	0.010	0.00054	0.00054	0.001460	6.522	**64.568**
4.26	170.37	48.52	3.51	2.31	1.42	0.1028	4.362	0.010	0.00055	0.00054	0.001456	6.537	**71.105**
4.25	169.97	48.50	3.50	2.31	1.42	0.1033	4.353	0.010	0.00055	0.00055	0.001452	6.553	**77.658**
4.24	169.57	48.48	3.50	2.30	1.43	0.1038	4.343	0.010	0.00055	0.00055	0.001448	6.569	**84.226**
4.23	169.17	48.46	3.49	2.30	1.43	0.1043	4.333	0.010	0.00056	0.00056	0.001444	6.585	**90.811**
4.22	168.77	48.44	3.48	2.30	1.43	0.1048	4.324	0.010	0.00056	0.00056	0.001440	6.601	**97.412**
4.21	168.37	48.42	3.48	2.30	1.44	0.1053	4.314	0.010	0.00057	0.00056	0.001436	6.617	**104.030**
4.20	167.97	48.40	3.47	2.29	1.44	0.1058	4.305	0.009	0.00057	0.00057	0.001432	6.634	**110.664**
4.19	167.57	48.38	3.46	2.29	1.44	0.1063	4.295	0.009	0.00057	0.00057	0.001427	6.651	**117.315**
4.18	167.17	48.36	3.46	2.29	1.45	0.1068	4.286	0.009	0.00058	0.00058	0.001423	6.669	**123.984**
4.17	166.77	48.34	3.45	2.28	1.45	0.1073	4.277	0.009	0.00058	0.00058	0.001419	6.686	**130.670**
4.16	166.37	48.32	3.44	2.28	1.45	0.1078	4.267	0.009	0.00059	0.00059	0.001415	6.704	**137.374**
4.15	165.97	48.30	3.44	2.28	1.46	0.1084	4.258	0.009	0.00059	0.00059	0.001410	6.722	**144.097**
4.14	165.57	48.28	3.43	2.27	1.46	0.1089	4.248	0.009	0.00060	0.00059	0.001406	6.741	**150.838**
4.13	165.17	48.26	3.42	2.27	1.47	0.1094	4.239	0.009	0.00060	0.00060	0.001401	6.760	**157.597**

4.12	164.77	48.24	3.42	2.27	1.47	0.1099	4.229	0.009	0.00061	0.00060	0.001397	6.779	**164.376**
4.11	164.37	48.22	3.41	2.27	1.47	0.1105	4.220	0.009	0.00061	0.00061	0.001392	6.798	**171.174**
4.10	163.97	48.20	3.40	2.26	1.48	0.1110	4.210	0.009	0.00061	0.00061	0.001388	6.818	**177.992**
4.09	163.57	48.18	3.40	2.26	1.48	0.1116	4.201	0.009	0.00062	0.00062	0.001383	6.838	**184.830**
4.08	163.17	48.16	3.39	2.26	1.48	0.1121	4.191	0.009	0.00062	0.00062	0.001378	6.859	**191.689**
4.07	162.77	48.14	3.38	2.25	1.49	0.1127	4.182	0.009	0.00063	0.00063	0.001373	6.879	**198.568**
4.06	162.37	48.12	3.37	2.25	1.49	0.1132	4.172	0.009	0.00063	0.00063	0.001369	6.901	**205.469**
4.05	161.97	48.10	3.37	2.25	1.49	0.1138	4.163	0.009	0.00064	0.00064	0.001364	6.922	**212.391**
4.04	161.57	48.08	3.36	2.24	1.50	0.1143	4.154	0.009	0.00064	0.00064	0.001359	6.944	**219.335**
4.03	161.17	48.06	3.35	2.24	1.50	0.1149	4.144	0.009	0.00065	0.00065	0.001354	6.966	**226.301**
4.02	160.77	48.04	3.35	2.24	1.51	0.1155	4.135	0.009	0.00065	0.00065	0.001349	6.989	**233.290**
4.01	160.37	48.02	3.34	2.23	1.51	0.1161	4.125	0.009	0.00066	0.00066	0.001344	7.012	**240.302**
4.00	159.97	48.00	3.33	2.23	1.51	0.1166	4.116	0.009	0.00066	0.00066	0.001339	7.036	**247.338**
3.99	159.57	47.98	3.33	2.23	1.52	0.1172	4.106	0.009	0.00067	0.00067	0.001334	7.060	**254.397**
3.98	159.17	47.96	3.32	2.22	1.52	0.1178	4.097	0.009	0.00067	0.00067	0.001328	7.084	**261.481**
3.97	158.77	47.94	3.31	2.22	1.52	0.1184	4.088	0.009	0.00068	0.00068	0.001323	7.109	**268.590**
3.96	158.37	47.92	3.30	2.22	1.53	0.1190	4.078	0.009	0.00068	0.00068	0.001318	7.134	**275.724**
3.95	157.97	47.90	3.30	2.22	1.53	0.1196	4.069	0.009	0.00069	0.00069	0.001312	7.160	**282.884**
3.94	157.57	47.88	3.29	2.21	1.54	0.1202	4.059	0.009	0.00070	0.00069	0.001307	7.186	**290.071**
3.93	157.17	47.86	3.28	2.21	1.54	0.1208	4.050	0.009	0.00070	0.00070	0.001301	7.213	**297.284**
3.92	156.77	47.84	3.28	2.21	1.54	0.1215	4.041	0.009	0.00071	0.00070	0.001296	7.240	**304.524**
3.91	156.37	47.82	3.27	2.20	1.55	0.1221	4.031	0.009	0.00071	0.00071	0.001290	7.268	**311.793**
3.90	155.97	47.80	3.26	2.20	1.55	0.1227	4.022	0.009	0.00072	0.00072	0.001285	7.297	**319.089**
3.89	155.57	47.78	3.26	2.20	1.56	0.1233	4.013	0.009	0.00072	0.00072	0.001279	7.326	**326.415**
3.88	155.17	47.76	3.25	2.19	1.56	0.1240	4.003	0.009	0.00073	0.00073	0.001273	7.355	**333.770**
3.87	154.77	47.74	3.24	2.19	1.56	0.1246	3.994	0.009	0.00074	0.00073	0.001267	7.385	**341.155**
3.86	154.37	47.72	3.23	2.19	1.57	0.1253	3.984	0.009	0.00074	0.00074	0.001261	7.416	**348.571**

Fuente: *Elaboración Propia*

C. POZA DE DISIPACION

Como consecuencia de la sobreelevación del nivel de las aguas producido por el barraje, estas adquieren energía potencial que posteriormente al caer se transformara en energía cinética, teniendo un alto nivel erosivo. Por ello es necesario disipar parte de dicha energía de manera q no afecte la estructura. Para tal efecto el sistema más eficaz es el desarrollo de un salto hidráulico.

Las obras de protección en el pie del azud dependen de los siguientes factores:

- La altura del nivel de agua con respecto al lecho del río o diferencia de nivel creada por la estructura.
- Caudal del río.
- Tipo de material del cauce y de los materiales disponibles en la zona.
- Condiciones hidráulicas del río.

Datos de diseño:

L: Ancho del rio; L=36.7 m

Q: Caudal en maximas avenidas Qmax=161.22 m3/s

n: Rugosidad del rio; n = 0.038

Z: Talud recto de rio; z = 0

S: Pendiente longitudinal del rio, S=0.002

Yn: Tirante normal, 2.31 m

Del Azud se tiene:

C: Coeficiente de descarg vertederos; C=2.2

He: Carga total sobre el azud He=Q/(C*L)^(2/3); He=1.78 m

Haz: Altura del azud; Haz.=2.50 m

Hd: Carga neta sobre la cresta del vertedero; Hd = 1.67 m

Ha: Carga de energia de velocidad; Ha = V^2/2g = 0.06 m

CALCULO DE LA COTA DEL SOLADO DE POZA

El calculo de la cota del solado de la poza disipadora lo determinadmos por consideraciones de energeticas.

De acuerdo al siguiente grafico y despreciando las perdidas de energia debida al rozamiento, tendremos que:

$$Hj = Ea - Eb$$

Hj = (2.5+1.7) - (2.81+0.236)

Hj = 1.182 m

Se conoce la siguiente expresión donde Hj esta en funcion del tirante Y1:

$$Hj = \frac{Y1}{16} * \frac{\left(\sqrt{1+\frac{K}{Y1^3}} - 3\right)^3}{\sqrt{1+\frac{K}{Y1}} - 1} \dots (1)$$

Donde:

$$K = \frac{8 * q^2}{g}$$

$$K = \frac{8 * \left(\frac{161.2}{36.7}\right)^2}{9.81} = 15.73$$

Reemplazando en (1):

$$1.182 = \frac{Y1}{16} * \frac{\left(\sqrt{1+\frac{15.73}{Y1^3}} - 3\right)^3}{\sqrt{1+\frac{15.73}{Y1}} - 1}$$

Resolviendo la ecuación el tirante Y1 sera:

Y1 = 0.48 m

Por lo tanto:

V1 = 9.15 m/s

Hv1 = 4.27 m

F = 4.24 (Supercritico)

La cota del Solado en la poza sera:

Cs = Ea – Hv1 – Y1

Cs = 2624.23 – 4.27 – 0.48

Cs = 2619.476 msnsm.

Y las caracteristicas del perfil despues del salto sera:

$$Y2 = \frac{Y1}{2} * (\sqrt{1 + 8F1^2} - 1)$$

$$Y2 = \frac{0.48}{2} * (\sqrt{1 + 8 * 4.24} - 1)$$

$$\boldsymbol{Y2 = 1.68\ m}$$

V2 = 2.61 m/s

Hv2 = 0.3474 m

F = 0.64 Subcritico

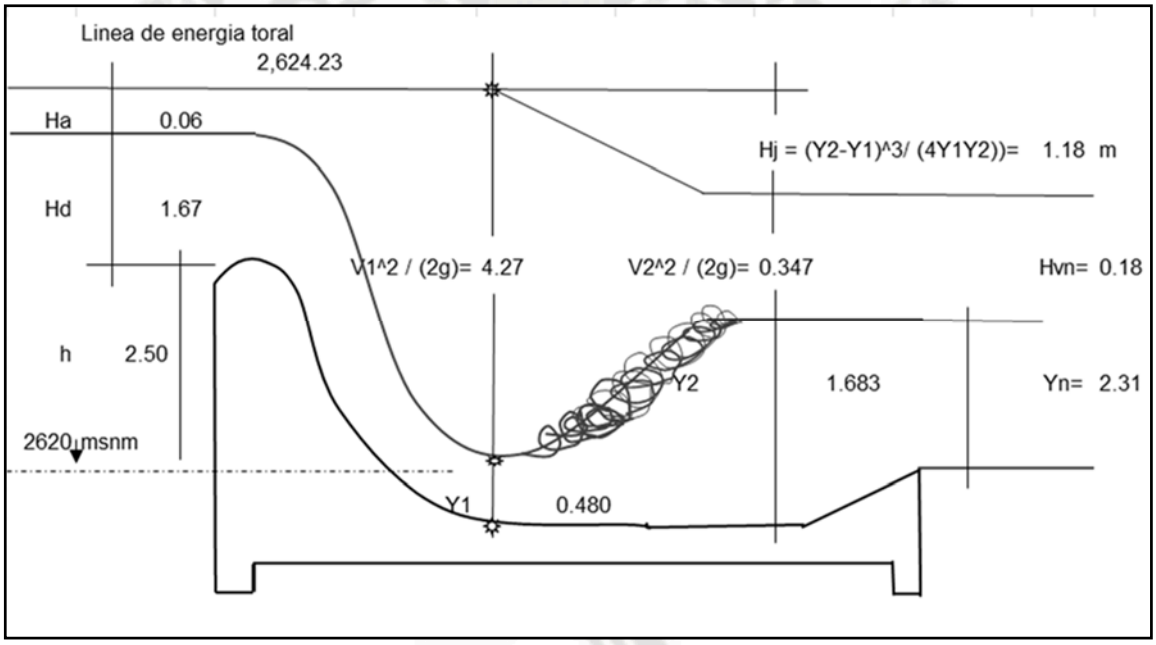


Fig 5.8 Energia sobre el azud.
Fuente: *Elaboración Propia*

CALCULO DE LA LONGITUD DEL COLCHON DISIPADOR

Conocidos los tirantes conjugados Y1 y Y2, es posible calcular la longitud necesaria para que se produzca el salto hidraulico.

Existen varias formulas empiricas y experimentales para tal fin, las cuales se muestra a continuacion:

CUADRO 5.6 Longitud de colchon disipador considerando diferentes criterios

CRITERIO	Formula	L =
Pavlovski (1912)	L= 2.5 * (1.9*Y2 - Y1)	12.40 m
Sieñchin	L=10.6*(y2-y1)	24.06 m
Bakhmetv - Maztke	L=5*(y2-y1)	11.35 m
Schoklitsch	L=6*(y2-y1)	13.62 m
Método grafico U.S. Bureau of Reclamation	Fr = V1/(g*y1)^0.5 L/Y2 = Resultado de Grafica	16.87 m
U.S. Bureau of Reclamation	L = 4*Y2	11.84 m

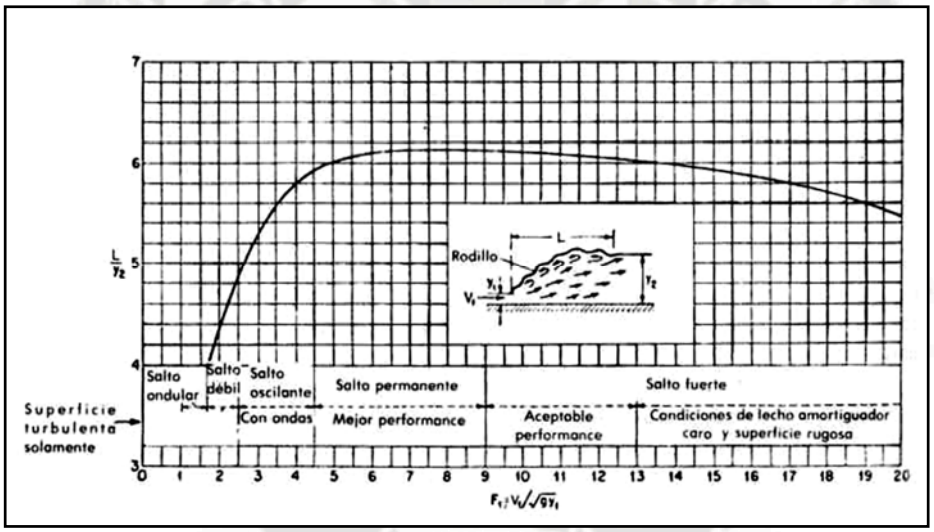


Fig. 5.9 *Método Gráfico propuesto por el US Bureau of Reclamation*

El elegira la longitud tambien tomando un criterio economico tomando una longitud promedio de **L = 14.90 m.**

CURVA DE ENLACE ENTRE PERFIL Y BARRAJE

La curva de enlace surge con la finalidad de que el cambio de dirección que sufren las aguas al pasar por el barraje a la poza disipadora no sea de manera brusca, para lo cual se usa un elemento curvo de radio R igual a 1.5Hd, siendo Hd la carga neta de diseño sobre la cresta del barraje.

$$\boldsymbol{T = R\,tg(\propto/2)}$$

Donde:

Hd = 1.87 m

- *R = 1.5*Hd*
  *= 1.5 * 1.87 = 2.81 m*
- *$\propto$ = arc tan(1/1.5) = 33.69°*

Reemplazando en T:

$$\boldsymbol{T = 2.81 * tg(33.69°/2)}$$

$$\boldsymbol{T = 0.851\ m}$$

Siendo:

$$\boldsymbol{Tx} = Tcos \propto = 0.708$$

$$\boldsymbol{Ty} = Tsen \propto = 0.472$$

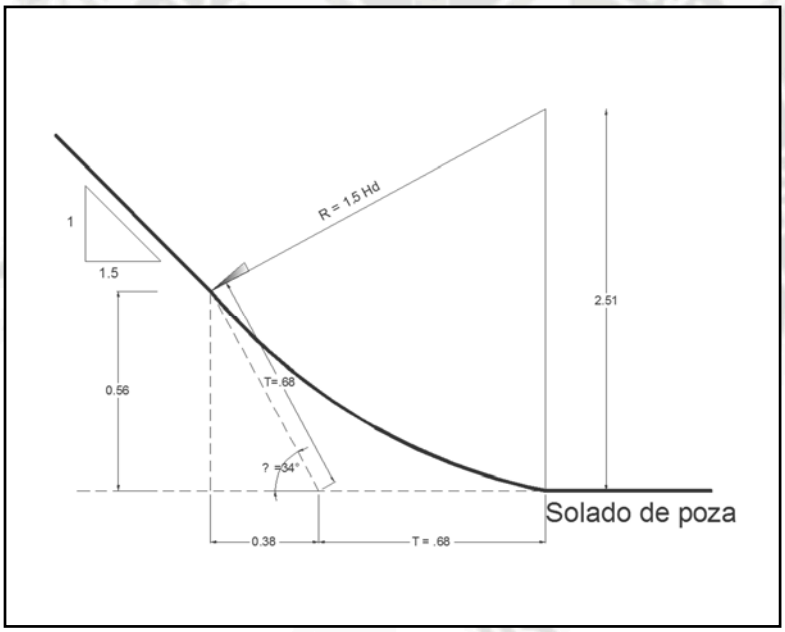


Fig 5.10 *Curva de enlace entre perfil de barraje y solado de poza*
Fuente: *Elaboración Propia*

CALCULO DE LA PRUFUNDIDAD DE CIMENTACION DE LA ESTRUCTURA DE DISIPACION

La mínima longitud de cimentación para la estructura barraje, será aquella que contrarreste los efectos negativos derivados de la filtración de las aguas, siendo la sub-presión y el sifonamento dichos efectos.

La sub-presión tiende a colapsar la estructura y para que ello no ocurra el espesor del mismo se calcula para que por su propio peso resista la fuerza de sub-presión, se recomienda usar un factor de seguridad de 1/3, teniendo:

$$T = \frac{4}{3} * Sp * \frac{\gamma_a}{\gamma_c} \dots\dots (1)$$

Donde:

T = Espesor de la estructura de barraje-poza disipadora (m)

Sp = Valor de la sub-presión (m)

γ_a = Peso especifico del agua (kg/m3)

γ_a = Peso especifico del concreto (kg/m3)

ANALISIS DE LA SUB-PRESION:

Dicha fuerza actúa disminuyendo el peso de la estructura, lo cual origina su colapso a este tipo de falla se le llama deslizamiento o volteo.

Para encontrar la subpresion se hará un análisis considerando los casos extremos de aguas máximas y mínimas.

∑ Long Verticales = 3.15+1.0+0.15 +2.00 = 6.50 m

∑ Long Horizontales = 2.0+4.30+8.00+2.00+1.5 = 17.80 m

Lc = Longitud compensada = ∑ Lv + 1/3 ∑Lh = 12.43 m

CASO DE AGUAS MAXIMAS.-

Se conoce la descarga de diseño y que la carga hidráulica Δh, está definida por la diferencia entre el nivel aguas arriba del barraje y el de aguas abajo, se tiene que:

Δh = (2620+2.5+1.67) - (2620+2.31) = 1.86 m

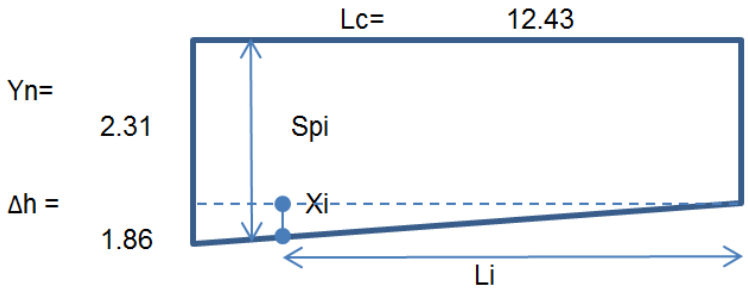


Fig 5.11 Diagrama de sub-presión para máximas avenidas

CASO DE AGUAS MINIMAS.-

Consideramos como carga hidráulica ∆h, el desnivel existente entre el nivel de la cresta del barraje aguas arriba y el nivel del lecho del rio aguas abajo, se tiene que:

$$\Delta h = 2622.65 - 2620.14 = 2.50 \text{ m}$$

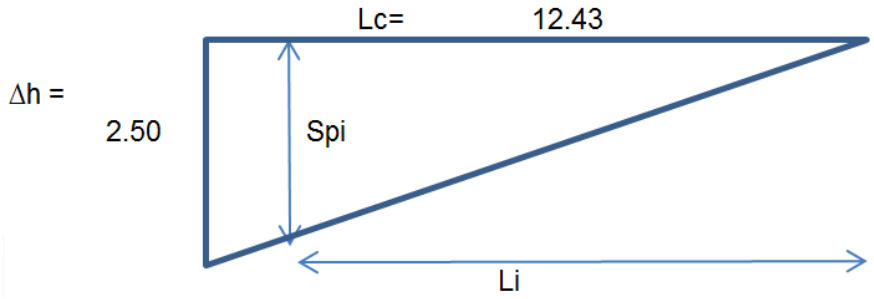


Fig 5.12 Diagrama de sub-presión para aguas mínimas
Fuente: *Elaboración Propia*

De ambos diagramas tenemos que el más crítico es de aguas máximas, por lo que calcularemos los valores de la sub-presión para las distintas secciones críticas de la estructura.

SECCION A-A

∑ L vi = 1.+0.15+2 = 3.15 m
∑ L hi = 4.30+8.0+2.0+1.5 = 15.8 m
Li = ∑ L vi + 1/3 * ∑ L hi = 8.42 m

Por semejanza de triángulos:

$$\boldsymbol{X_i} = \Delta \boldsymbol{h} * \frac{\boldsymbol{Li}}{\boldsymbol{Lc}} = 1.86 * \frac{8.42}{12.43}$$

$$X_i = 1.26\ m$$

Por lo tanto Sp A-A será:

$$\boldsymbol{Sp_{A-A}} = \boldsymbol{X_i} + \mathbf{2.31} = 1.26 + 2.31$$
$$Sp_{A-A} = 3.57\ m$$

PARA LA SECCIÓN B-B

∑ L vi = 0.15+2.0 = 2.15 m

∑ L hi = 8.0+2.0+1.5 = 11.5 m

Li = ∑ L vi + 1/3 * ∑ L hi = 5.98 m

$$\boldsymbol{X_i} = \Delta \boldsymbol{h} * \frac{\boldsymbol{Li}}{\boldsymbol{Lc}} = 1.86 * \frac{5.98}{12.43}$$

$$X_i = 0.9\ m$$

Por lo tanto Sp B-B será:

$$\boldsymbol{Sp_{B-B}} = \boldsymbol{X_i} + \mathbf{2.31} = \mathbf{0.9} + \mathbf{2.31}$$

$$\boldsymbol{Sp_{B-B}} = \mathbf{3.21}\ \boldsymbol{m}$$

PARA LA SECCIÓN C-C

∑ L vi = 0.15 +2.0 = 2.15 m

∑ L hi = 2.0+1.5 = 3.5 m

Li = ∑ L vi + 1/3 * ∑ L hi = 3.32 m

$$\boldsymbol{X_i} = \Delta \boldsymbol{h} * \frac{\boldsymbol{Li}}{\boldsymbol{Lc}} = 1.86 * \frac{3.32}{12.43}$$

$$\mathrm{X}_i = 0.5\ m$$

Por lo tanto Sp C-C será:

$$\boldsymbol{Sp_{C-C}} = X_i + 2.31 = 0.5 + 2.31$$

$$\boldsymbol{Sp_{C-C}} = 2.81\ m$$

Con los valores obtenidos verificamos si los espesores supuestos son suficientes, reemplazando en (1) T= 4/3*Sp* ɣa/ɣc , para cada sección tenemos:

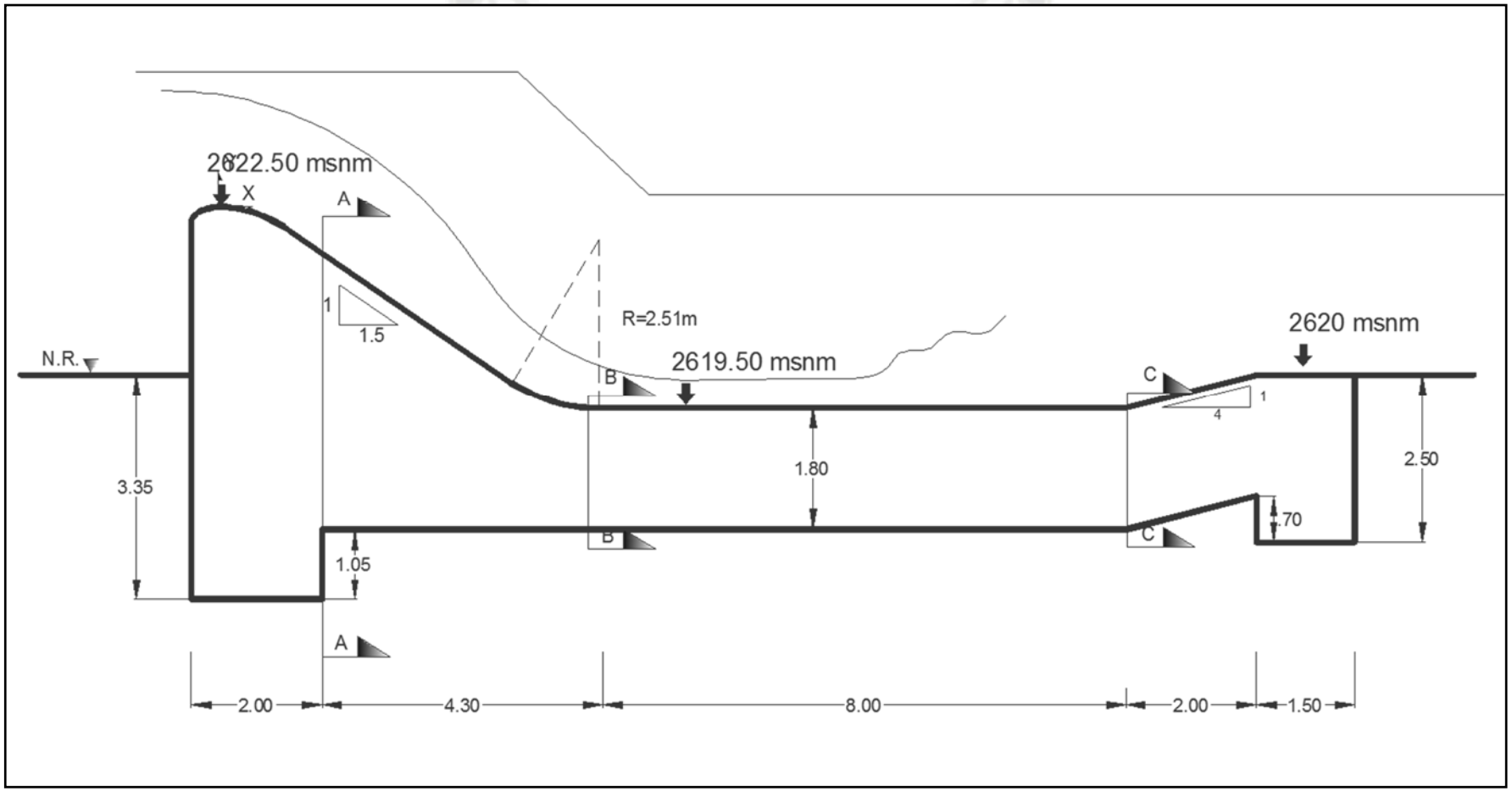
$$T_{A-A} = \frac{4}{3} * 3.57 * \frac{1000}{2400} = 1.98\ m < 3.35 \quad \boldsymbol{OK}$$

$$T_{B-B} = \frac{4}{3} * 3.21 * \frac{1000}{2400} = 1.78\ m < 1.85 \quad \boldsymbol{OK}$$

$$T_{C-C} = \frac{4}{3} * 2.81 * \frac{1000}{2400} = 1.56\ m < 1.85 \quad \boldsymbol{OK}$$

(*) Las sub-presiones son inferiores a las supuestas inicialmente para la estructura.

Fig. 5.13 POZA DE AMORTIGUACION



Fuente: *Elaboración Propia*

10.2.9. ALIVIADERO O VERTEDERO DE DEMASIAS

Es una obra de seguridad en la conducción, se encargara de verter al afluente las aguas de exceso que superan la capacidad del canal. Las aguas de exceso se producen por daño u obstrucción de pasos de las lluvias y por derrumbes de las laderas. El daño u obstrucción de los pasos de aguas de lluvias hace que una gran parte de las aguas que escurren por la ladera entren en el canal aumentando considerablemente el caudal y este se desborde, para que esto no ocurra el aliviadero debe verter al afluente las aguas de exceso

Se admitirá que en creciente entre al canal un caudal mayor en 20% que el diseño por lo tanto

Q = Qest+20%

Datos De Diseño:

Qest =	**5.28 m3/s**	**Caudal de diseño**
Qv =	6.34 m3/s	Caudal diseño + 20%
Yn =	1.13 m	Tirante de canal
b =	2.92 m	Ancho de ventana de captación, sin barrotes
Ho =	1.30 m	Altura de ventana de captación
Qmax	242 m3/s	Caudal de rio en máximas avenidas

Calculo del tirante del canal en crecida

Para las características del canal

n = 0.018
b = 2.255
z = 0
Sc = 0.003

Resolviendo en el software Hcanales V.3 se tiene que:

Siendo:

El tirante normal: = 1.130 m
El tirante en crecida = 1.298 m

- El aumento en crecida (Yc-Yn) = 0.160 m

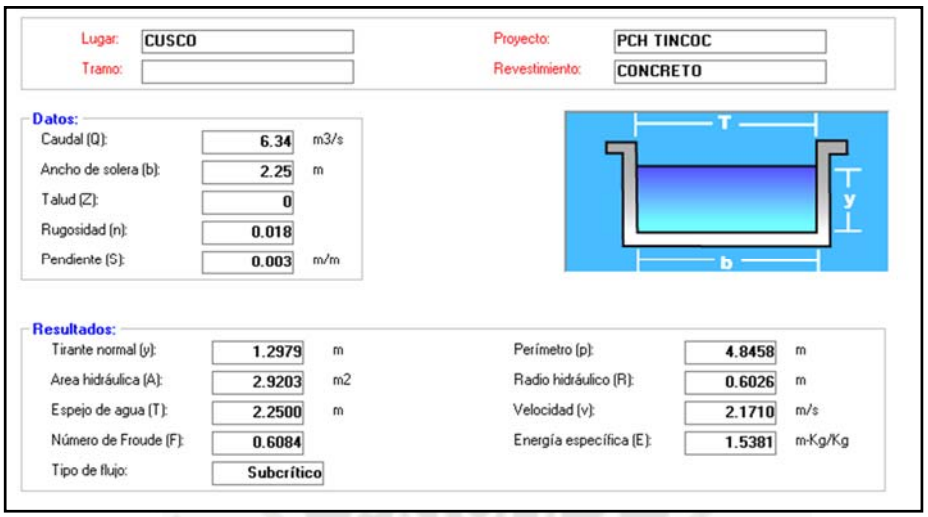


Fig. 5.14 *Resultado de diseño.*

Fuente: *Software de diseño Hcanales, Max. Villon.*

De la compuerta de ingreso al canal que trabajara como orificio se tiene

$$\boldsymbol{Q = C.A.\sqrt{2.g.Dh}}$$

C = 0.68 (Coef. descarga compuerta hacia cana)

Reemplazando y resolviendo Dh se tiene:

$$6.34 = 0.68(1.13 * 2.23)\sqrt{2.9.81.Dh}$$

Dh = 0.68 m

De la ventana de captación se tiene que:

$$\boldsymbol{Q = C.A.\sqrt{2.g.Dh}}$$

C = 0.65 (Coef. descarga orificio ventana de captación)

$$6.34 = 0.65(1.30 * 2.92)\sqrt{2 * 9.81 * Dh}$$

Dh = 0.34 m

Del azud se tiene que trabaja como vertedero, se tiene que:

$$\boldsymbol{Q = M.L.H^{3/2}}$$

M = 2.2 (coef. vertedero)

L = 40m (ancho del rio)

H = Dh = 0.89 (altura de crecida)

Q = 74.33 m3/s

Como el caudal total traído por el rio es 74.33 + 6.36= 80.67m3/s y el caudal en crecida es mucho mayor 242 m3/s se comprueba que si se necesita un vertedor de excedencias para lo que vamos a calcularla longitud del vertedero.

LONGITUD DEL VERTEDERO

El caudal en creciente Máx Avenidas según hidrología 242.00 m3/seg

Para regular el caudal que entra a la captación se puede dejar un vertedero en la pared del desripiador siendo de Lv (demasías)=4.8m y cuya cresta estaría unos 0.02 m por encima del nivel normal de agua, ósea en la cota 2622.12 decir que en creciente la carga sobre el vertedero sería de 0.73 m y el caudal

El caudal evacuado sería:

Q = M Lv H^(3/2)

Q evacuado =	6.63	m3/seg

Entonces el caudal que pasa por la reja sería= Qevacuado + Qcreciente

Qcrecida=Qest+20%	6.336	m3/seg
Q pasa reja =	12.97	m3/seg

La pérdida de carga necesaria en la reja será

Q = C A (2gZo)^0.5

Donde C = 0.65

Zo = (Qpasa reja/CA)^2 / 2g)

Zo = 1.42m1.42m

Profundidad del agua antes de la reja

1.42 + 2622.85 – 2620 = 4.27 m

Sección antes de la reja = B x 4.27=18.36m2

V = Qpasa reja / sección 0.71 m/seg

Velocidad de aproximación = V2/2g

V2/2g =	0.03	m
Z = Zo - V2/2g	1.39	m

Calculamos el caudal que pasa por el azud

Carga = Zo + Nivel agua después reja - Cota azud

Carga = 1.97 m

Qpasa azud = M L

Hcarga^(3/2)

Qpasa azud =	243.20	m3/seg

Long. Vertedero de demasías 4.8 m

Con esta longitud del vertedero el Qpasa azud es= 243.20 m3/seg que es superior al de la creciente, quiere decir que el exceso que entra en la captación es: **<** 20%

10.2.10. COMPUERTA Y CANAL DE LIMPIA

El barraje móvil se ha diseñado con la finalidad de que en épocas de avenidas estas se mantengan abiertas y en épocas de estiaje estén cerrados. El barraje se ha diseñado como un vertedero de pared delgado de caída libre, ya que hay la posibilidad de que en la avenida proyectada este cerrada por lo que este trabajara como vertedero, este siendo la más crítica.

DIMENSIONAMIENTO POR RELACION DE AREAS

Se dimensiona las ventanas por relación de áreas siendo 1/10 del área del azud.

Donde:

H: Altura del Azud, H=2.50 m

Ld: Longitud de area de compuertas (m)

$$\boldsymbol{A_1 = \frac{A_2}{10}} \qquad \boldsymbol{A_2 = h * (40 - Ld)}$$

Reemplazando H se tiene:

$$\boldsymbol{H * Ld = \frac{H * (40 - Ld)}{10}}$$

$$2.50 * Ld = \frac{2.50 * (40 - Ld)}{10}$$

$$Ld = 3.64\ m$$

Entonces:

40 – Ld = 36.36 m (longitud de barraje fijo)

LONGITUD DE COMPUERTA DEL CANAL DE LIMPIA (Lcl)

$$\boldsymbol{Lcl = \frac{Ld}{2} = 1.82\ m}$$

Se asume el uso de dos compuertas de 42 pulg x 42 pulg siendo la longitud de cada compuerta de Lcl = 1.07 m, se verificara el caudal evacuado por cada compuerta.

PREDIMENSIONADO DEL ESPESOR DE MUROS DE DIVISION (e)

$$e = \frac{Lcl}{4} = \frac{1.82}{4} = 0.27\ m\ \approx 0.30\ m.$$

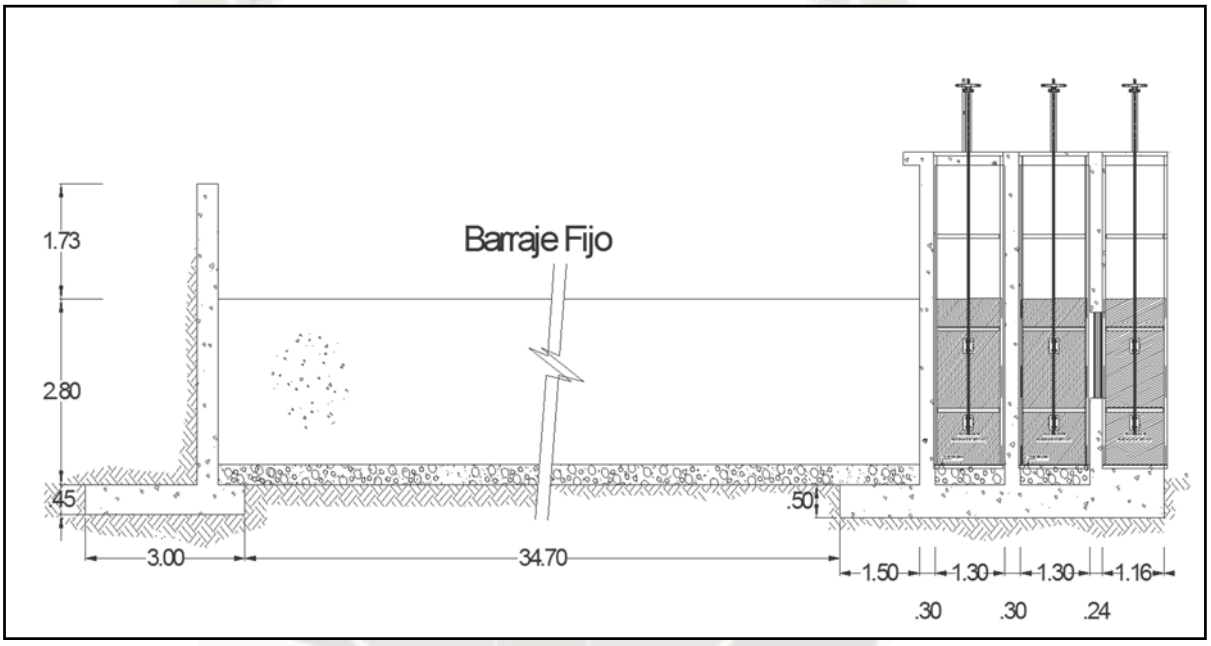


Fig 5.15 *compuertas de limpia y regulación*
Fuente: *Elaboración Propia*

PENDIENTE DEL CANAL DE LIMPIA (Sc):

La pendiente critica deberá permitir el arrastre de materiales depositados en la base del barraje.

$$\boldsymbol{Sc = \frac{n^2 * g^{10/9}}{q^{2/9}}}$$

Donde:

Vc: Velocidad de limpia asumida; Vc=7 m/s

n: Coeficiente de rugosidad del canal; n = 0.025

El gasto por unidad de longitud viene dado por:

$$q = \frac{Vc^3}{g} = \frac{7}{9.81} = 34.964\ m/s - ml$$

Reemplazando en Sc se obtiene:

$$Sc = \frac{n^2 * g^{10/9}}{q^{2/9}} = \frac{0.025^2 * 9.81^{10/9}}{34.96^{2/9}}$$

$$Sc = 0.004$$

CALCULO DEL CAUDAL EVACUADO POR LA COMPUERTA EN CONDICIONES NORMALES Y DE MAX. AVENIDAS

Del azud se tiene que:

Qazud = Qmax – Qlimpia – Qventana
Qmax = 181.5 m3/s
Qlimpia = 15 m3/s (comprobado más adelante)
Qventana = 5.28 m3/s

Entonces Qazud = 181.5 – 15 - 2.5 = 161.22 m3/s

$$Qazud = C.L.H^{3/2}$$

Reemplazando valores para obtener la carga sobre el azud:

$$He = \left(\frac{Q}{C * L}\right)^{2/3} = \left(\frac{181.5}{2.1 * 36.7}\right)^{2/3} = 1.63\ m$$

HALLANDO EL CAUDAL DEL ORIFICIO EN MAXIMAS AVENIDAS

Comprobando el caudal de salida por las compuertas (52”x42”), asumidas anteriormente:

$$\boldsymbol{Qc = A.C.\sqrt{2.g.H}}$$

Se sabe que:
H = Hc/2 + H2 + He

He: Carga sobre la compuerta; He=1.70 m
H2: Altura desde la altura de la compuerta a cresta del azud; H2= 1.43m
Hc/2: Altura media de la compuerta; 1.07/2 = 0.53 m

Entonces:
H = 1.70+1.43+0.53 = 3.67 m
Ac = 1.41 m2

C = 0.62

Reemplazando en la formula de orificios encontramos el caudal evacuado (Qc):

$$Qc = 14.8\, m3/s$$

Al ser 2 compuertas Qc*2 = 14.8 m3/s, dicho caudal se dará en máximas avenidas.

CHEQUEO DE LA VELOCIDAD EN EL CANAL

$$\boldsymbol{V = Cv * (2.g.H)^{0.5}}$$

Cv = 0.98

$$V = 0.98 * (2 * 9.81 * 3.67)^{0.5}$$

$$V = 8.31 \frac{m}{s} \ \ (velocidad\ máx.\ en\ Qmax.)$$

HALLANDO EL CAUDAL DEL ORIFICIO EN CONDICIONES NORMALES

La carga sobre la compuerta será:

H = Hc/2 + H2 + He

H = 0.53 + 1.43 + 0.00 = 1.97

A=1.41 m2

C = 0.62

El caudal evacuado por ambas compuertas será de 10.9 m3/s se acerca al asumido. OK.

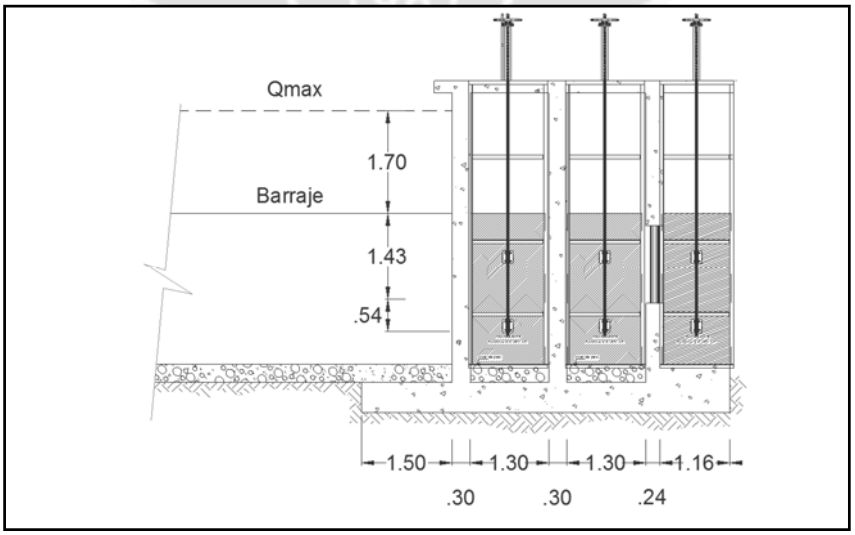


Fig 5.16 *Carga sobre compuerta 52"x42"*
Fuente: *Elaboración Propia*

10.2.11. DISEÑO Y CÁLCULO DE LOS MUROS LATERALES DE LA BOCATOMA

Los muros laterales son estructuras que permitirán encausar el flujo del rio entre determinados límites con el fin de formas las adecuadas condiciones de diseño.
Su dimensionamiento está basado en controlar el posible desborde de la máxima avenida y evitar que la socavación afecte las estructuras de captación y derivación. Básicamente los muros actúan también como muros de contención debido a que reciben también empujes laterales de tierra.

A. DISEÑO DEL MURO DE ENCAUZAMIENTO

Se diseño el muro por metro lineal de estructura:

DATOS TERRENO

γm = 1.9 tn/m3 suelo debajo
γs = 1.7 tn/m3
φ = 27.2 °
fc = 210 kg/cm2
fy = 4200 kg/cm2
σt = 2.6 kg/cm2

Factores de seguridad

FSD = 1.5
FSV = 1.75

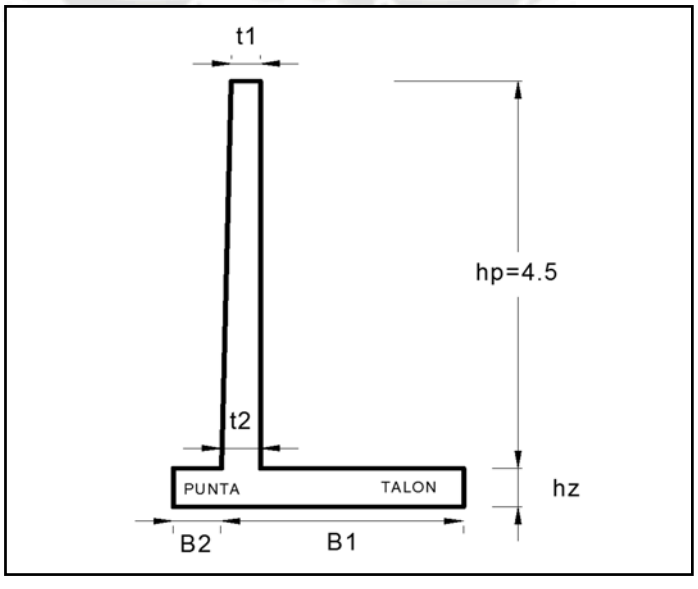


Fig 5.17 *Esquema muro de contención*

Calculo de "μ" para estabilidad deslizamiento:

μ = tg(ϕ)

μ = 0.514

Ka = tan^2(45- ϕ /2)

Ka = tan^2(45- 27.2 /2)

Ka = 0.37

Ka*ɣs = 0.37*1.7

Ka*ɣs = 0.630 tn/m3

1. DIMENSIONAMIENTO DE PANTALLA

Se asume un ancho superior t3 de:

T1 = 0.30 m

Mu = 1.6 M = 1.6*Ka*ɣs*(hp^3/6)

Mu = 1.6*0.37*1.7*4.5^3/6

Mu = 15.31 Tn-m

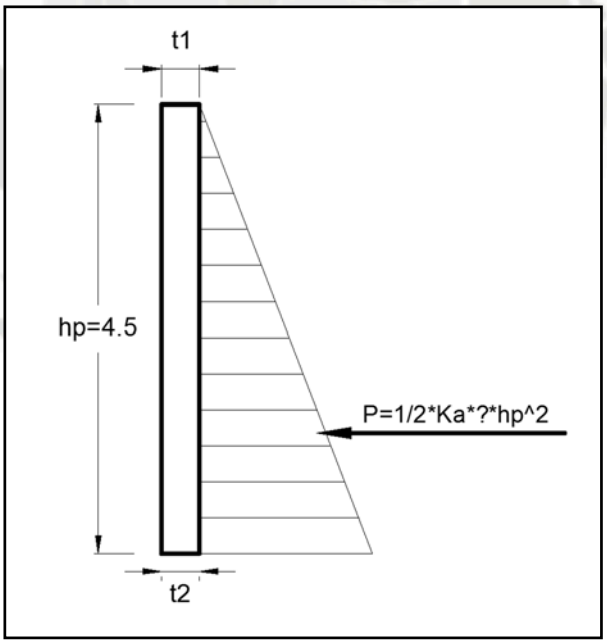


Fig 5.18 *Carga sobre la pantalla de muro*

Además:

$$\boldsymbol{Mu = \phi * b * dd^2 * fc * w(1 - 0.59 * w)} \ldots (1)$$

Donde:

φ = 0.9
b = 100 cm
fc = 210 kg/cm2

ρ = 0.004
w=ρ(fy/fc) w = 0.080

Resolviendo "d" de ecuación (1) se obtiene:

d = 32.6 cm

El ancho de la base será:

$$T2 = d + r + \frac{\phi_{acero}}{2}$$

T2 = 32.6 + 4 + 1.59/2

T2 = 0.374 m

Usaremos:

T2 = 0.4 m

d = 35.21 m

2. VERIFICACION POR CORTE Vu >= ϕVn

Vn = Vc + Vs

Vs = Cortante de acero = 0

Vc = 0.53*fc^1/2*b*d

Vdu = 1.6*Vd = 1.6*(1/2)*ɣs*Ka*(hp-d)^2

Vdu = 8.66 tn

Vdu/φ = 11.54 tn

4.5 -----> 0.1

4.15 -----> X = 0.092

d = 0.092 + 0.15 = 0.242 cm

Por tanto cortante del concreto será:

Vc = 0.53*fc^1/2*10*1*0.242

Vc = 18.6 tn

Si As se traslapa en la base:

Vce= 2/3 * Vc

Vce = 12.4 tn

Verificando que Vce > Vu/φ

12.4 > 11.54 **OK**

3.- DIMENSIONAMIENTO DE LA ZAPATA

Altura de la zapata será:

Hz = T2 + 5cm = 40+ 5 = 45 cm

Por lo tanto la altura total será:

H = Hp + Hz

H = 4.95 m

$$\frac{B1}{H} = FSD * \frac{(Ka * \gamma s)}{(2 * \mu * \gamma m)}$$

B1 >= 2.4

B1 = 2.4 m

B1 = 2.45

Usar:

B1 = 2.5 m

$$\frac{B2}{H} = \frac{\mu}{3} * \frac{FSV}{FSD} - \frac{B1}{2h}$$

B2/H >= -0.052675253

B2 >= -0.260 m

Usar:

B2 min = hz = 0.50m ó B2min = h/10

B2 = 0.5 m

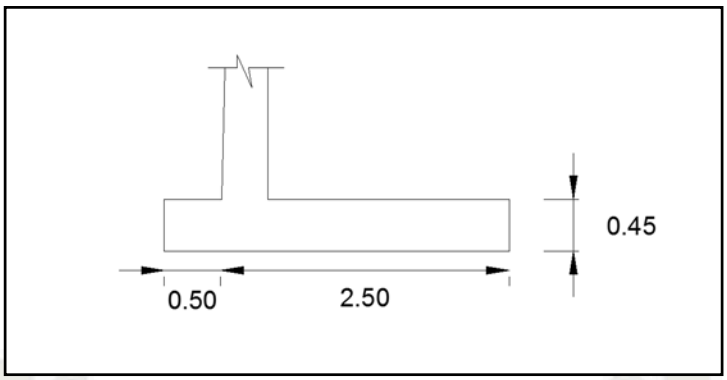


Fig 5.19 *Dimensiones de zapata de muro*

4.- VERIFICACION DE LA ESTABILIDAD

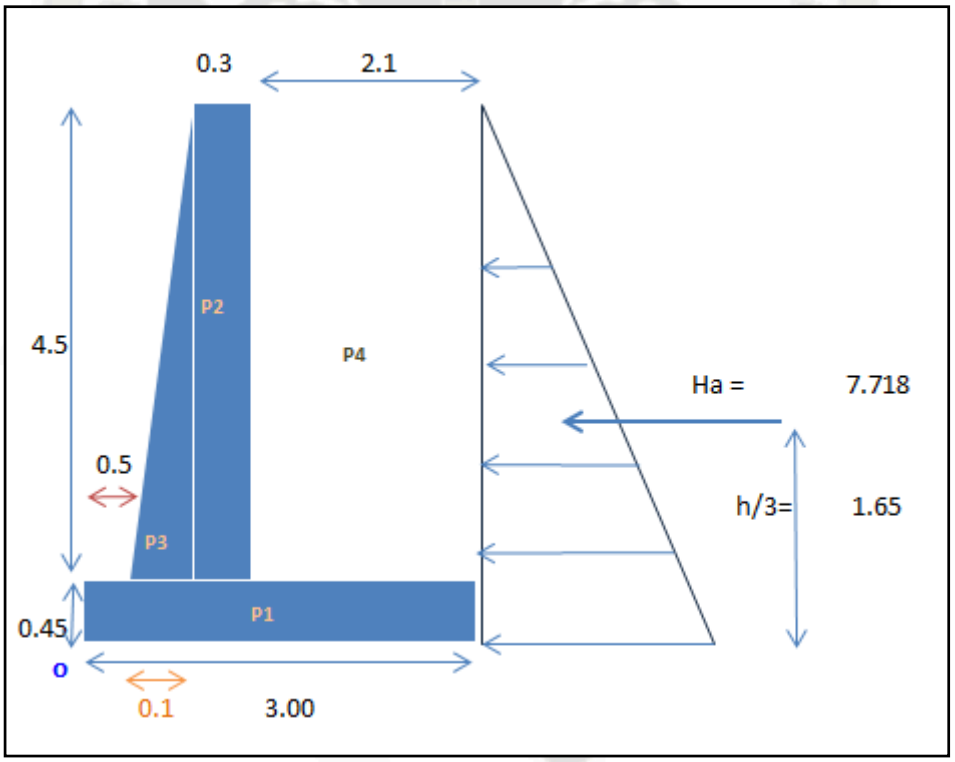


Fig 5.20 *Verificación de estabilidad del muro.*

Pi	Pesos (P) t	Brazo (X) m	P*X (T*m)
P1	3.24	1.500	4.86
P2	3.24	0.750	2.43
P3	0.54	0.567	0.31
P4	16.065	1.950	31.33
	TOTAL N = 23.09	**M = 38.92**	

FSD = Hr/Ha = μN/Ha

FSD = 0.514*23.1/7.71

FSD = 1.54 > 1.5 CONFORME

FSV = Mr/Ma = Mr/ (P*H/3)

FSV = 39.92 / 12.73

FSV = 3.06 > 1.75 CONFORME

5.- PRESIONES SOBRE EL TERRENO

$$\boldsymbol{Xo} = \frac{(\boldsymbol{Mr} - \boldsymbol{Ma})}{\boldsymbol{P}}$$

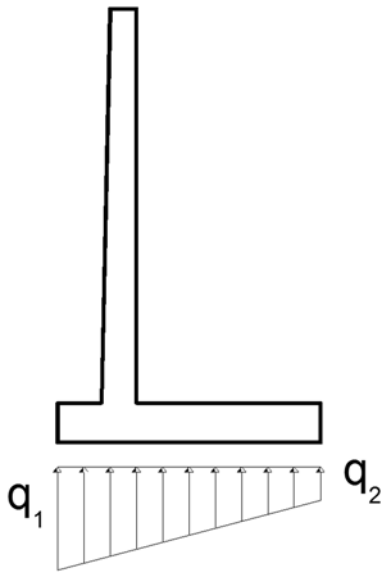
$$Xo = \frac{(38.92 - 12.73)}{23.1}$$

$$Xo = 1.13\ m$$

$$\boldsymbol{e} = \frac{\boldsymbol{B}}{\boldsymbol{2}} - \boldsymbol{Xo}$$

$$e = \frac{3}{2} - 1.13$$

$$e = 0.37\ m$$



Verificar que caiga dentro del tercio central:

B/6 = 3/6 = 0.50 m

$$\boldsymbol{e} < B/6$$

0.37 < 0.50 CONFORME

Luego:

$$\boldsymbol{q1} = \frac{\boldsymbol{P}}{\boldsymbol{B}} * \left(\boldsymbol{1} + \frac{\boldsymbol{6} * \boldsymbol{e}}{\boldsymbol{B}}\right)$$

$$q1 = \frac{23.08}{3} * \left(1 + \frac{6 * 0.37}{3}\right)$$

$$q1 = 13.39\ tn/m2$$

$$\boldsymbol{q2 = \frac{P}{B} * \left(1 - \frac{6 * e}{B}\right)}$$

$$q2 = \frac{23.08}{3} * \left(1 - \frac{6 * 0.37}{3}\right)$$

$$q2 = 2.00\ tn/m2$$

$$\boldsymbol{q1 < q2} \qquad \textbf{CONFORME}$$

6.- DISEÑO DE REFORZAMIENTO PANTALLA

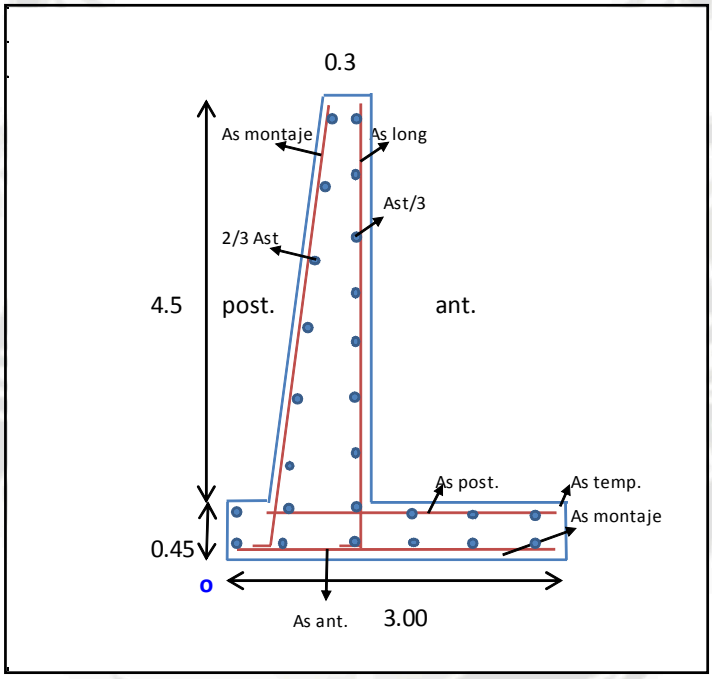


Fig 5.21 *Esquema de ubicación de reforzamientos del muro.*

A.- ACERO LONGITUDINAL

Sabemos que:

Mu = 15.31 tn-m

T2 = 0.4 m → d = 40.20 cm

El area de acero sera:

$$As = \frac{Mu}{\phi * f'y * 0.9 * d}$$

$$As = \frac{15.31 * 10^5}{0.9 * 4200 * 0.9 * 0.402}$$

$$As = 12.78\ cm2 \quad \rightarrow \quad a = 3.01\ cm$$

As longitudinal por metro lineal de muro

7 ϕ 5/8 " @ 0.15 cm

As montaje = 36* ϕ

ϕ 1/2 @ 46.00 cm

Cuantía usada

ρ= As/bd

ρ= 0.003936382 > ρmin

Refuerzo mínimo

Talón ρ*b*d =

Talón 0.0018*100*35.21 = 6.34 cm2/m

Punta ρ*b*d =

Punta 0.0018*100*(30-4.79) = 4.54 cm2/m

Línea de corte:

Mmax/2 = 7.655

hc = 0.928 m

Lc = 0.928 + 0.3521 = 1.28 m

B.- ACERO TRANSVERSAL

Ast = ρt * bt

ρt :

1) **0.0020;** **ϕ** <= 5/8"
fy = 4200

2) **0.0025**; Otras casos zonas de alto R.S.

Si t2 >= 25 cm, usar refuerzo horizontal en 2 capas

ARRIBA	**Ast =**	**6.00 cm2/m**		
2/3Ast=	4.00	cm2		
Elegir var.		**1/2**	**@**	**0.32 cm**
1/3 Ast	2.00	cm2		
Elegir var.		3/8	@	0.36 cm
Smax=0.45		**3/8**	**@**	**0.36 cm**

INTERMEDIO	**Ast =**	**7.28**	**cm2/m**		
2/3Ast	4.85	cm2			
Elegir var. de tabla		**1/2**	**@**	**0.26**	**cm**
1/3 Ast	2.43	cm2			
Elegir var. de tabla 2		3/8	@	0.29	cm
Smax=0.45		**3/8**	**@**	**0.29**	**cm**

ABAJO	**Ast =**	**8.00**	**cm2/m**		
2/3Ast	5.33	cm2			
Elegir var. de tabla		**1/2**	**@**	**0.24**	**cm**
1/3 Ast	2.67	cm2			
Elegir var. de tabla		3/8	@	0.27	cm
Smax=0.45		**3/8**	**@**	**0.27**	**cm**

7.- DISEÑO DE ZAPATA

Ws = 1.7 * 4.5 = 7.65 t/m

Wpp = 0.45*1*2.4 = 1.08 t/m

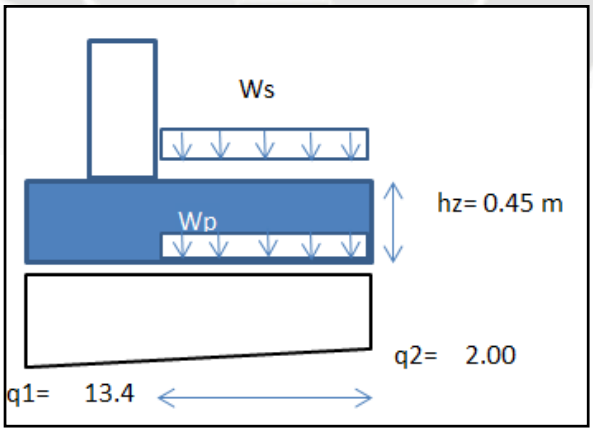


Fig 5.22 *Esquema de esfuerzos actuantes en zapata de muro.*

A.- Zapata Anterior

Wumax = q1 * 1.6 – Wz * 0.9

Wumax = 13.4 * 1.6 – 1.08 * 0.9

Wumax= 20.45 t/m

Conservadoramente:

Mu = 20.45 * 0.50^2 / 2

Mu = 2.55 t-m → As= 2.05 cm2

→ d = 36.7 cm

Asmin = 0.0018*b*d = 0.0018 *100*36.7 = 6.61 cm2

Se considera el As min, para lo que se obtiene:

ϕ 5/8 @ 0.30 m

B.- Zapata Posterior

B1-T1 = 2.10 m

$$q'B = \frac{(q1 - q2)(B1 - T2)}{B1 + B2}$$

$$q'B = \frac{(13.4 - 2)(2.10)}{2.5 + 0.50}$$

q'b= 7.97 tn/m

qB = q2+q'B

qB = 2+7.97

qB = 9.97 tn/m

Wu = (Ws + Wpp) * 1.2

Wu = (7.65 + 1.08) * 1.2

Wu= 10.48 tn/m

$$Mu = (Wu - 1.2 * q2) * \frac{(B1-T2)^2}{2} - 1.2q'B\frac{(B1-T2)^2}{6}$$

$$Mu = (10.48 - 1.2 * 2) * \frac{(2.10)^2}{2} - 1.2q'B\frac{(2.1)^2}{6}$$

$$Mu = 10.78\ tn - m$$

El area de acero sera:

$$As = \frac{10.78 * 10\text{^}5}{0.9 * 4200 * 0.9 * 41.7}$$

$$As = 7.60\ cm2$$

5/8 @ 0.30 cm

C.- Refuerzo transversal

a) As temp = 0.0018*b*t

As temp = 0.0018*100*45

Astemp = 8.10 cm2

ϕ 5/8 @ 0.25 cm

b) As montaje = 36*φ

ϕ 1/2 @ 0.46 cm

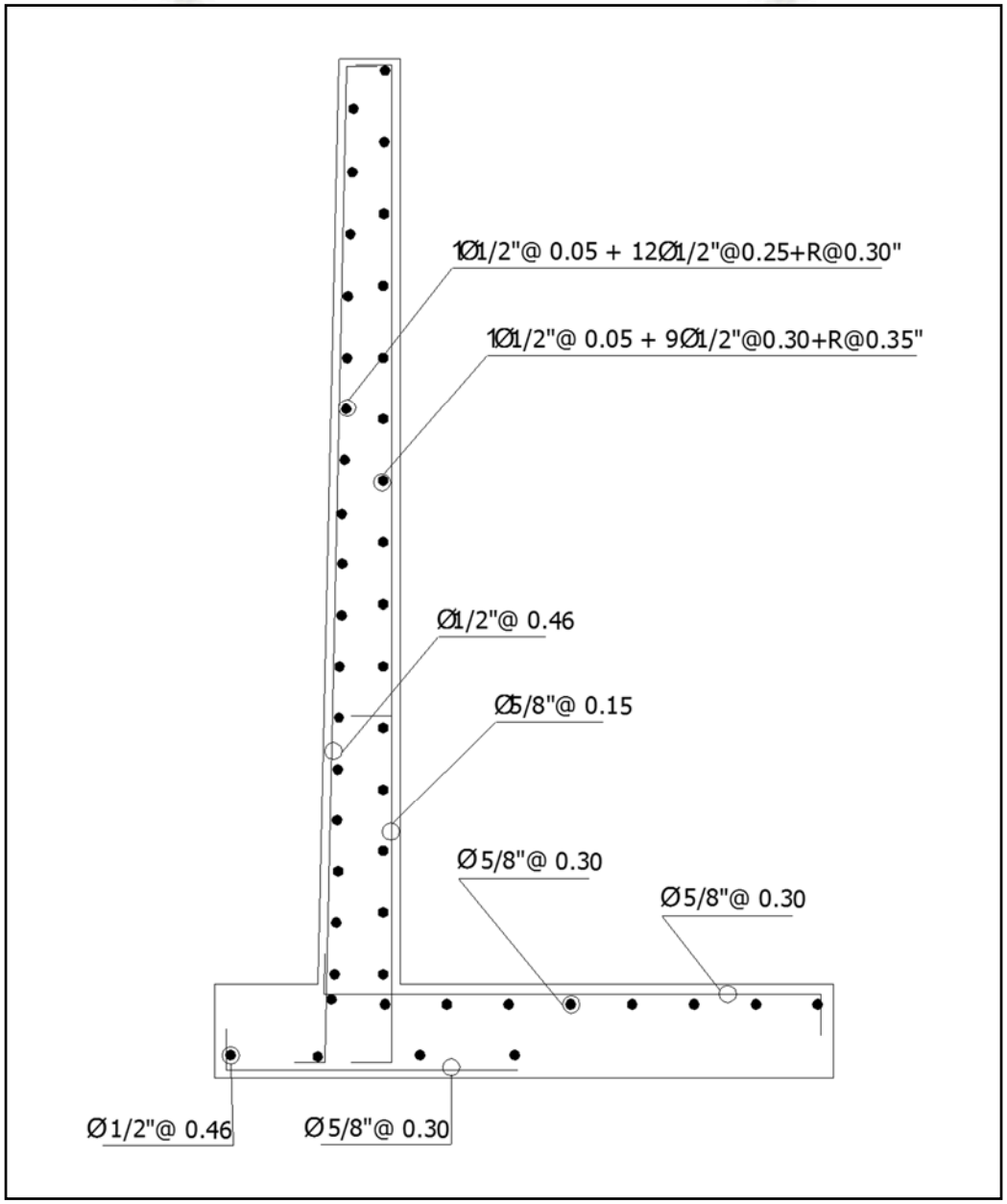


Fig 5.23 *Detalle de reforzamiento de muro de contención.*

Fuente*: Elaboración Propia*

10.3. CANAL PRINCIPAL DE ADUCCIÓN

Esta será la obra de conducción que se encargara de transportar y tendrá un flujo uniforme, es decir, un calado y velocidad igual a lo largo del tramo; por tanto, el gradiente hidráulico y geométrico del cauce es constante.
Se recomienda que la velocidad oscile entre 0.7 – 2.0 m/s para evitar la sedimentación en el canal y la erosión del mismo. Siendo el área mojada función de la velocidad.

10.3.1. TRAZO DEFINITIVO DEL EJE DEL CANAL

De acuerdo a la topográfica presentada desde la captación hasta la posible ubicación de la cámara de carga se hizo un trazado con el fin de conseguir una mayor eficiencia y seguridad de las obras a menor costo, manteniendo una pendiente longitudinal positiva menor que la del rio (aguas abajo en dirección del afluente), y variando solo en ciertos límites.

La pendiente de la conducción se estableció con un cierto criterio técnico-económico, estudiando varias alternativas tomando en cuenta que para canales hidroeléctricos se necesita una pendiente poco pronunciada para conservar el desnivel energético.

Criterio Técnico: Estuvo sujeto a las características de los sitios posibles de la Toma y a la variación del caudal que generalmente disminuye aguas arriba.

Criterio Económico: Este lo establece la longitud de la conducción, cabe decir que si la pendiente es menor la longitud será mayor y en consecuencia también el costo; es por eso que se trazo el recorrido más corto hasta la cámara de carga de acuerdo a la topografía disponible.

10.3.2. DETERMINACIÓN DE LA FORMA DEL CANAL

El cálculo de la sección transversal del canal no proviene de un resultado hidráulico, sino de su función, de la naturaleza del terreno y del servicio que este prestara.
Para este proyecto se ha escogido un canal de sección rectangular de máxima eficiencia hidráulica, ya que las condiciones de estabilidad que ofrece el terreno permiten una sección de corte vertical y lo cual implicara un menor movimiento de tierras.

10.3.3. CALCULO HIDRÁULICO DEL CANAL

Para realizar el cálculo hidráulico se considera los siguientes de datos de diseño:

- Tipo de canal: Canal de concreto, para evitar las infiltraciones y estabilidad de la sección.
- Tipo de sección: Rectangular de máxima eficiencia hidráulica,

  R = Y/2.
- Talud: Z = 0
- Longitud del canal: El canal irá desde la cota de fondo CF: 2620.20 msnm
- A la salida del desarenador hasta la cota CF msnm a la entrada de la cámara de carga, siendo la longitud total del canal de aproximadamente 600 m.
- Pendiente: De acuerdo al trazado preliminar la pendiente será de S = 0.003
- Coeficiente de rugosidad de Manning: n = 0.018
- Caudal de diseño, Diseño = 5.28 m3/s
- Borde Libre.- BL = 0.30 m

A. CALCULO HIDRAULICO DEL CANAL PRINCIPAL DE CONDUCCIÓN

Para una sección de máxima eficiencia hidráulica se tiene que:

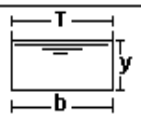
Sección	Area hidráulica A	Perímetro mojado P	Radio hidráulico R	Espejo de agua T
 Rectangular	by	b+2y	$\frac{by}{b+2y}$	b

Fig.: *5.15 Máxima eficiencia Hidráulica, Sección Rectangular*

Fuente: *Arturo Rocha, Hidráulica de Tuberías Canales.*

Para secciones rectangulares de máxima eficiencia hidráulica se tiene que:

$$\boldsymbol{b = 2Y}$$

Reemplazando se tiene que:

Área de la sección (m2)

$$A = bY$$

$$\boldsymbol{A = 2Y^2}$$

Perímetro mojado (m)

$$P = b + 2Y$$

$$\boldsymbol{P = 4Y}$$

Radio Hidráulico (m)

$$R = A/P$$

$$\boldsymbol{R = Y/2}$$

Calculo del tirante del canal

Por Manning se sabe:

$$Q = \frac{1}{n} R^{2/3} A\sqrt{S}$$

Reemplazando se tiene que:

Q = 1/n * (y/2) ^2/3 * 2y^2 * S^1/2

5.28 = 2y^2 * (y/2)^2/3 * 0.002^1/2 * 1/0.018

Resolviendo el tirante normal (m), del canal será:

Y = 1.13 m

b = 2.25 m

Verificación de velocidad erosiva:

Se recomienda que la velocidad oscile entre 0.7 – 2.0 m/s para evitar la sedimentación en el canal y la erosión, siendo entonces el área mojada función de la velocidad.

Para el proyecto se considero una Velocidad máxima admitida de 2.0 m/s

Vmax = 2.0 m/s

La velocidad del canal se halla por:

V = Q/A

Donde:

Q = Caudal conducido: 5.28m3/s

A = Área hidráulica: 2.50 m2

V = 2.00 m/s

Numero de Fraude (F)

$$\mathbf{F} = \frac{\mathbf{V}}{\sqrt{\mathbf{g} * \mathbf{Y}}}$$

Donde:

V = Velocidad media del canal: 2.00 m/s

Y = Tirante del Canal: 1.13 m

g = Gravedad de 9.81 m2/s

$F = 0.609$ (Estado Sub-critico)

Flujos sub crítico: F<1

Flujos críticos: F: 1

Flujos Supercríticos: F>1

Energía especifica

$$\mathbf{E = y + \frac{V^2}{2g}}$$

Donde:

y = Tirante normal: 1.13 m

V = Velocidad del canal: 2.00 m/s

g = Gravedad 9.81 m/s2

E =1.35 m-kg/kg

Dimensiones de diseño

Base :	2.300	m
Tirante normal :	1.130	m
Tirante critico :	0.813	m
Borde libre :	0.300	m
Espesor de las paredes del canal :	0.150	m
Espesor de la solera del canal :	0.150	m

B. **CANAL DE PURGA**

n = 0.018

S = 0.003

Z = 0

Q = 5.28 m3/s

$$\boldsymbol{Q = \frac{1}{n}.A.R^{2/3}.S^{1/2}}$$

Q = 1/n * (y/2) ^2/3 * 2y^2 * S^1/2

$$5.28 = \frac{1}{0.018} * \left(\frac{Y}{2}\right)^{2/3} * 2 * Y^2 * 0.003^{1/2}$$

Iterando se tiene:

Y = 1.13 m

Reemplazando:

b = 2.26 m

A = 2.54 m2

P = 4.51 m

R = 0.56 m

V = 2.07 m/s

F = 0.625 (SUB CRITICO)

E = 1.34 m

10.3.4. REVESTIMIENTO DE CANALES

La elección del revestimiento del canal obedece a múltiples factores principalmente de las condiciones a las que puede estar expuesto el canal, siendo estas las más importantes:

- Disponibilidad de materiales
- Grado de permeabilidad deseado
- Costo de mantenimiento

La manera de evitar filtraciones es la de utilizar revestimientos adecuados y de seguir un adecuado proceso constructivo en la ejecución de la obra.

10.3.5. MODELAMIENTO Y CÁLCULO DE REFORZAMIENTO DEL CANAL

Se realizo el modelo estructura del canal considerando 1 m. de longitud del mismo, se uso el programa de cálculo estructural SAP2000 v15., para determinar la cantidad de refuerzo que llevara el canal, los ejes críticos de diseño, por convención del programa, se dan en los ejes 2-2 siendo este eje transversal respecto a cada elemento Shell.

Procedimiento de cálculo:

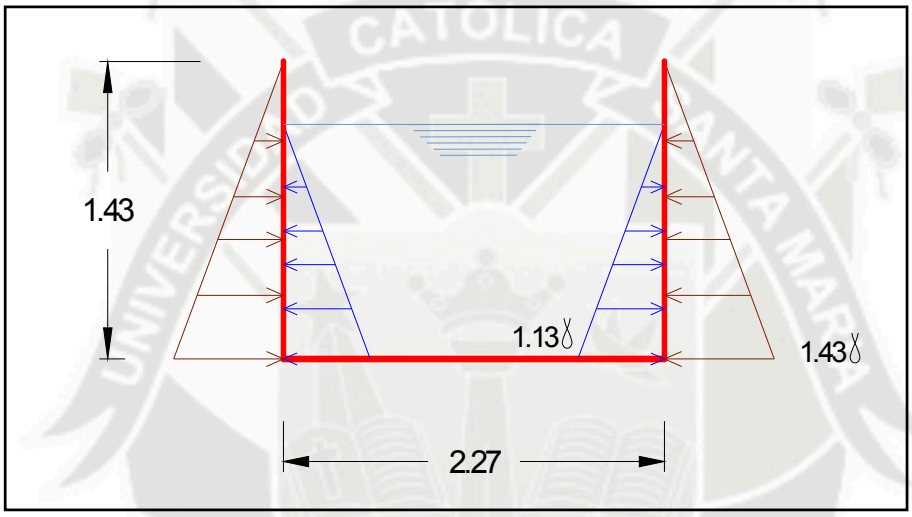


Fig. 5.24 *Modelo usado para el cálculo*

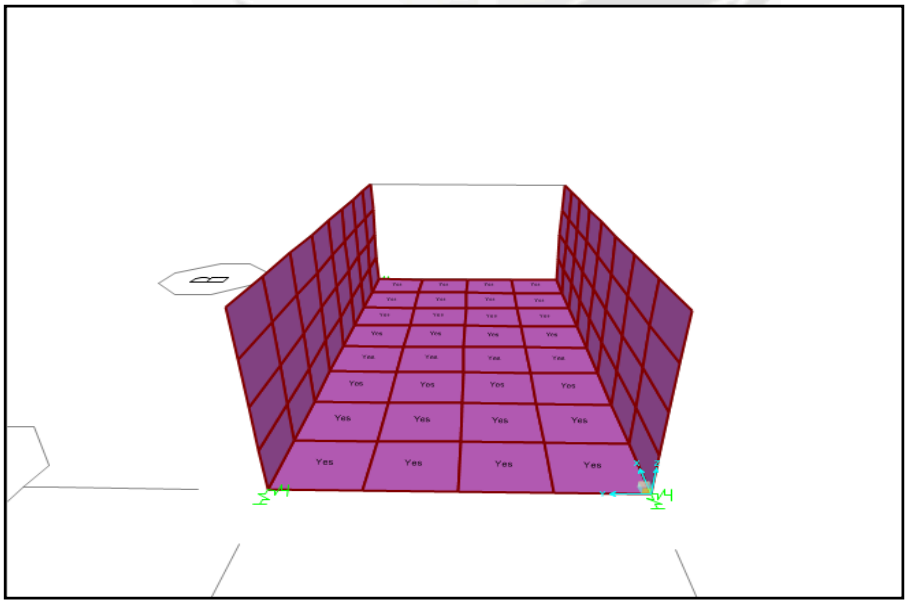


Fig. 5.25 *Modelo vista en perspectiva.*

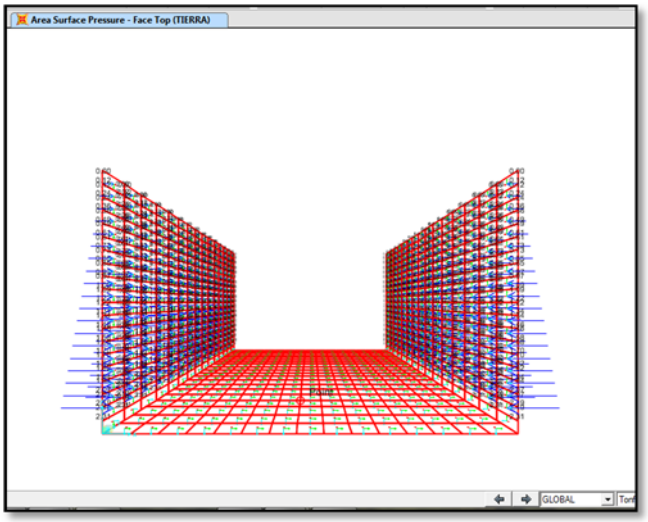


Fig. 5.26 *Empuje lateral de tierra*

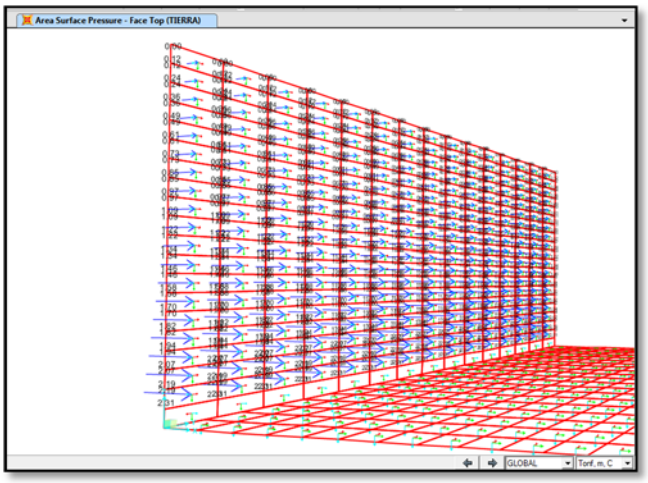


Fig. 5.27 *Parámetros de carga triangular debido a empujes*

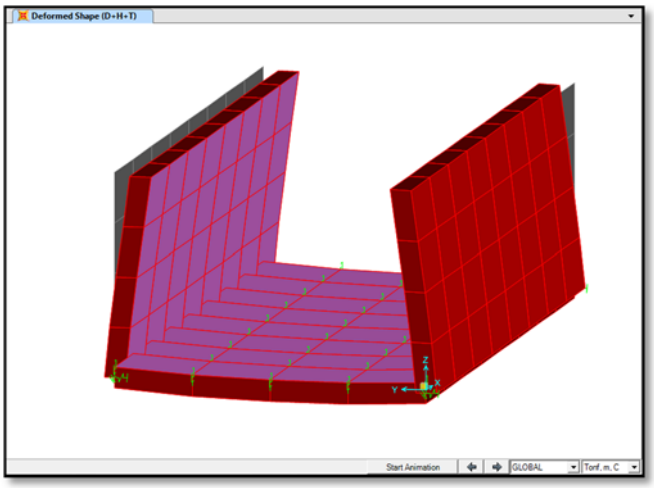


Fig. 5.28 *Deformación debido a sometimiento de cargas*

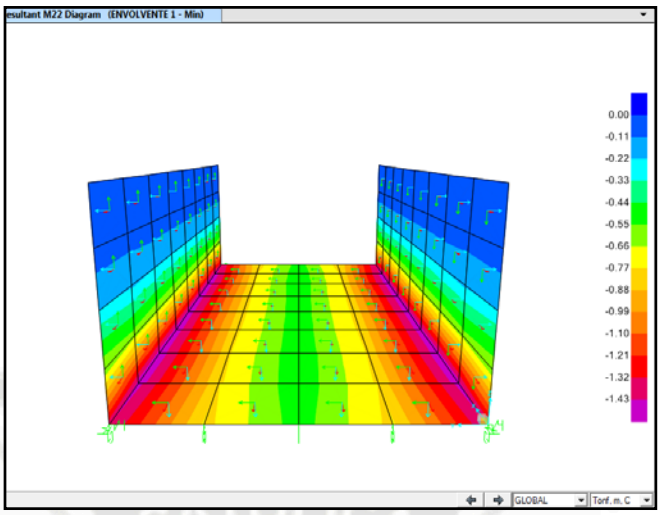


Fig. 5.29 *Momentos de envolvente M2-2 tnf-m*

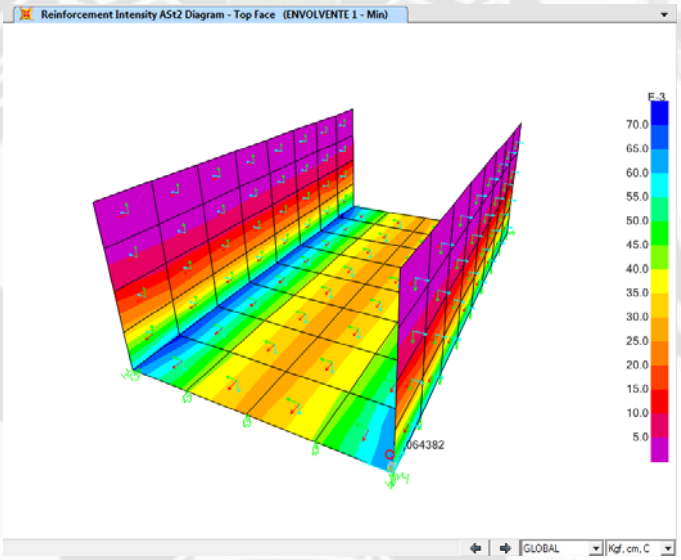


Fig. 5.30 *Diseño del reforzamiento de canal acero Ast2, cm2/m*

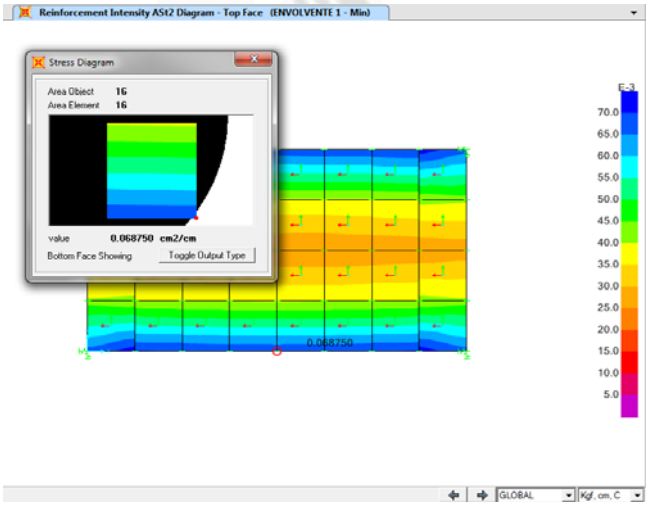


Fig. 5.31 *Área de acero en sección critica Ast2-2, usado para el diseño*

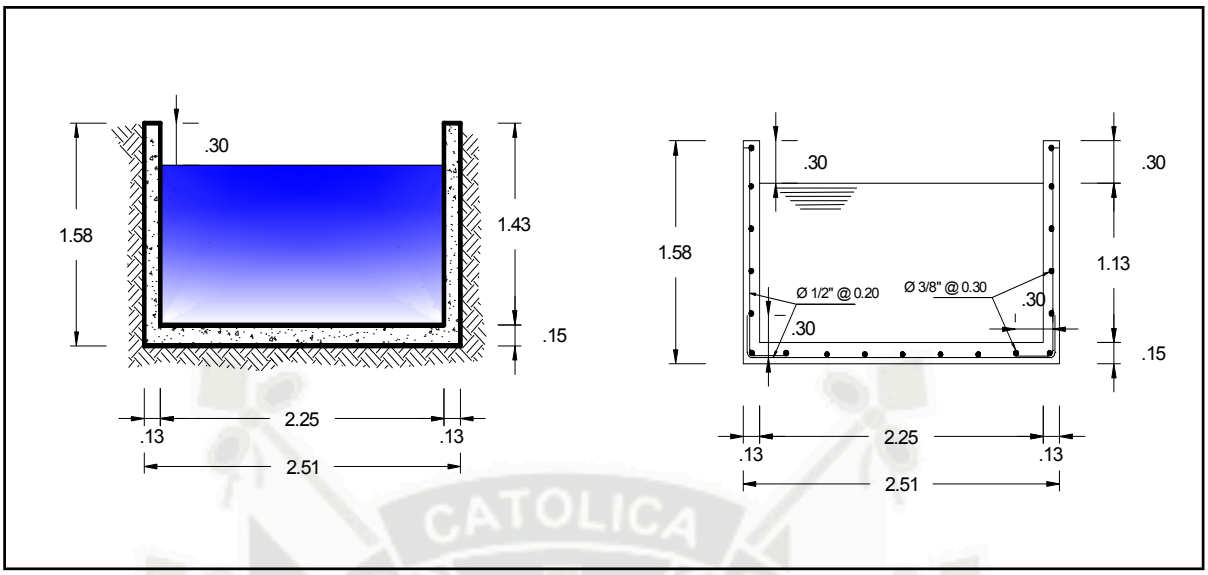


Fig. 5.32 *Detalle de refuerzo en el canal, de acuerdo a los datos obtenidos del software.*

10.4. DISEÑO Y CÁLCULO DEL DESARENADOR

Obra hidráulica encargada de sedimentar partículas de material solido suspendidas en el agua, en el interior de la conducción. Las partículas se mantienen en suspensión debido a que la velocidad de entrada en la bocatoma es elevada y suficiente para arrastrar partículas solidas, en especial durante las crecidas puede entrar gran cantidad de sedimentos.

El volumen de sólidos durante las crecientes para ríos de montaña es aproximadamente de 4 a 6% del volumen de agua transportada y en ríos de llanura es de 0.2 a 1.0%.

No disponer de un buen desarenador generara daños en las obras como:

- Disminución de la sección de la conducción (canal) por sedimentaciones, conlleva a aumentar el mantenimiento de la obra.
- Disminución de la capacidad del tanque de presión por acumulación de materiales sólidos, debido a la sedimentación, ocasionada por la baja velocidad existente.
- Cuanto mayor es la velocidad de las partículas, estas desgastaran más rápidamente la tubería y las turbinas, disminuyendo de manera considerable la vida útil de las mismas

10.4.1. GENERALIDADES

El propósito del desarenador cosiste en eliminar partículas de material solido suspendidas en el agua de la conducción, debido a la velocidad del agua, para que ellas se decanten se disminuye su velocidad, en consecuencias para dicho fin debe contar con mayor área (sección). De forma que debe cumplir con la siguiente expresión

$$\boldsymbol{Q = A_c * V_c = A_C * V_d}$$

Donde:

Q = Caudal de diseño

Ac = Área del canal

Vic = Velocidad del agua en el canal

Ad = Área del desarenador

Vd. = Velocidad del desarenador

DESARENADOR DE LAVADO INTERMITENTE

Este tipo de desarenador se caracteriza por que se lava periódicamente, aunque la operación de lavado procura realizarse en el menor tiempo posible, esto lo determina la cantidad de sedimentos que trae el agua.

Este tipo de desarenador posee los siguientes componentes:

- Compuerta de admisión
- Transición de entrada
- Transición de salida o vertedero
- Cámara de sedimentación
- Compuerta de purga
- Canal directo

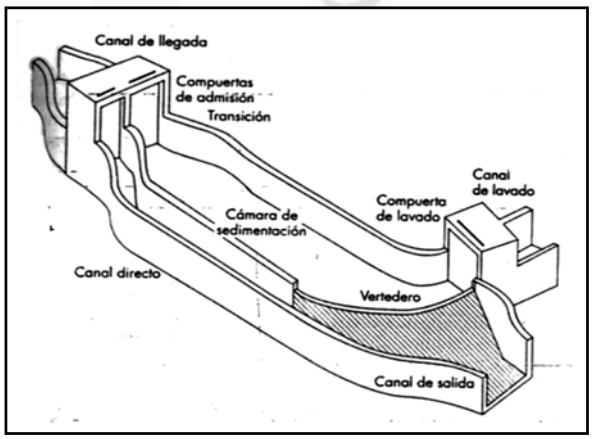


Fig. 5.33 *Esquema de un desarenador de lavado intermitente*
Fuente: *Manual de Diseño de estructuras Hidráulicas (ANA)*

10.4.2. DISEÑO HIDRÁULICO DEL DESARENADOR

DATOS PARA EL DISEÑO

Qd=	5.28 m3/s	Caudal Conducido
Dp=	0.20 mm	Partícula máx. admitida, para Hidroeléctricas 0.25mm
Sf=	2%	Pendiente de lavado
H =	4.00 m	Altura asumida del tanque, sujeto a verificación
Gama s =	1.65 gr/cm3	Peso esp. Material a sedimentar
Gama w =	1.03 gr/cm3	Peso esp. Agua turbia
z =	0	Rectangular

Del canal de llegada se tiene:

b =	2.25 m
z =	0
n =	0.018
s =	0.003

A. CALCULO DE LA VELOCIDAD DEL FLUJO (V)

$$V = a\sqrt{d} \qquad (cm/s)$$

Donde:

d = Diámetro: 0.20 (mm)

a = Constante en función del diámetro: 44

CUADRO 5.8 Valores para "a"

a	d (mm)
51	< 0.1
44	0.1 - 1
36	>1

Fuente: *Manual de Diseño de estructuras Hidráulicas (ANA)*

$$V = 19.68\ cm/s\ = 0.20\ m$$

B. CALCULO DE LA VELOCIDAD DE CAIDA (w)

B.1 Según Arkhangelski se ha tabulado los valores de W (cm/s) en función del diámetro de partículas d (mm)

CUADRO 5.9 Valores para el Resalto en Poza disipadora.

d (m)	w (cm/s)
0.05	0.18
0.10	0.69
0.15	1.56
0.20	2.16
0.25	2.70
0.30	3.24
0.35	3.78
0.40	4.32
0.45	4.86
0.55	5.94
0.60	6.48
0.70	7.32
0.80	8.07
1.00	9.44
2.00	15.29
3.00	19.25
5.00	24.90

Fuente: *Manual de Diseño de estructuras Hidráulicas (ANA)*

w =	*2.16*	*cm/s*
w =	*0.0216*	*m/s*

B.2 Nomograma de Stokes y Sellerio

Permite calcular W(cm/s) en función del diámetro d (mm)

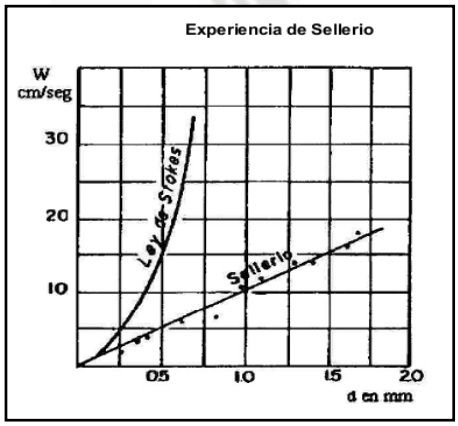


Fig 5.34 *Nomograma de Stokes y Sellerio*
Fuente: *Manual de Diseño de estructuras Hidráulicas (ANA)*

Según Stokes.-

W = 3.8 cm/s = 0.0380 m/s

Según Sellerio.-

W = 2.3 cm/s = 0.023 m/s

B.3 Según Owens:

$$\boldsymbol{w = k * \sqrt{d * (\rho_s - 1)}} \qquad (\boldsymbol{m/s})$$

Donde:

w = Velocidad de sedimentación (m/s)

d = Diámetro de partículas: 0.0002 m

ρ_s = Peso especifico del material: 1.65 gr/cm3

k = Constante que varía de acuerdo con la forma y naturaleza de los granos, sus valores se muestran en la tabla: 4.8

CUADRO 5.10 Valores de "K"

Forma y naturaleza	K
Arena esférica	9.35
Granos redondeados	8.25
Granos cuarzo d > 3 mm	6.12
Granos cuarzo d > 0.7 mm	1.28

Fuente: *Manual de Diseño de estructuras Hidráulicas (ANA)*

$$\boldsymbol{w = 4.8 * \sqrt{0.0002 * (1.65 - 1)} = 0.0547\ m/s}$$

B.4. Según Scotti – Foglieni

$$\boldsymbol{w = 3.8 * \sqrt{d} + 8.3 * d} \qquad (\boldsymbol{m/s})$$

Donde:

w = Velocidad de sedimentación (m/s)

d = Diámetro de la partícula: 0.0002 m

$\boldsymbol{w = 0.055\ m/s}$

Para el cálculo de W de diseño, se puede obtener el promedio de los Ws con los métodos resueltos anteriormente.

W prom. = 0.0385 m/s

C. CALCULO DE LAS DIMENSIONES DEL TANQUE

C.1. Ancho del desarenador (b)

Q = b*h*V

Donde:

h = Altura asumida: 4.00 m

v = Velocidad de sedimentación: 0.20 m/s

Q = Caudal de diseño: 5.28 m3/s

b = 6.60 m

C.2. Longitud del desarenador (L)

SEGÚN MAXIMO VILLON

$$L = \left(\frac{h * V}{w}\right) \qquad (m)$$

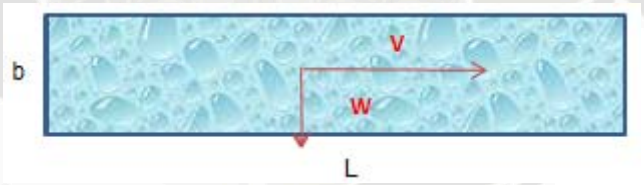
Donde:

h = Altura asumida: 4.00 m

v = Velocidad de sedimentación: 0.20 m/s

w = Velocidad de caída: 0.0385 m/s

L = 20.78 m = 21 m



C.3. Tiempo de sedimentación y de caída (t)

$$t = \frac{h}{w} \qquad (seg)$$

Donde:

h = Altura de tanque: 4.0 m

W = Velocidad de sedimentación: 0.0385 m/s

t = 104 seg.

C.4. Volumen de agua conducido en ese tiempo (Va)

$$Va = Q * t \qquad (m^3)$$

Donde:

Q = Caudal de diseño: 5.28m3/s

t = Tiempo de caída: 104 seg.

Va = 549.12 m3

C.5. Verificación de la capacidad del tanque (Vt)

$$Vt = b * h * L \qquad (m^3)$$

Donde:

b = Ancho del tanque: 6.60 m.

h = Altura asumida del tanque: 4.0 m.

L = Longitud del tanque: 21 m

Vt = 554.40 m3

C.6. Verificación de dimensiones

Volumen del Tanque **>** Volumen de Agua Conducida

Vt > Va

554.40 m3 **>** 549.12 m3 OK.

D. CALCULO DE LA LONGITUD DE LA TRANSICION (Lt)

La transición debe ser hecha lo mejor posible, pues la eficiencia de la sedimentación depende de la uniformidad de la velocidad en la sección transversal, para el diseño se puede utilizar la fórmula de Hind:

$$Lt = \frac{T_1 - T_2}{2 * tg(22.5)} \qquad (m)$$

Donde:

T1 = Espejo desarenador: 6.60 m

T2 = Espejo Canal: 2.25 m.

Lt = 5.30 m

E. CALCULO DE LA LONGITUD DEL VERTEDERO AL FINAL DEL TANQUE

Al final de la cámara se construye un vertedero sobre el cual pasa el agua limpia hacia el canal. Mientras más pequeña es la velocidad de paso por el vertedero, menos turbulencia causa en el desarenador y menos materiales en suspensión arrastran.

Como máximo se admite que esta velocidad puede llegar a v = 1 m/s y como se indicó anteriormente, esta velocidad pone un límite al valor máximo de la carga h sobre el vertedero, el cual es de 0.25 m.

$$Lv = \frac{Q}{C * h^{3/2}} \qquad (m)$$

Donde:

Q = Caudal de diseño: 5.28 m3/s

C = Coeficiente perfil Creager: 2.0

h = Altura de vertedero: 0.25m (asumido)

Lv = 21.12 m

Verificar la condición:

Lv > b

21.12 m > 6.60 m OK.

F. CALCULO DEL ANGULO CENTRAL ALFA Y EL RADIO "R" CON QUE SE TRAZA LA LONGITUD DEL VERTEDERO

En la figura, se muestra un esquema del tanque del desarenador, en ella se indican los elementos: α, R y L.

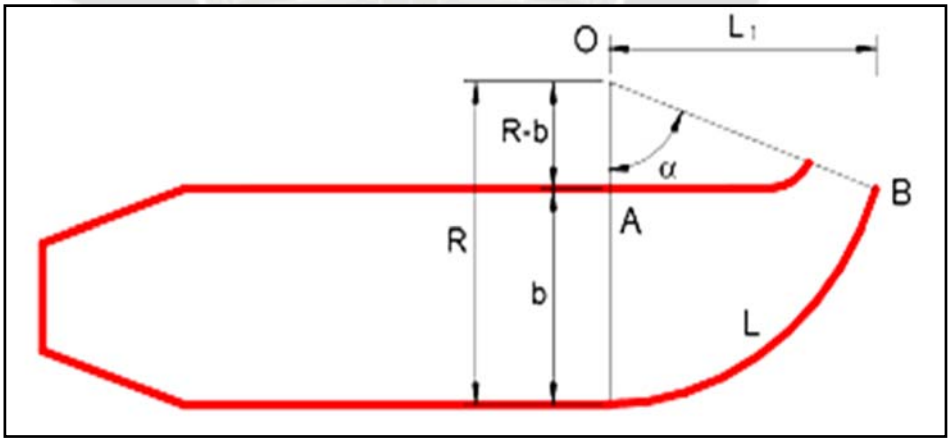


Fig. 5.35. *Esquema del tanque del desarenador*
Fuente: *Manual de Diseño de estructuras Hidráulicas (A.N.A.)*

F.1. Cálculo de Alfa ∝ (grados)

Si.- 2 πR ---------- 360 °

Lv ---------- α

Entonces:

$$\boldsymbol{R = \frac{180 * Lv}{\pi * \propto}} \qquad (\boldsymbol{m}) \qquad (\mathbf{1})$$

Además:

$$\boldsymbol{COS \propto = \frac{(R - b)}{R}}$$

$$\boldsymbol{R = \frac{b}{(1 - cos \propto)}} \qquad (\mathbf{2})$$

Igualando ecuaciones (1) y (2):

$$\boldsymbol{\frac{180 * Lv}{\pi * b} = \frac{\propto}{(1 - cos \propto)}}$$

$$\boldsymbol{\frac{180 * 21.12}{\pi * 6.60} = \frac{\propto}{(1 - cos \propto)}}$$

Despejando $\propto$ **:**

$$\propto = \mathbf{37.05}\ °$$

F.2. Cálculo de R (m)

Una vez calculada α, R se calcula utilizando la ecuación la cual se deduce de la ecuación 2:

$$\boldsymbol{R = \frac{b}{(1 - cos \propto)} = \frac{6.60}{(1 - cos\ 37.05°)}}$$

$$\boldsymbol{R = 33.0\ m}$$

G. Calculo de longitud de proyección longitudinal del vertedero (L1)

Tomando el triangulo AOB se obtiene:

$$\boldsymbol{L1 = R * sen(\propto)} \qquad (\boldsymbol{m})$$

$$L1 = 33 * sen(37.05)$$

$$L1 = 12.73\ m$$

H. Cálculo de longitud promedio (Lprom)

Lprom = (Lv+L1)/2

Lprom = (21.12+12.73)/2

Lprom = 16.92 = 17.0 m

I. Calculo de la longitud total del tanque desarenador (Lt)

Ltotal= Ld+Lt+Lprom

Donde:

Ld = Longitud de tanque:

Lt = Longitud de transición

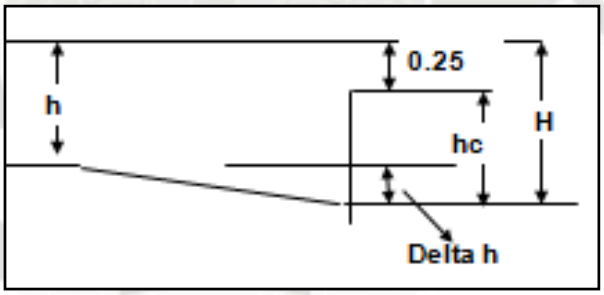
Lprom = Longitud promedio por efecto de la curva vertedero

Ltotal= 21.0 + 5.30 + 16.92 = 43.20

J. Dimensiones del desarenador

LT =	43.22	m	Long total
b =	6.60	m	Ancho
T1 =	6.60	m	Ancho superior desarenador
h =	4.00	m	Asumido 1.5 @ 4m

K. Cálculos complementarios



a.- Caída del fondo; esta inclinación comienza al finalizar la transición

Delta Zeta = L x S

L = LT - Lt

L =	37.92	
Pendiente	0.02	(Varía del 2 al 6%)

Delta h = L x m%

Delta h = 0.76

b.- Profundidad del desarenador al pie del vertedero

H = h + Delta zeta

H = 4.76 m

c.- Altura de la cresta respecto al fondo

hc = H - 0.25

hc = 4.41 m

d.- Cálculo de las dimensiones de la compuerta de lavado.

Area de la compuerta = A*L

L = 1.30 m (asumido)

Area = (1.30 * A) m2

Q = Cd Ao (2gh)^0.5

Cd = 0.60 (para orificios)

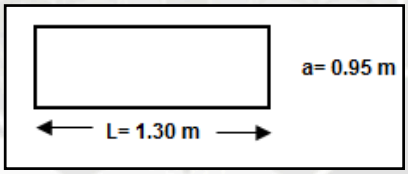
Q = Cd Ao (2g(H-a/2))^0.5

Si Q = 5.28 m3/s -------→ tantear A

5.58 = 0.60 * (1.30*A)*(2*9.81(4.76-A/2))^0.5

Tanteando A:

A = 0.95 m

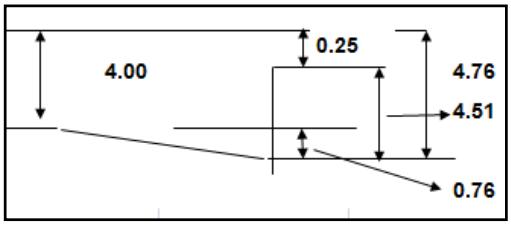


Comprobando la velocidad de salida:

V = Q / Ao

Debería estar entre 3 y 5 m/s, limite erosivo m/s

V = 4.28 m/s OK



5.4.3. MODELAMIENTO Y CÁLCULO DEL REFORZAMIENTO DEL DESARENADOR

Se realizo el modelo estructural del desarenador, con el software de diseño estructural SAP2000 v15. Para determinar la cantidad de refuerzo que llevara el desarenador los ejes críticos de diseño, por convención del programa, se dan en los ejes 2-2, siendo eje transversal respecto a cada elemento Shell.

Se lleva a cabo el análisis del desarenador y su cimentación sujeta a presión de tierra y presión hidrostática, el material a utilizar es concreto 210 kg/cm2, el coeficiente de balasto del suelo es de 5000 tn/m3 y el peso especifico del suelo es de 1700 kg/m3 y del agua 1000 kg/m3.

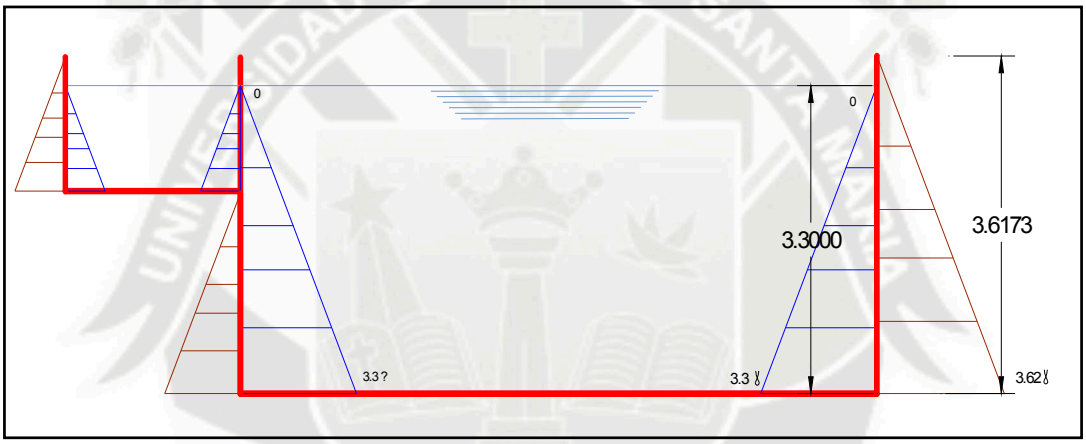


Fig. 5.36. *Esquema de presiones actuantes sobre el tanque, presión Hidrostatica y presión lateral de tierra, datos a ingresar al programa.*

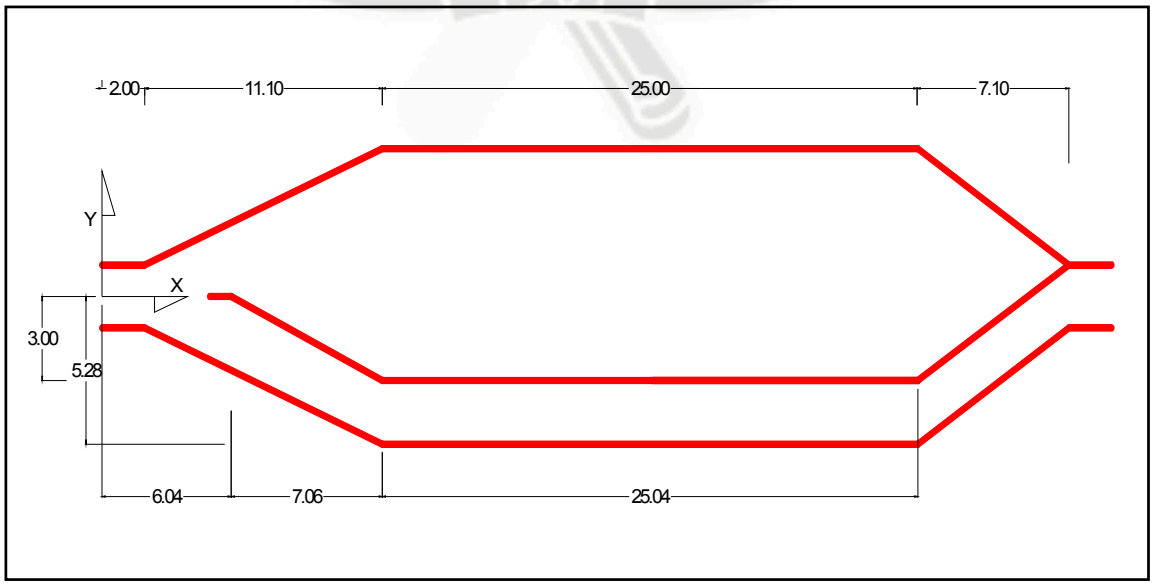


Fig. 5.37. *Idealización del tanque para poder ingresar a Sap2000.*

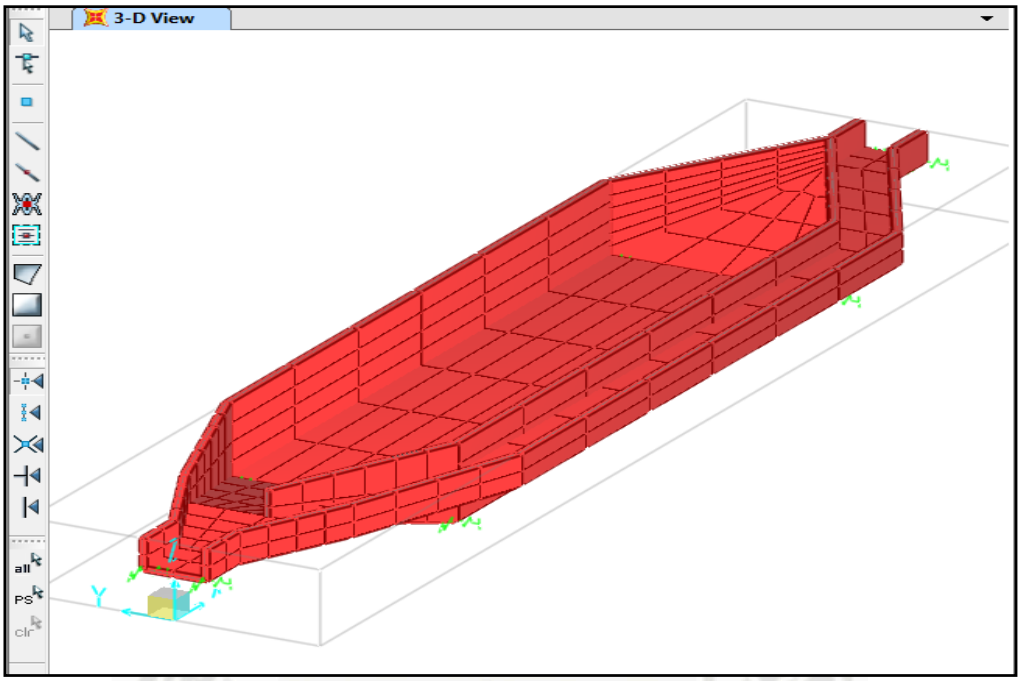


Fig. 5.38. *Modelado en programa, vista entrada del tanque.*

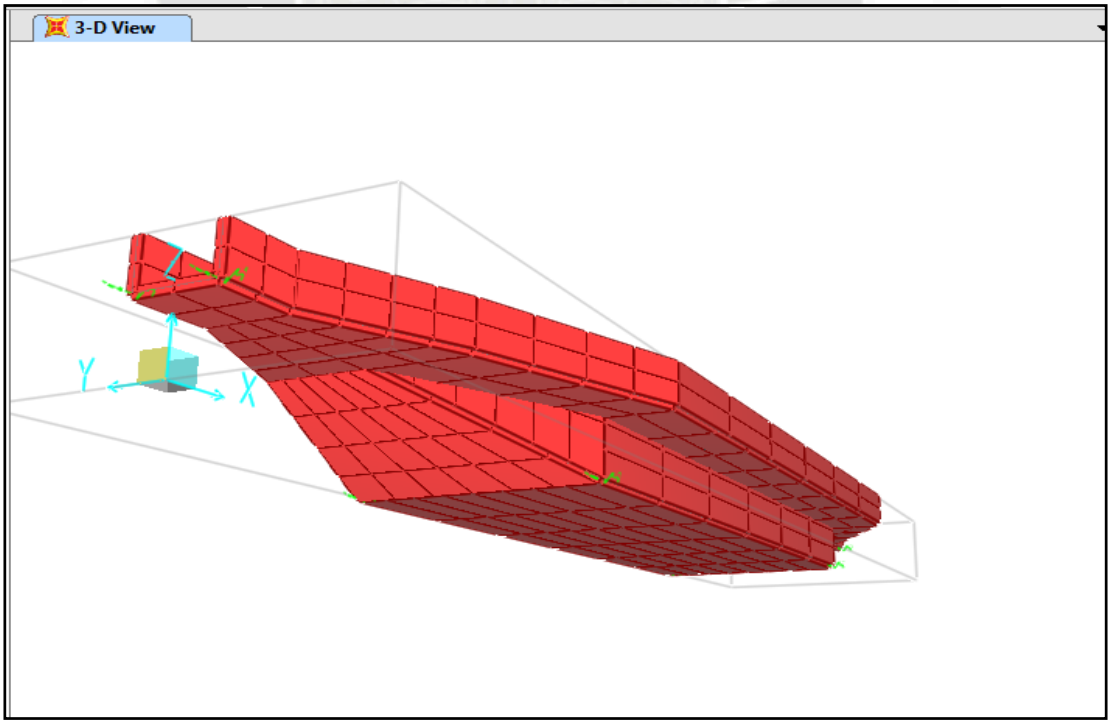


Fig. 5.39. *Modelado en el programa, vista del canal auxiliar.*

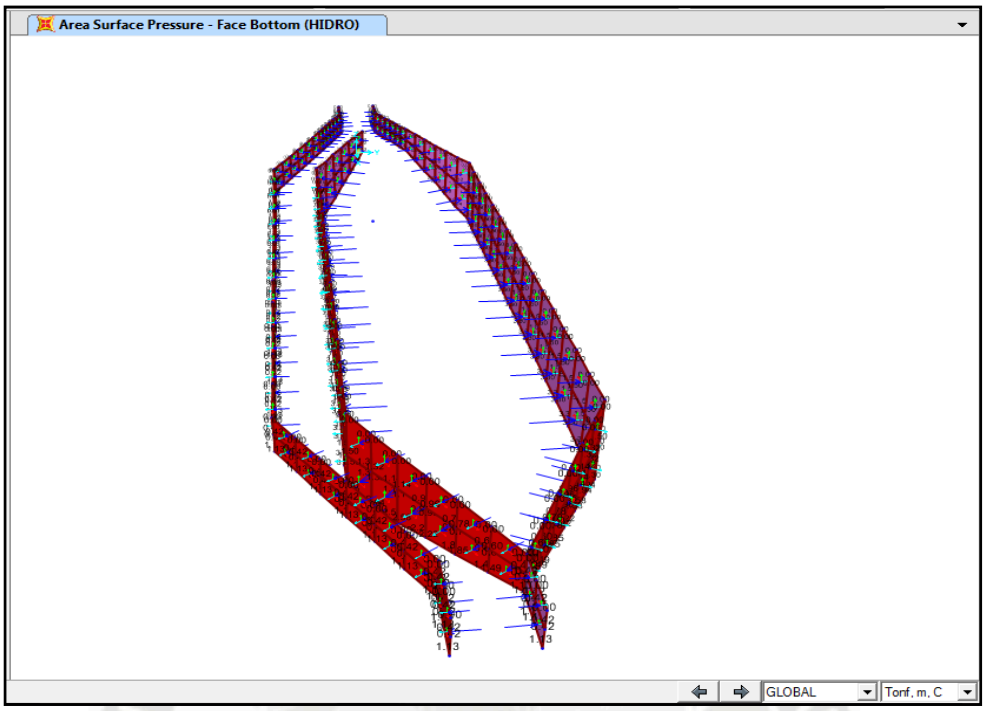


Fig. 5.40. *Se ingreso las presiones hidrostáticas actuantes en paredes del tanque.*

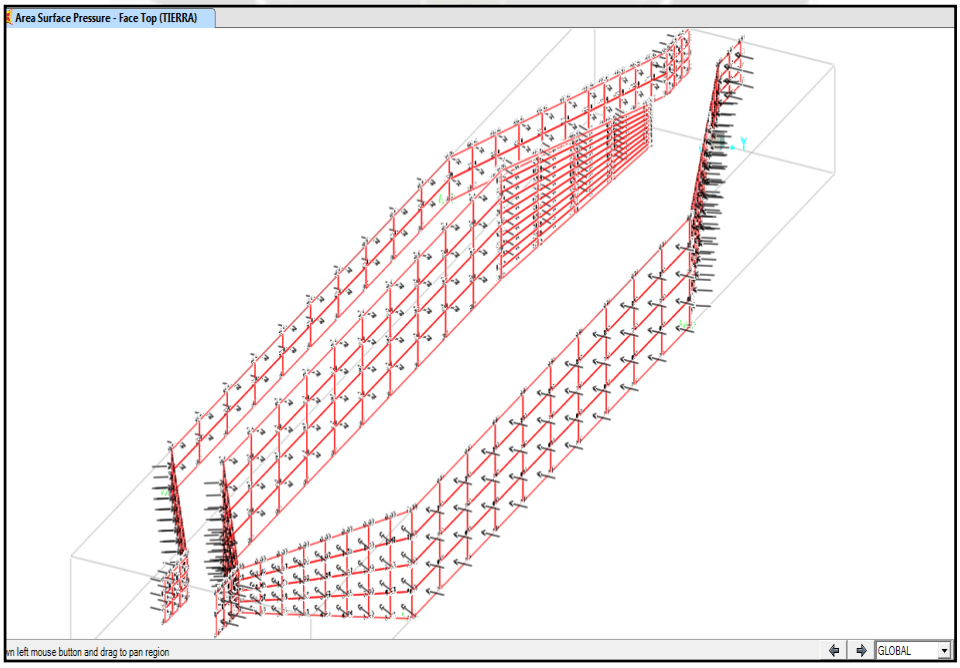


Fig. 5.41. *Se ingreso las presiones laterales del terreno que actúan en los muros del tanque*

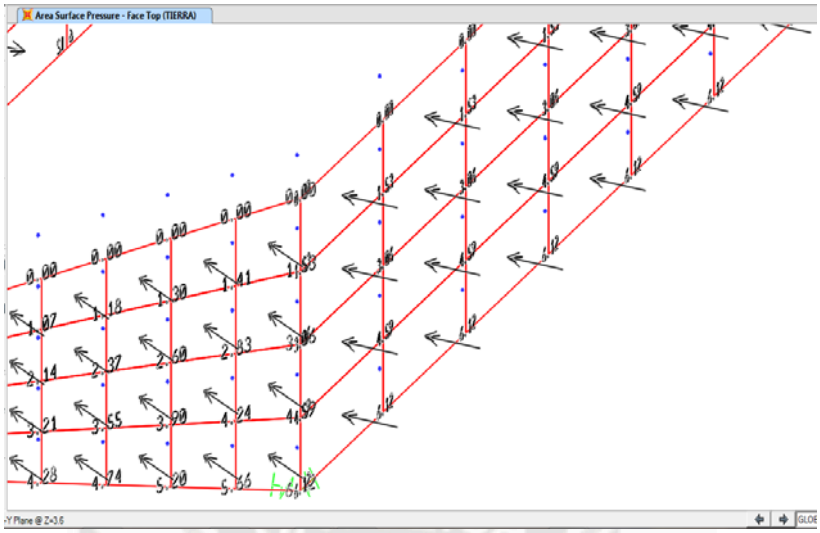


Fig. 5.42. *Presiones resultantes actuantes en los muros del tanque.*

Fig. 5.43. *Patrones de carga a los que estas sometidos los elementos Shell del muro.*

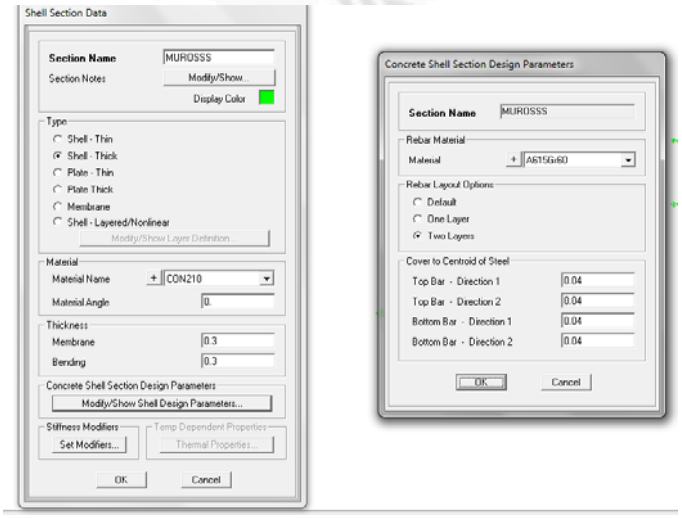


Fig. 5.44. *Configuración de tipos de elemento Shell y diseño del reforzamiento y recubrimiento en cada cara del tanque.*

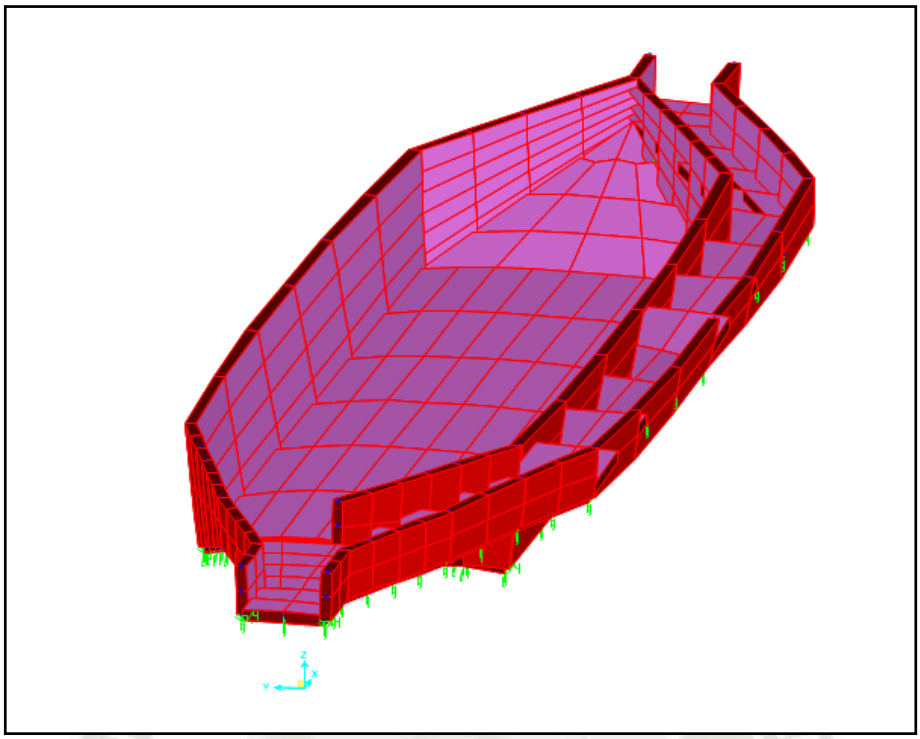


Fig. 5.45. *Deformación del tanque, envolvente de diseño.*

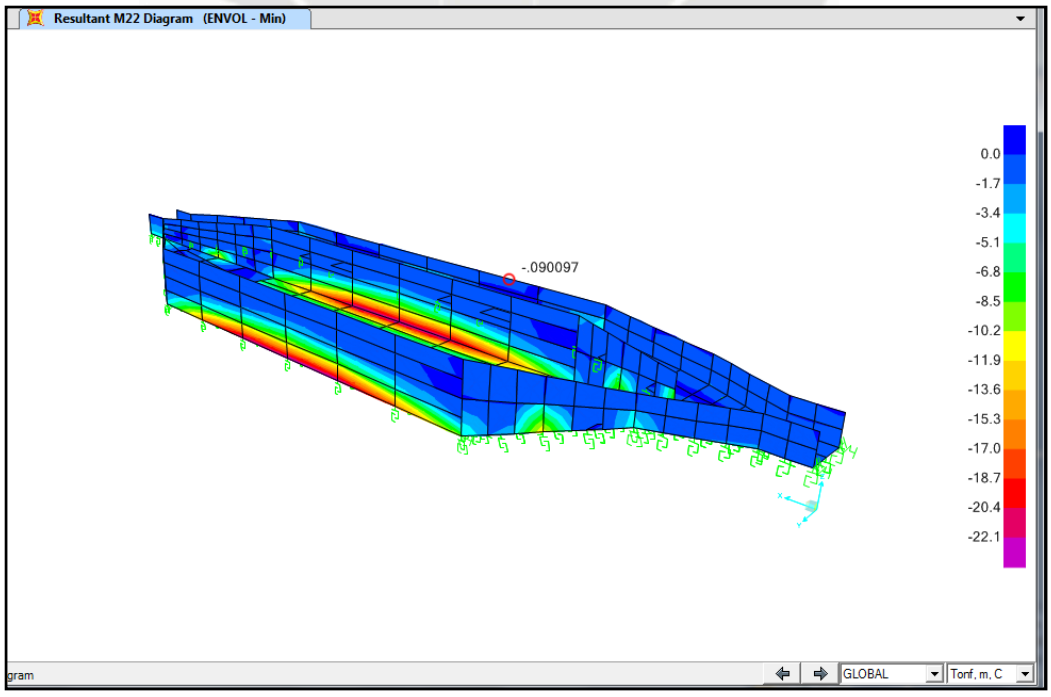


Fig. 5.46. *Resultante de momentos M22 críticos de la envolvente en Tnf-m*

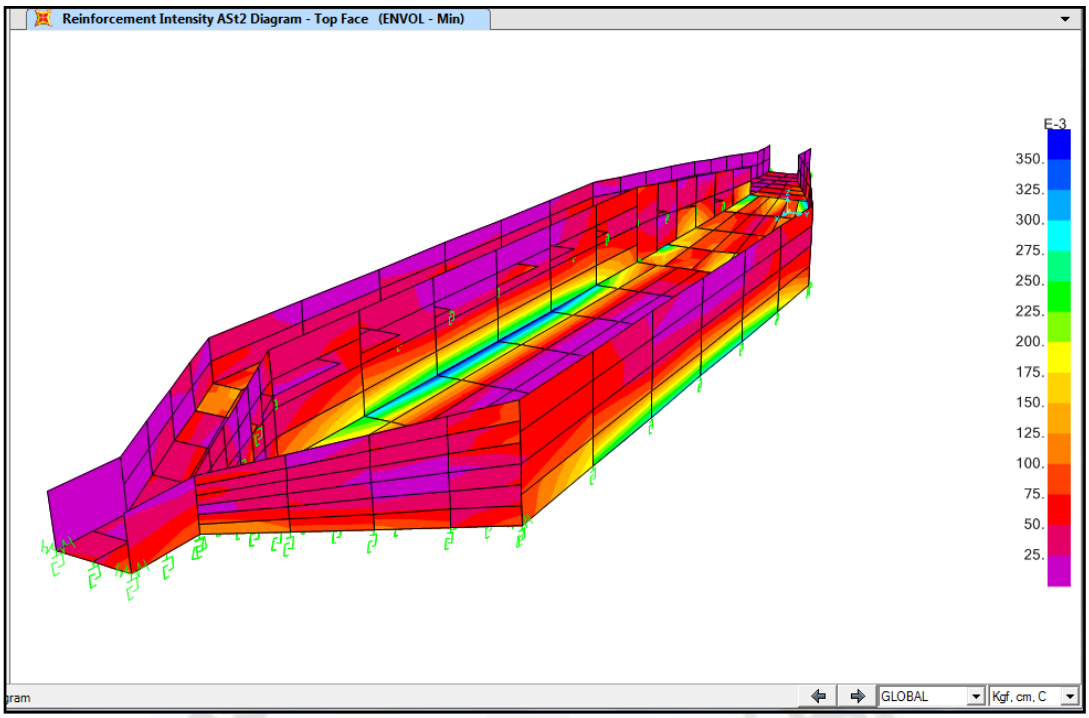


Fig. 5.47. *Diagrama de cantidad de reforzamiento del tanque cara Top Ast2.*

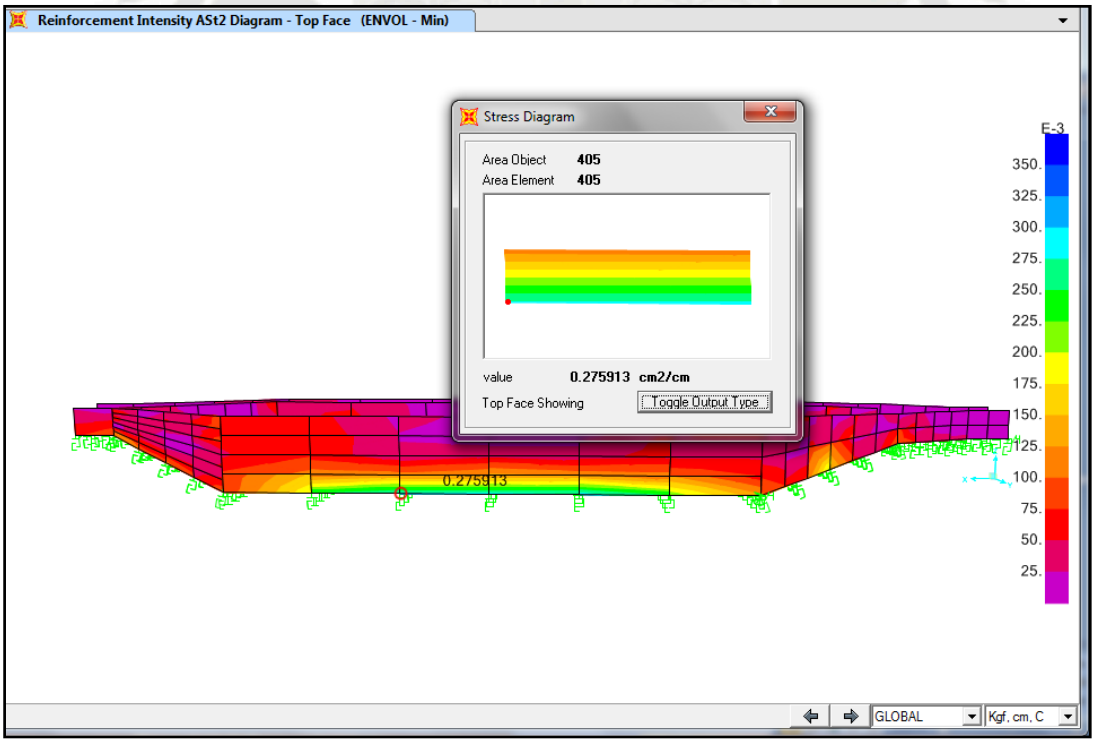


Fig. 5.48. *Escogemos el elemento crítico para obtener la cantidad de acero (cm2/m) resultante, en este caso el elemento Shell critico se encuentra en la base del muro, donde se concentran mayor cantidad de esfuerzos.*

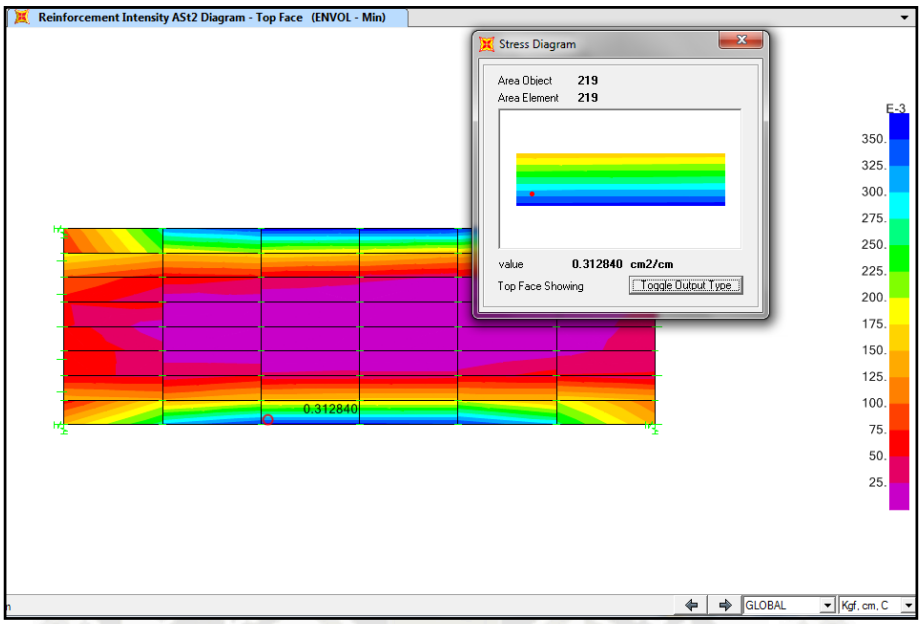


Fig. 5.49. *Losa de fondo de 30cm de espesor, ubicamos en el diagrama de intensidad un elemento crítico para poder obtener la cantidad de refuerzo en los extremos de la losa.*

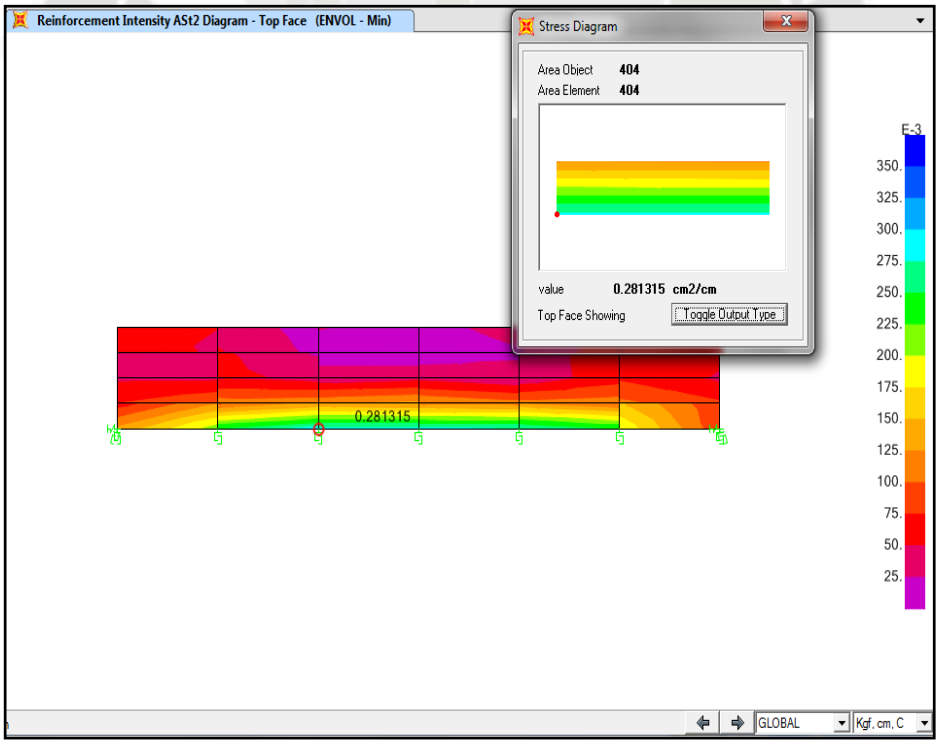


Fig. 5.50. *Muro lateral del tanque, malla externa y acero Ast2 (acero longitudinal)*

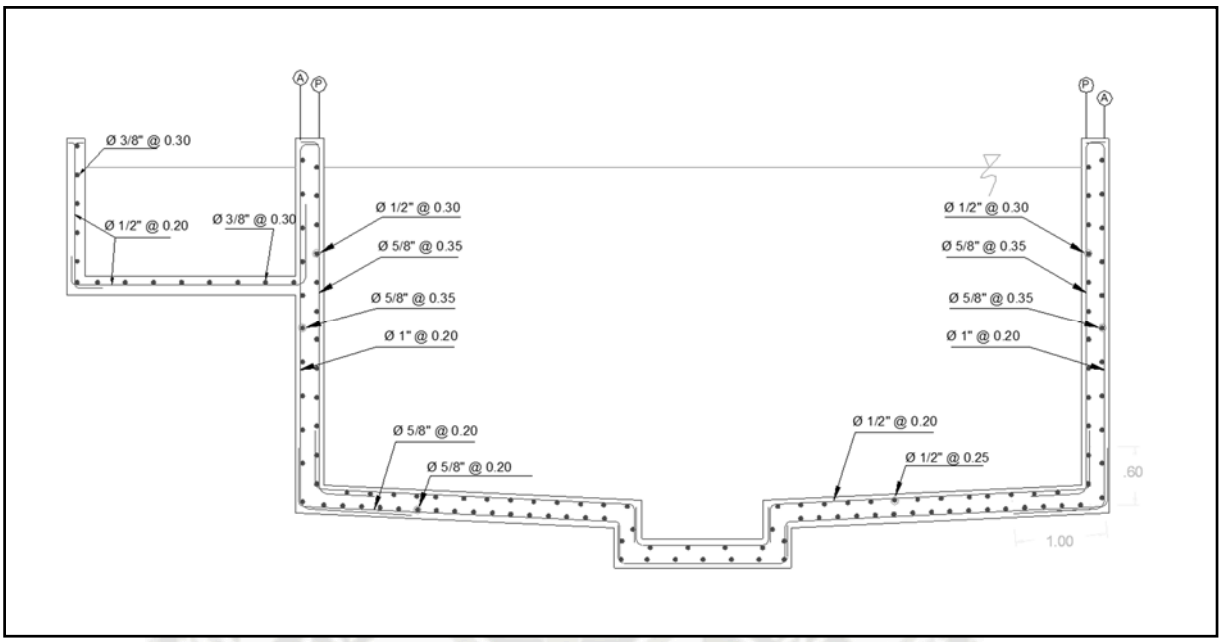


Fig. 5.51. *Detalle de reforzamiento sección transversal del tanque.*
Fuente: *Elaboración Propia*

5.5. DISEÑO Y CÁLCULO DE LA CÁMARA DE CARGA O TANQUE DE PRESIÓN

5.5.1. GENERALIDADES

La cámara de presión es un tanque con capacidad suficiente para garantizar la partida o parada brusca de las turbinas, está conectada al canal por medio de una transición, de la cual el agua pasa a la tubería de presión a través de una rejilla que evita la entrada de elementos sólidos flotantes.

5.5.2. CONDICIONES HIDRÁULICAS

- Crear un volumen de reserva de agua que permite satisfacer las necesidades de las turbinas durante aumentos bruscos de demanda.
- Impide la entrada a la tubería de presión de elementos salidos de arrastre y flotantes.
- Produce la sedimentación de los materiales sólidos en suspensión en el canal y permite su eliminación.
- Desaloja el exceso de agua en las horas en la que el caudal de agua consumido por las turbinas es inferior al caudal de diseño.
- Mantiene sobre la tubería una altura de agua suficiente para evitar la entrada de aire a la tubería.
- Dispone de un volumen que le permite amortiguar el golpe de ariete, originado por las paradas bruscas.

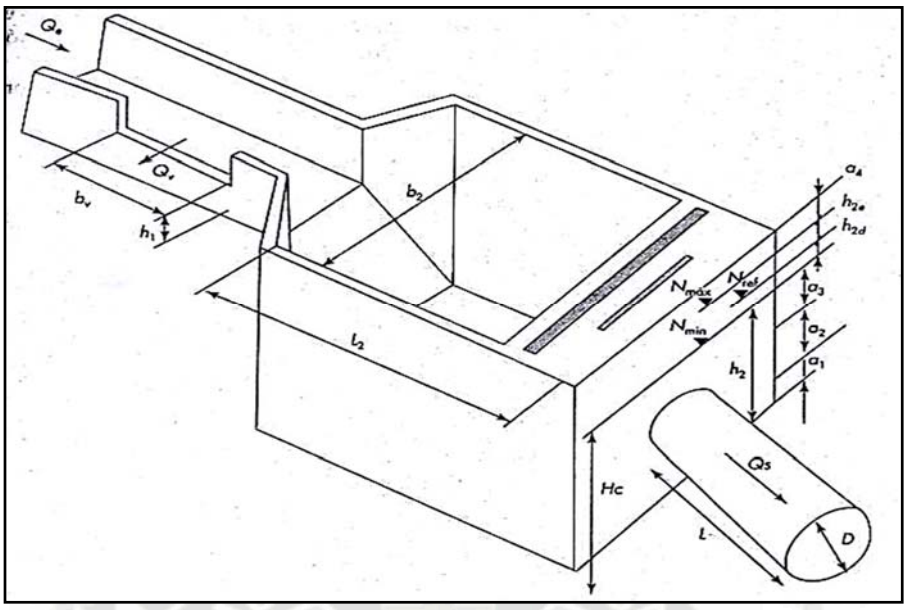


Fig. 5.52 *Esquema del tanque de Presión*
Fuente: *Diseño de Pequeñas Centrales, Ramiro Ortiz.*

5.5.3. DISEÑO HIDRAULICO DE LA CAMARA DE CARGA

DATOS DE DISEÑO:

Qdiseño: 5.28 m3/s

Hb: Altura bruta de diseño; Hb=55 m

H1: Altura de conducción en el canal de llegada; H1=1.13 m

Hs = Sobre presión por golpe de ariete 20% de Hb; Hs=11.00 m

b1: Ancho del canal de llegada; b1=2.30m

L: Longitud de tubería forzada; L=583 m

CALCULO DEL DIAMETRO DE LA TUBERIA

Se hará un predimensionado de la tubería para encontrar la altura final de la cámara de carga.

Según

Según BONDSCHU, diámetro económico:

$$\boldsymbol{D_e = 123.7 * \sqrt[7]{\frac{Q^3}{Ht}}}$$

Donde:

Qd = 5.28 m3/s

Ht = 1.2 * Hb = 1.2 (55) = 66 m (+20% de Hb)

$$D_e = 1.39\ m$$

DIMENSIONAMIENTO DE LA CAMARA

- **Calculo de "a1", altura de ingreso de elementos a la tubería 0.3<a1<0.5:**

  a1 = 0.30 m

- **Valor de altura equivalente al diámetro de tubería a2 = D**

  a2 = 1.39 m

- **Nivel mínimo equivalente a: 0.5D < a3 < 1.5D, para evitar torbellino creado por flujo de canal**

  a3 = 0.5*D = 0.695 m

- **Altura generada por golpe de ariete, se considerará:**

  a4 = 0.50 m

- **Altura en función de la topografía y ubicación del canal, dicha altura se verifica más adelante**

  h2 = 2.60 m (asumido)

- **Valores posibles para la velocidad media en la cámara de presión:**

  V2 = (0.60 – 1.0) m/s

  V2 = 0.60 m/s

- **Ancho del tanque de presión:**

$$\boldsymbol{b_2} = \frac{\boldsymbol{Q}}{\boldsymbol{V_2} * \boldsymbol{h_2}}$$

$$b_2 = \frac{5.28}{0.60 * 2.60}$$

$$b_2 = 3.38\, m = 3.40\, m$$

- **Altura de volumen de agua en el tanque para el arranque:**

$$\boldsymbol{h_{2d}} = \frac{\boldsymbol{Q}}{\boldsymbol{7} * \boldsymbol{b_2} * \sqrt{\boldsymbol{h_2}}}$$

$$h_{2d} = 0.138\, m$$

- **Hallando h´2e :**

$$\boldsymbol{h'_{2e} = a1 + a2 + a3 + h_{2d}}$$
$$h'_{2e} = 0.30 + 1.39 + 0.71 + 0.138$$
$$h'_{2e} = 2.52\ m$$

- **Verificar que H2e < H2:**

  2.52 m < 2.60 OK.

- **Longitud de la cámara**

$$\boldsymbol{L_2 = 0.304 \frac{Q * L * \sqrt{h^2}}{(Hc * D^2)}}$$
$$L_2 = 0.304 \frac{5.28 * 583 * \sqrt{2.6^2}}{(11 * 1.39^2)}$$
$$L_2 = 11.0\ m$$

- **Calculo de la altura del nivel máximo**

$$\boldsymbol{h_{2e} = \frac{0.25 * Q}{b_2 * \sqrt{h_2}}}$$
$$h_{2e} = 0.24\ m$$

- **Altura total de la cámara de presión:**

$$\boldsymbol{h_T = h_2 + h_{2e} + a_4}$$
$$h_T = 2.60 + 0.24 + 0.50$$
$$h_T = 3.40\ m$$

5.5.4. DISEÑO DEL VERTEDOR DE EXCEDENCIAS

Los excesos de agua en la cámara se vierten a través de un aliviadero ubicado en una de las paredes, el cual está acompañado de una compuerta de fondo que perite su vaciado y el lavado de sedimentos. El aliviadero y la compuerta se conectan a un canal común llevando el agua al rio donde la erosión es mínima.

El ancho del vertedero se calcula considerando la condición mas critica, cuando todo el caudal captado debe ser vertido.
Se tantean los valores del ancho y alto del vertedero de acuerdo a las condiciones del terreno bv > hv

Se sabe que:

$$\boldsymbol{Qv = Qd * 1.2} = 6.34 \text{ m3/s}$$

En este caso crítico el aliviadero se comporta como un vertedero frontal cuyo caudal vertido equivale a:

$$\boldsymbol{Qv = \frac{2}{3} * M * bv * \sqrt{2 * g} * hv^{\frac{3}{2}}} \qquad (m^3/s)$$

Donde:

M = 0.50

bv = 2.00 m (asumido)

Tanteando hv se tiene que:

hv = 1.66 m

5.5.5. DISEÑO DE COMPUERTA DE LIMPIEZA DE FONFO

Dicha compuerta permitirá el lavado del fondo de la cámara, así como desalojar todos los materiales depositados en el fondo de la cámara de carga.

CAIDA DEL FONDO

Esta inclinación comienza al finalizar la transición

∆h = L*S

Donde:

L = longitud de cámara = 11.0m

S = Pendiente de lavado = 0.02

∆h = 0.22 m

PROFUNDIDAD DE CAMARA AL PIE DEL VERTERO

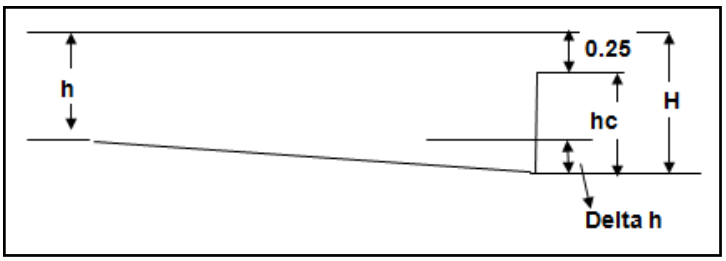
H = h + ∆h

H = 2.6 + 0.22 = 2.82 m

ALTURA DE LA CRESTA RESPECTO AL FONDO

Hc = H – 0.25

Hc = 2.82 – 0.25 = 2.57 m



5.5.6. DIMENSIONAMIENTO DE LA COMPUERTA

De la formula de orificios se sabe que:

Q = Cd Ao (2gh)^0.5

Donde:

Cd = 0.60

Area = BxL = asumiendo L=1.0 → B

Q = 2.58 m3/s

Reemplazando en la ecuación de orificios se despeja el valor de "A":

B = 1.36 m

Entonces el área de la compuerta será: 1.0 x 1.40 = 1.40 m2

Comprobamos la velocidad de salida:

$$V = Cv\sqrt{2gh}$$

Cv = 0.98

h = 2.57/2 + 0.25 = 1.54 m

$$V = 5.38\, m/s \quad (Velocidad\ de\ lavado\ optima)$$

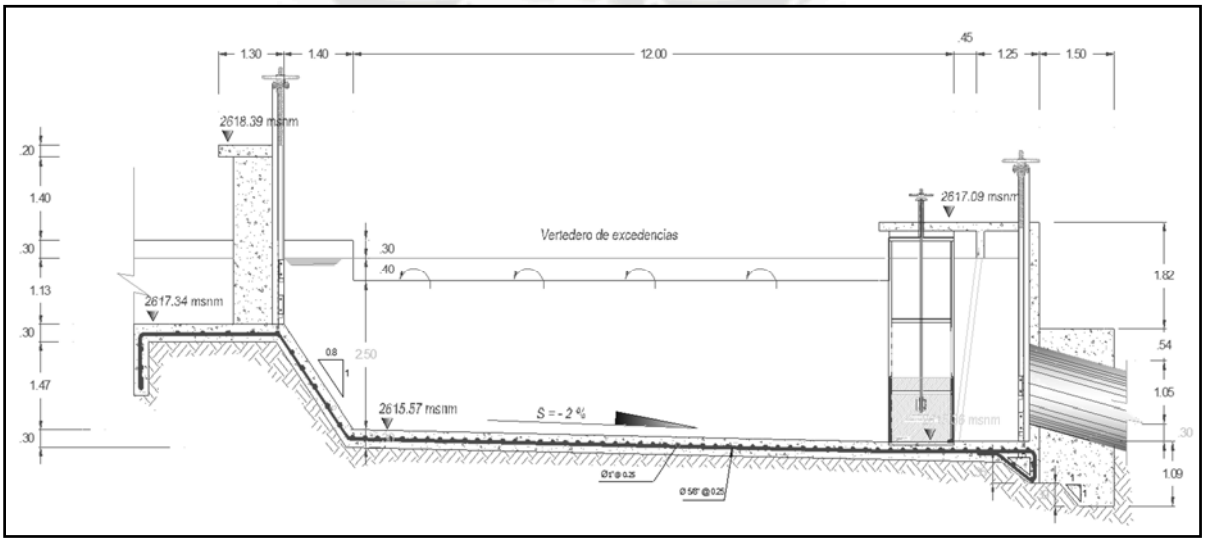


Fig. 5.53 *Corte de cámara de carga*
Fuente: *Elaboración propia.*

5.5.7. MODELAMIENTO Y CÁLCULO DEL REFORZAMIENTO DE LA CAMARA DE CARGA

Se realizo el modelo estructural de la cámara de carga, con el software de diseño estructural SAP2000 v15. Para determinar la cantidad de refuerzo que llevara el desarenador los ejes críticos de diseño, por convención del programa, se dan en los ejes 2-2, siendo eje transversal respecto a cada elemento Shell.

Se lleva a cabo el análisis del desarenador y su cimentación sujeta a presión de tierra y presión hidrostática, el material a utilizar es concreto 210 kg/cm2, el coeficiente de balasto del suelo es de 5000 tn/m3 y el peso especifico del suelo es de 1700 kg/m3 y del agua 1000 kg/m3.

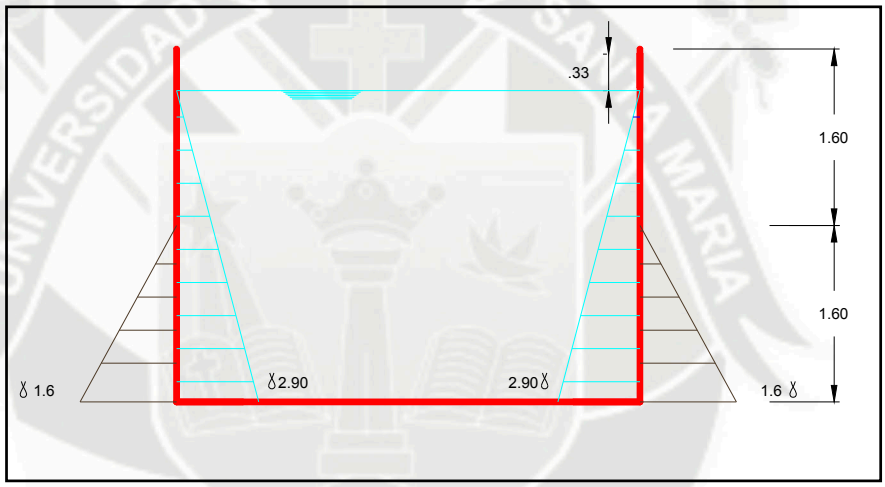


Fig. 5.54 *Diagrama de presiones hidrostáticas y laterales, que actuan en el tanque*

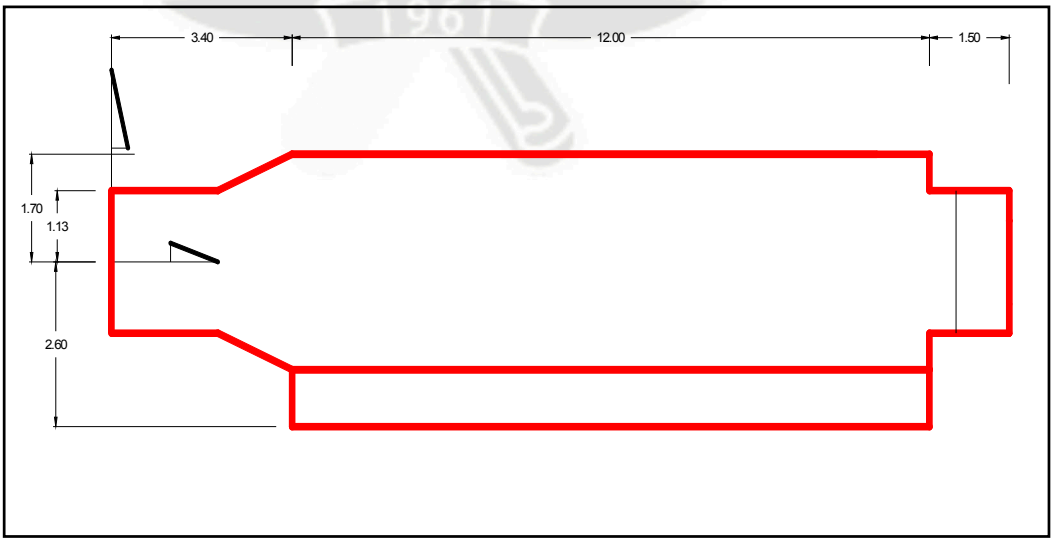


Fig. 5.55 *Idealización del modelo usado en el Sap2000.*

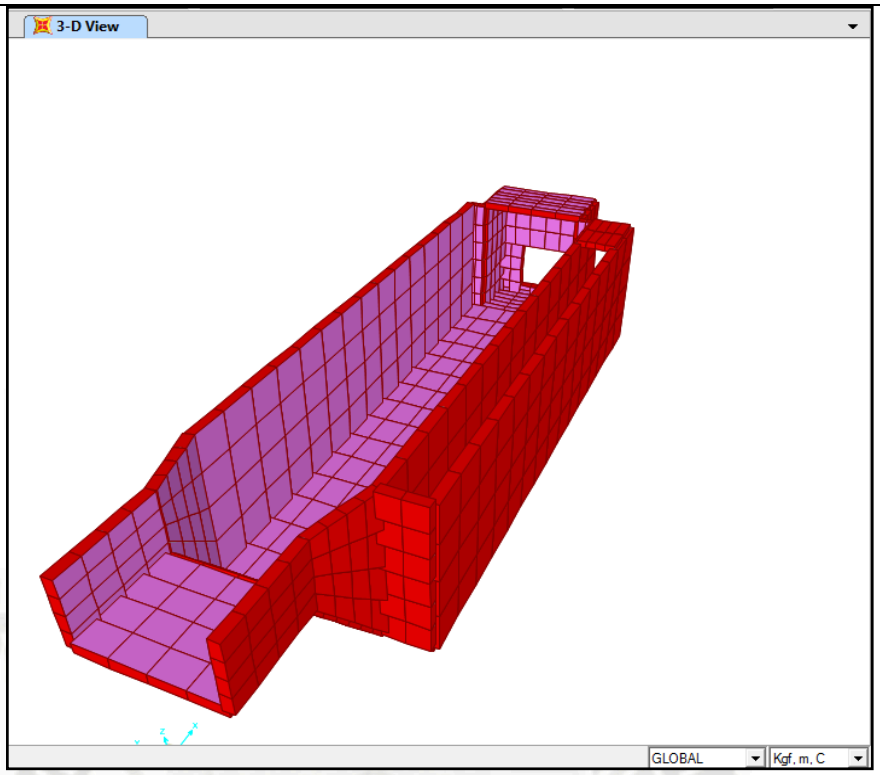


Fig. 5.56 *Perspectiva del modelo, entrada cámara de carga*

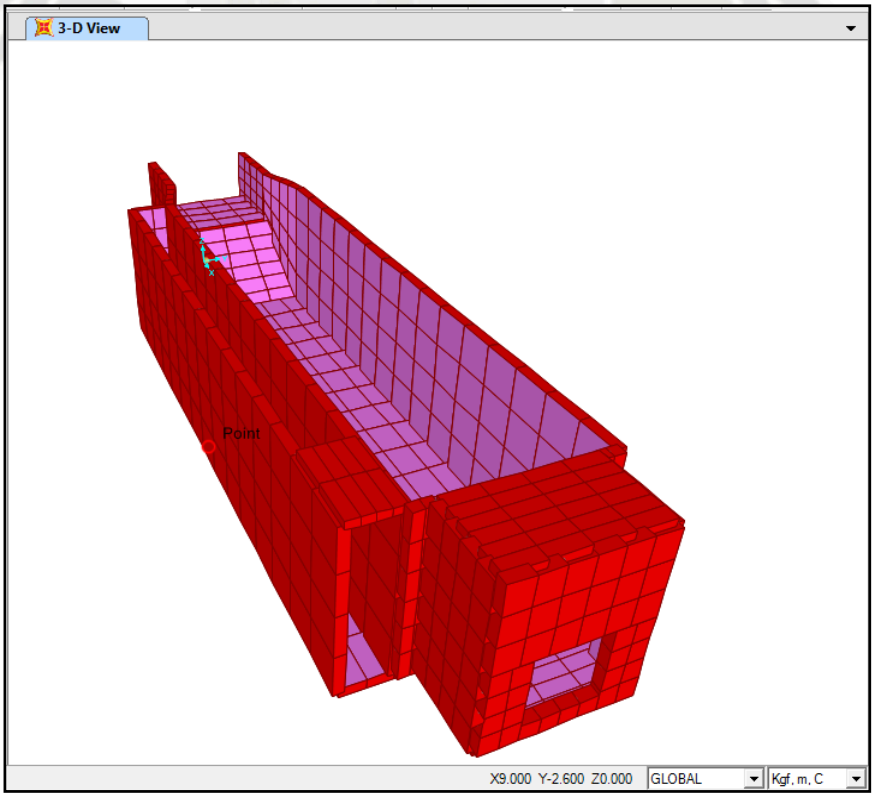


Fig. 5.57 *Perspectiva del modelo, salida de cámara de carga*

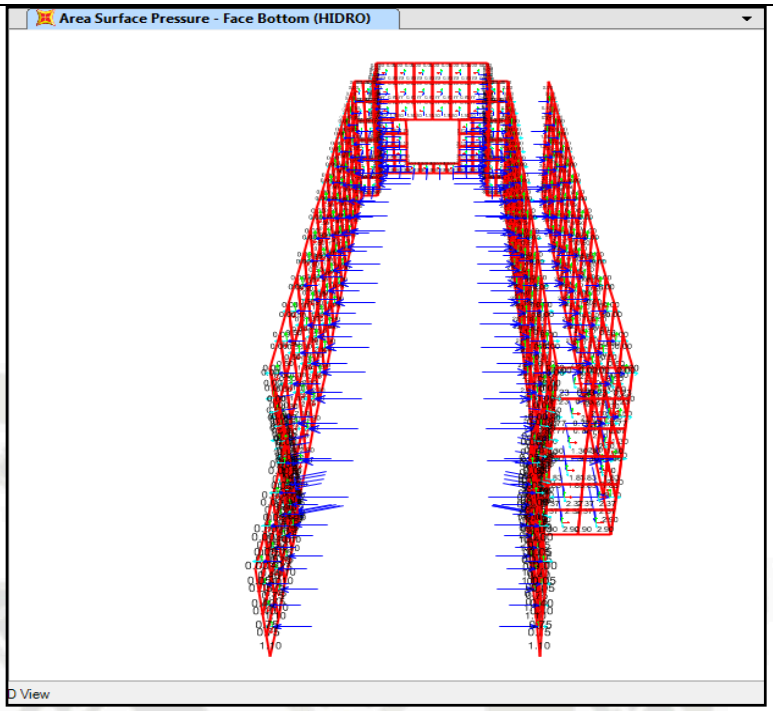


Fig. 5.58 *Se asigna las presiones hidrostáticas actuantes en la cámara.*

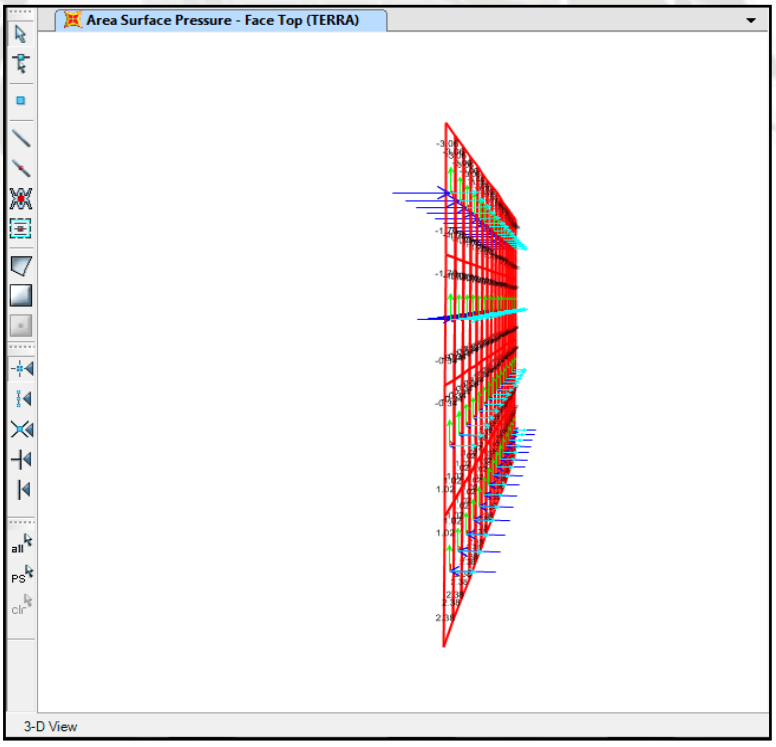


Fig. 5.59 *Se asigna las presiones laterales del terreno. Vista de la pared lateral de la cámara donde se ven las presiones hidrostáticas y las del terreno.*

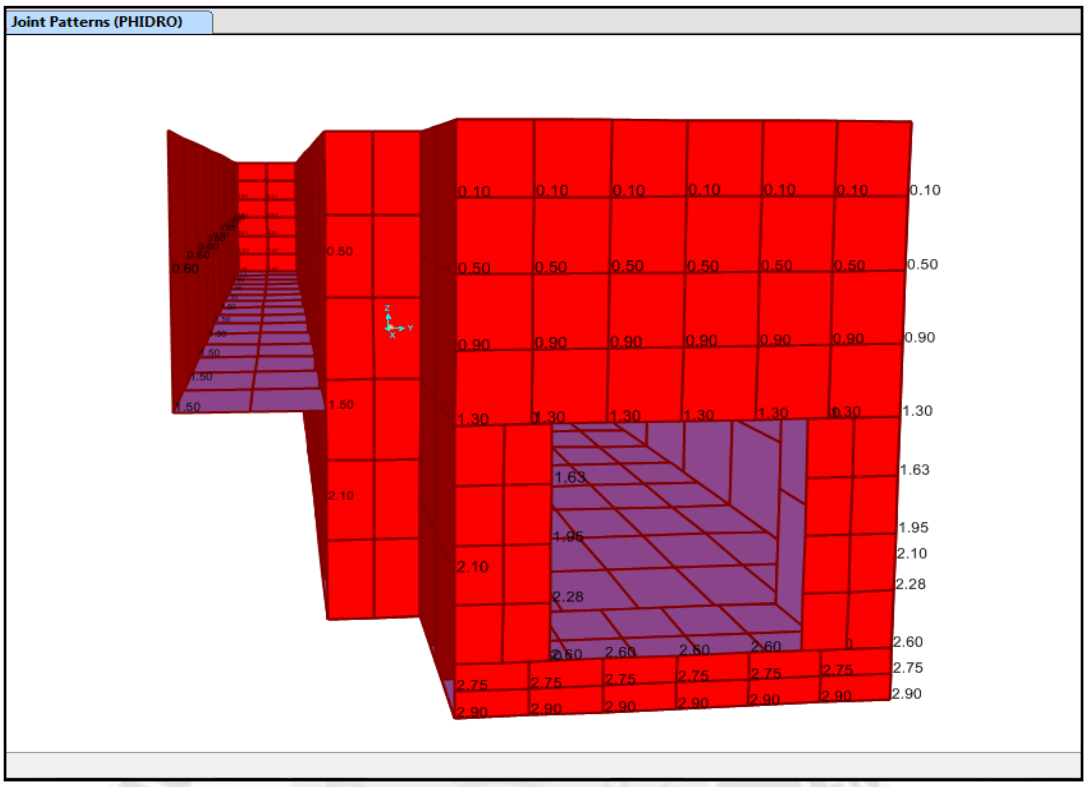


Fig. 5.60 *Se asigna los patrones de carga de tierra y se verifica los resultantes en ambos lados del elemento Shell.*

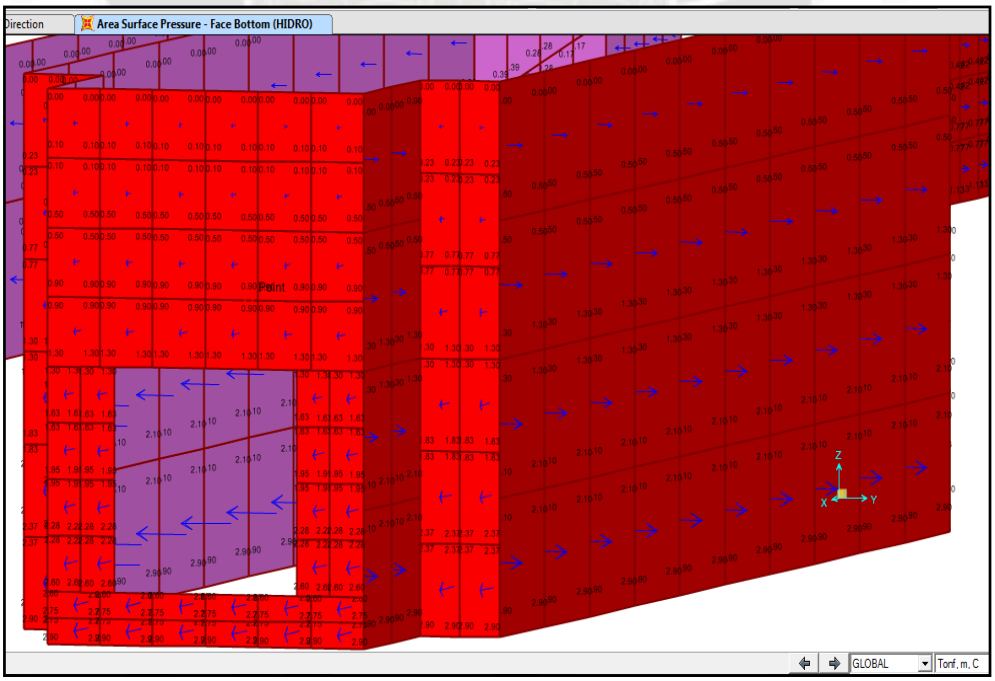


Fig. 5.61 *Se verifica las fuerzas resultantes actuantes en muros de la cámara antes de correr el modelo*

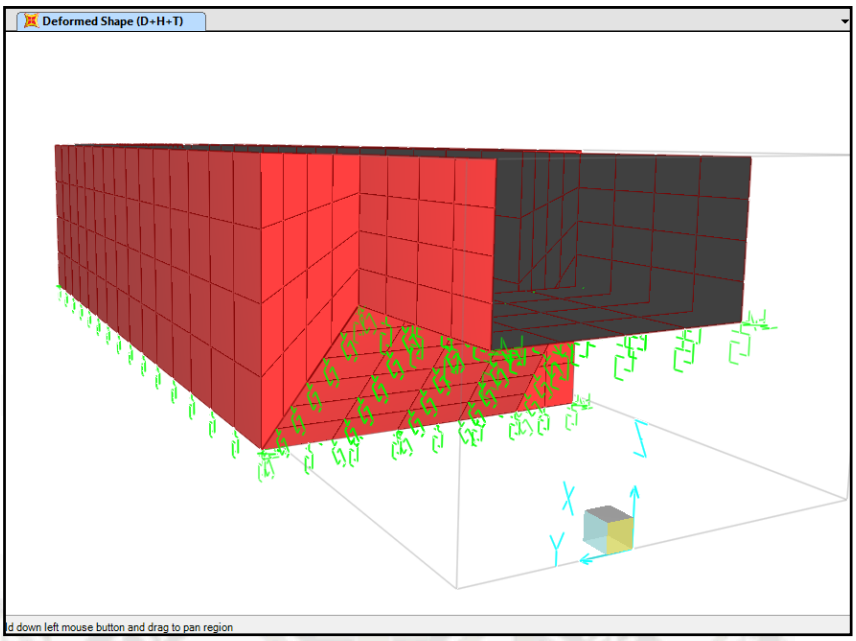


Fig. 5.62 *Se Asigno muelles en la cimentación de la cámara para darle las restricciones verticales al modelo y simular el comportamiento del terreno.*

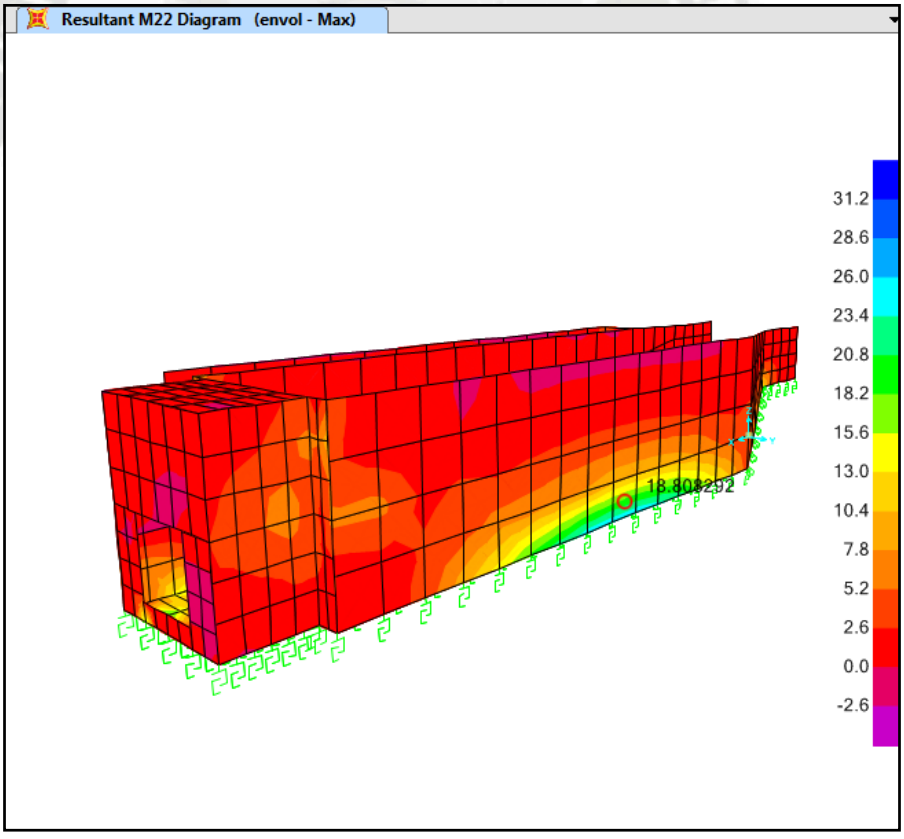


Fig. 5.63 *Se corre el modelo, los momentos máximos M22 se producen en la base de la cámara.*

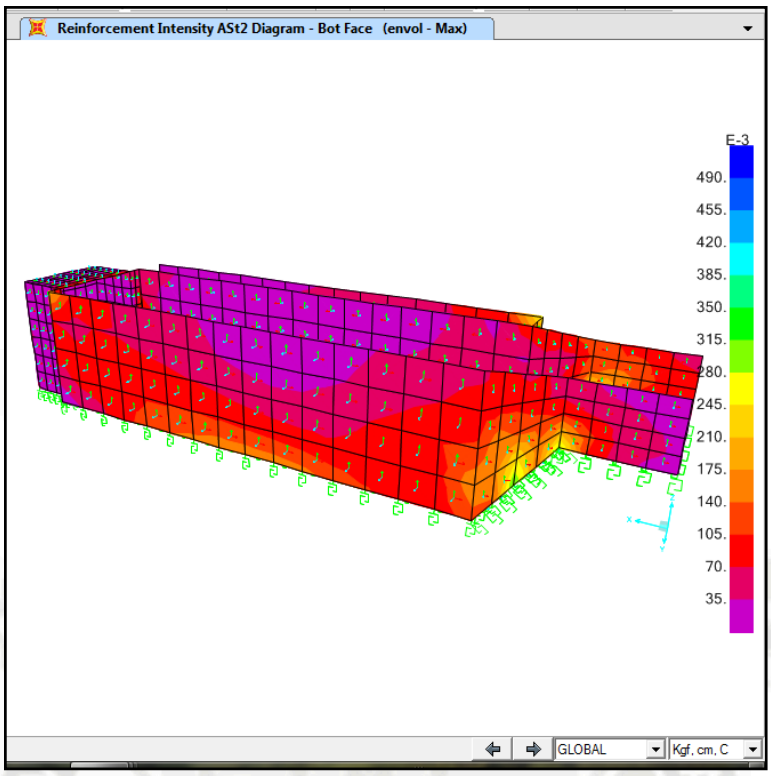


Fig. 5.64 *Se obtiene el reforzamiento Ast2 de la estructura.*

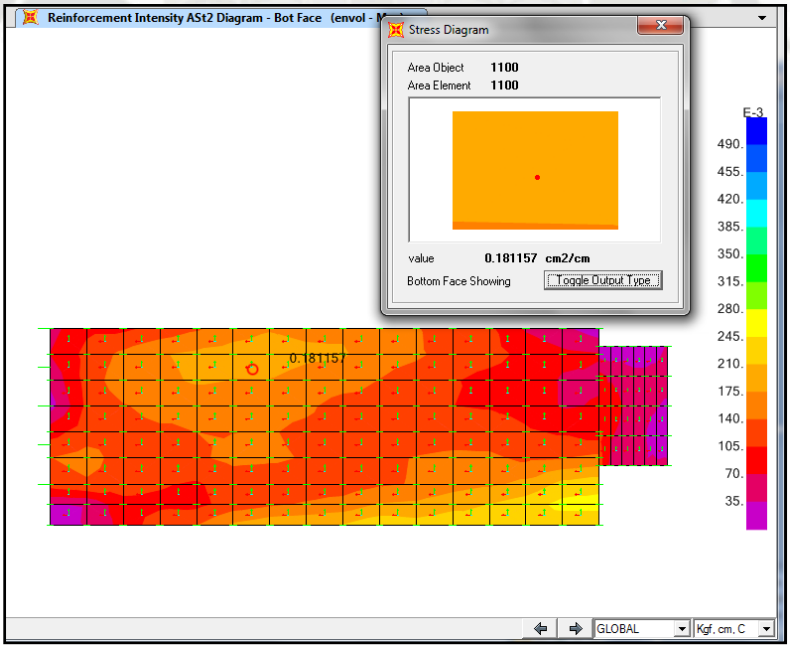


Fig. 5.65 *El reforzamiento en la losa en la zona mas critica es de 18 cm2 / m para Ast2*

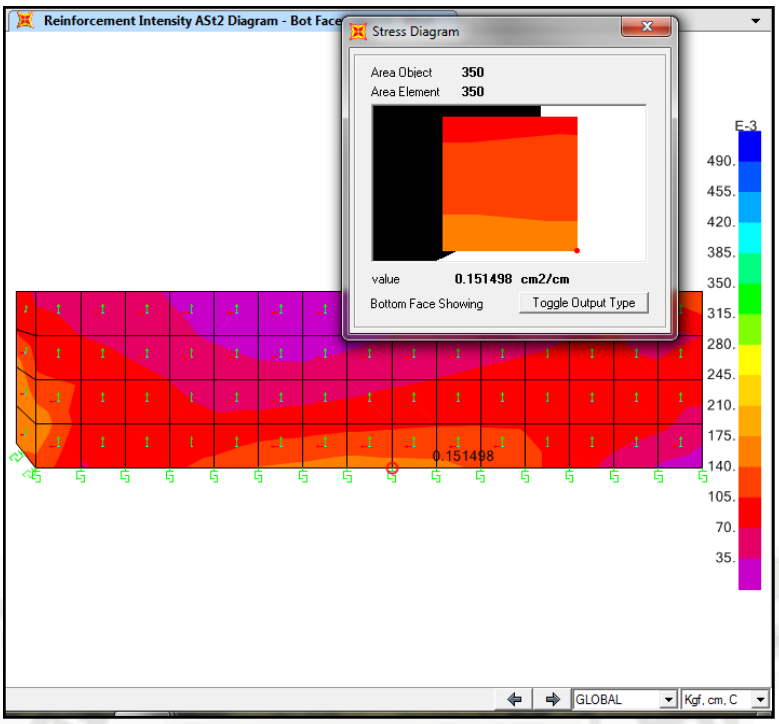


Fig. 5.66 *El reforzamiento en la pared lateral del muro en el elemento más crítico es de 15 cm2/m.*

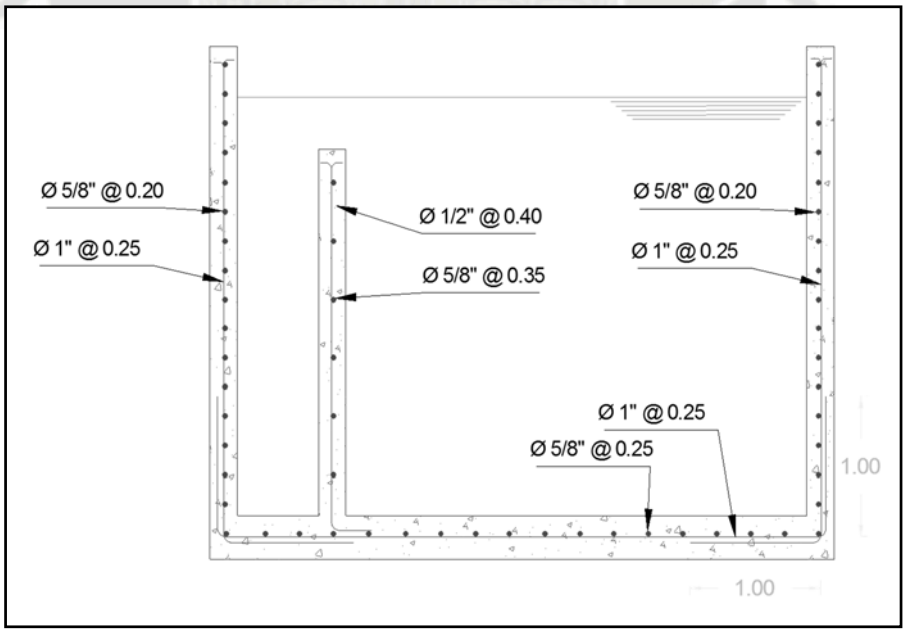


Fig. 5.67 *Detalle del refuerzo de la cámara*
Fuente*: Elaboración Propia*

5.6. TUBERÍA FORZADA

5.6.1. GENERALIDADES

Se trata de la conducción que lleva el agua hasta la turbina, salvando la diferencia de alturas que se presente en cada recurso hidráulico. Debe ser capaz de soportar la presión del agua tanto en condiciones normales como de sobrepresión, que pueden dar lugar a golpes de ariete, muy perjudiciales en las instalaciones, para lo cual deberá estar apoyada en anclajes que le ayudan a soportar las fuerzas a las cuales estará sometida así como las dilataciones térmicas de la tubería.

Para el diseño es recomendable que la tubería sea lo más recta posible, aunque siempre se debe ajustar a las condiciones topográficas de la central.

La tubería de presión está compuesta por los siguientes elementos:

- Toma de agua la cual debe tener una rejilla.
- Codos para la variación de la pendiente.
- Juntas de unión.
- Bifurcaciones las cuales le permite dividir el caudal en varias tuberías.
- Válvulas independientes a la tubería de presión ubicadas entre el final de la tubería y la turbina.
- Anclajes y apoyos que se encargan de sostener la tubería.

Para el dimensionamiento de la tubería se tomo en cuenta los siguientes parámetros.

- El diámetro se selecciona de acuerdo al análisis técnico-económico que permita determinar el diámetro que cause menores perdidas y el menor costo.
- El espesor se determina de acuerdo a los esfuerzos generados por el golpe de ariete, el peso del agua y la tubería.
- El material de construcción de la tubería para seleccionar la de mayor resistencia mecánica a los esfuerzos mecánicos.

5.6.2. RENDIMIENTO HIDRÁULICO DE LA TUBERÍA

El rendimiento hidráulico de la tubería viene dado por la caída neta que se obtiene de la diferencia de la caída bruta (carga estática) y la sumatoria de las diferentes perdidas que se producen a lo largo de la tubería

$$H = Hb - \sum \Delta h$$

Donde:

H = Caída Neta (m)

Hb = Caída Bruta (m)

$\sum \Delta h$ = Suma de pérdidas individuales de carga (m)

La caída bruta (Hb) es determinada por:

El nivel superior de agua, en la cámara de carga y

El nivel inferior de agua, en la turbina PELTON, este nivel es representado por las aguas abajo, refiriéndose a la cota de la Tobera.

La suma de las perdidas individuales de carga ($\sum \Delta h$) viene dada por:

- Pérdidas en la rejilla de la ventana de la bocatoma
- Pérdidas en la entrada del canal
- Pérdida por pendiente del canal
- Pérdida en la rejilla de la cámara
- Pérdida de entrada en la tubería
- Pérdida por fricción

Se muestra el cuadro resumen del perfil de la tubería para obtener la longitud de tubería exacta y la altura de diseño:

CUADRO 5.11 *Ubicación de Anclajes e inclinacion de tuberia respecto a X*

ANCLAJE	ANGULO	X (m)	H (m)	θ (°)	L (m)
A1	1	77.16	3.55	5	77.45474
A2	2	62.59	3.55	3	62.6759
A3	3	115.63	6.62	3	115.7887
A4	4	49.62	3.28	4	49.74117
A5	5	52.66	3.5	4	52.78859
A6	6	94.94	6.32	4	95.17183
A7	7	35.41	3.27	5	35.54526
A8	8	35.13	3.09	5	35.26419
A9	9	28.56	2.59	5	28.66909
A10	10	18.35	14.37	3	18.37518
A11	11	27.4	8.14	16	28.5042

total	597.45	58.28	**5.195**	599.9788

Fuente: *Elaboración Propia*

Para la altura de diseño se consideró desde la altura de nivel de agua en la cámara de carga hasta la llegada en la turbina en la casa de máquinas.
Siendo la suma total de 55m.

5.6.3. DISEÑO HIDRÁULICO DE TUBERÍA

A. DIÁMETRO REQUERIDO DE TUBERÍA

El diámetro se selecciona de acuerdo con un análisis técnico y económico que permita determinar el diámetro que causa las menores perdidas y el menor costo.
Para el diseño se tomó como guía el proceso de cálculo dado por Ramiro Ortiz, en su libro "Pequeñas Centrales Hidroeléctricas"
Según la fórmula de BONDSCHU el diámetro más económico para alturas H < 100m, se tiene que:

$$D = \sqrt[7]{0.0052 * Q^3}$$

Qd: Caudal de diseño; Qd = 5.28 m3/seg

$$D = \ 1.337\ m\ \backsimeq 1.30\ m$$

Se asume como diámetro más económico D = 1.30 m

B. CAÍDA NETA Y PÉRDIDAS DE CARGA

Calculamos la velocidad en la tubería:

$$V = \frac{Q}{\pi * r^2} = \frac{5.28}{\pi * 0.65^2} = 3.98\ m/s$$

CALCULO DE PÉRDIDAS

a.- Pérdida en rejilla.-

$$\boldsymbol{h_r = \xi_R * \frac{V^2}{2g}}$$

ξ_R: Coeficiente de perdida de acuerdo a su tipo: 1.80 (ver Fig. 15.2 PCH Ortiz)

$V =$ Velocidad del agua entrante a la rejilla V = 3.98 m/s

g = 9.81 m/s2

$$h_r = 1.449\ m$$

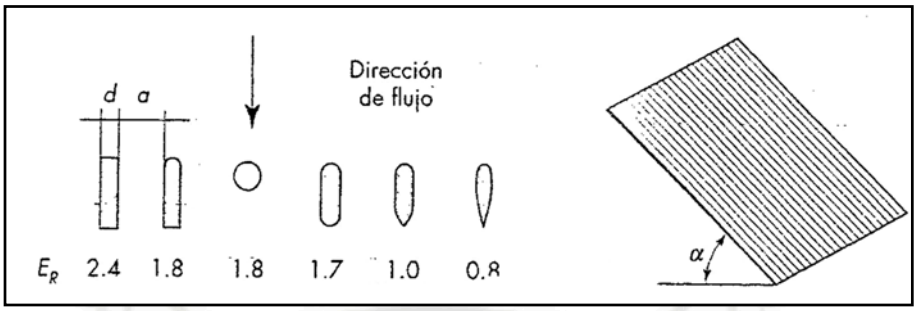


Fig. 5.68 *Perdidas por Rejilla*
Fuente: *Diseño de Pequeñas Centrales, Ramiro Ortiz.*

b.- Pérdida en el tipo de entrada

$$\boldsymbol{h_e = \xi_E * \frac{V^2}{2g}}$$

ξ_E: Coef. de perdida de acuerdo al tipo de entrada: 0.20 (ver Fig. 15.3)

$V =$ Velocidad del agua entrante a la rejilla; V = 3.98 m/s

g = 9.81 m/s2

$$h_e = 0.161\ m$$

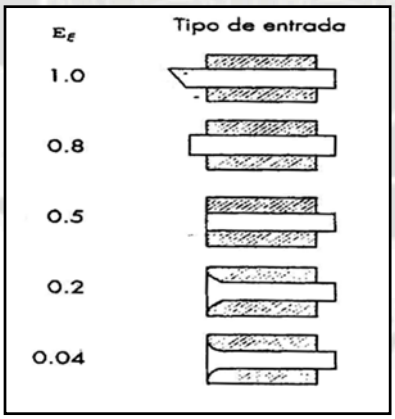


Fig. 15.69 *Perdidas por tipo de entrada*
Fuente: *Diseño de Pequeñas Centrales, Ramiro Ortiz.*

c.- Pérdida en los codos:

$$\boldsymbol{h_k = \xi_k * \frac{V^2}{2g}}$$

ξ_k =Coeficiente de pérdida que depende del ángulo del codo

$V =$ Velocidad del agua en el tubo (m/s)

CUADRO 5.12 *Valores para el Coef. de perdida en tuberia*

Coeficiente de perdida ξk para todo los tubos circulares							
α (grados)	**10**	**15**	**22.5**	**30**	**45**	**60**	**90**
ξk	0.044	0.062	0.154	0.165	0.32	0.684	1.265

CUADRO 5.13 *Perdidas Resultantes por inclinancion en anclajes.*

Anclaje	**Angulo (°)**	ξk	Hki
A1	-	-	-
A2	-	-	-
A3	-	-	-
A4	-	-	-
A5	-	-	-
A6	-	-	-
A7	-	-	-
A8	-	-	-
A9	-	-	-
A10	13	0.0548	0.472029
A11	12	0.0512	0.37578
A12	-	-	-
TOTAL			0.8478

Fuente: *Elaboración Propia.*

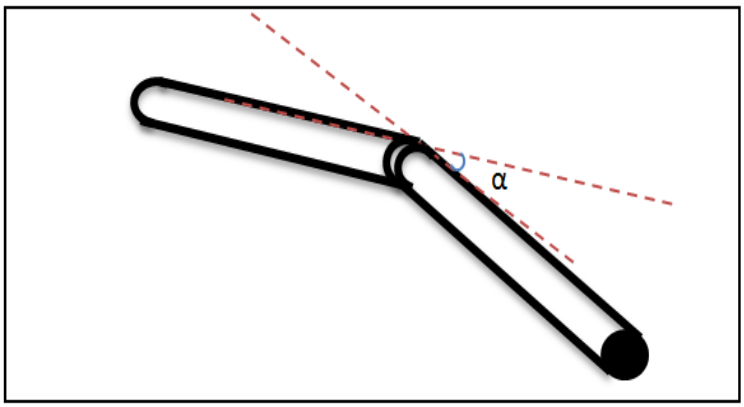


Fig. 5.70 *Inclinación de tubería en anclajes*

Fuente: *Elaboración Propia.*

Reemplazando:

$$h_{ki} = 0.8478\ m$$

d. Pérdidas por fricción:

Por la fórmula de Darcy – Weisbach, es la que más optimiza para el cálculo de las pérdidas de carga debido a las resistencias producidas por el rozamiento en las tuberías y conductos.

Para obtener la perdida tomamos el valor de f de acuerdo al nomograma de Moody ingresando con el número de Reynolds y la rugosidad relativa.

$$h_f = f * \frac{L * V^2}{D * 2g}$$

Se obtiene:

Rugosidad relativa: ε/d = 0.0046 / 130 = 0.00004

Reynolds: Re = V*D / u = 5.22E+06

Dónde:

L: Longitud de tubería; 599 m

D: Diámetro de tubería; 1.30 m

V: Velocidad media en el tubo, 3.98 m/s

g: aceleración de la gravedad; 9.81 m/s2

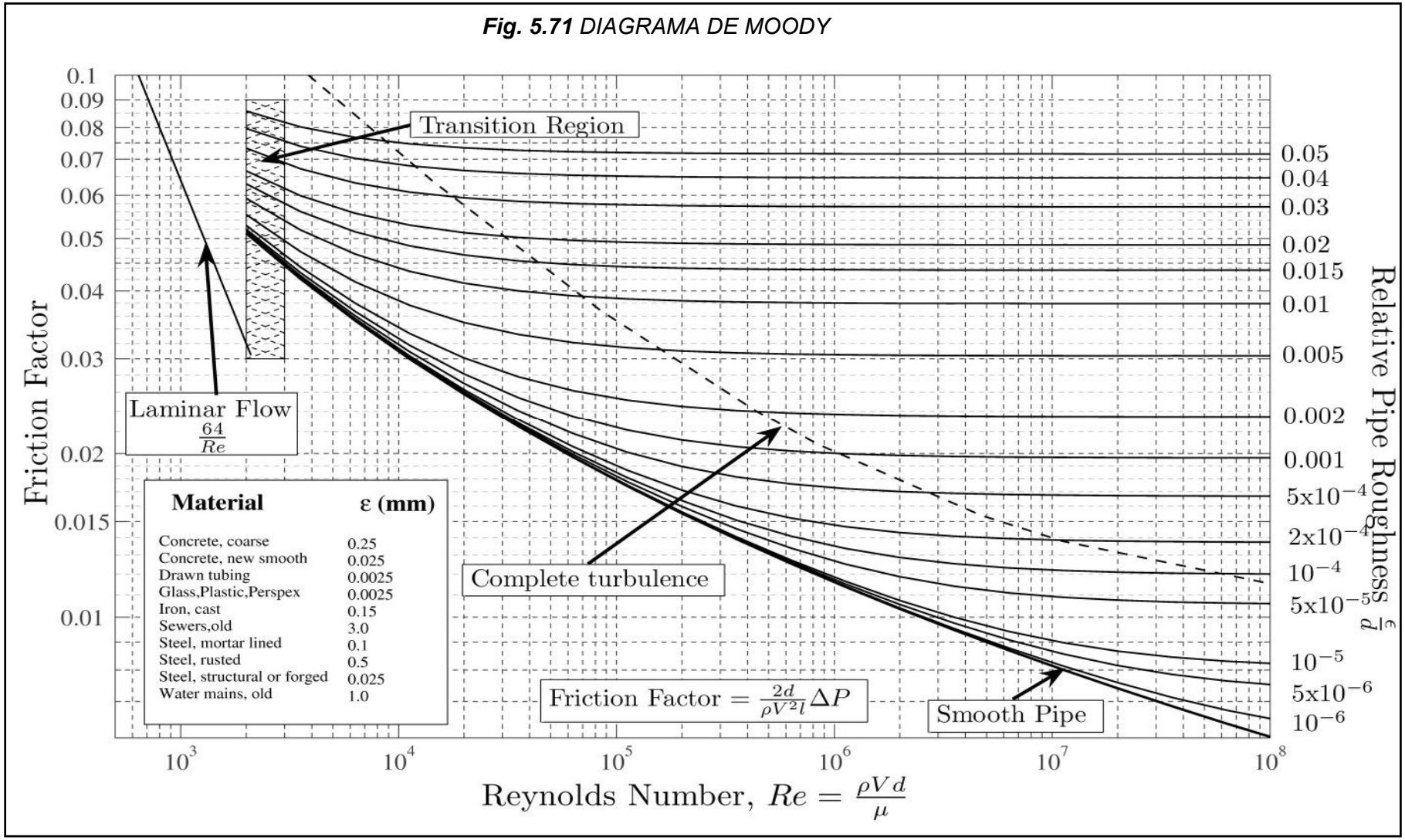
u: Viscosidad cinemática; 1.007E-06

f: Coeficiente Darcy obtenido por nomograma; 0.0133

Reemplazando:

$$h_f = 4.873\ m$$

Fig. 5.71 *DIAGRAMA DE MOODY*



Fuente: *Fluid Mechanics For Hydraulic Enginners, 1961.*

***CUADRO 5.13** Parámetro Densidad Relativa y viscosidad Cinemática de acuerdo a la temperatura*

Temperatura °C	Densidad relativa	*10^-6 m2/seg
5	1.000	1.52
10	1.000	1.308
15	0.999	1.142
20	0.998	1.007
25	0.997	0.897
30	0.995	0.804
35	0.993	0.727
40	0.991	0.661
50	0.990	0.556

***Fuente:** Diseño de Pequeñas Centrales, Ramiro Ortiz.*

e.- Pérdidas en válvulas:

$$\boldsymbol{h_v = \xi_v * \frac{V^2}{2g}}$$

$\xi_v =$ Coeficiente de pérdida en entrada de tubería; 0.20

V = Velocidad en el tubo: 3.98 m/s

Valores usuales de ξv	
Válvula mariposa	0.2 - 0.4
Válvula esférica	0.1
Válvula anular	1.2 - 2.5

$h_v = 0.162\ m$

f.- Perdida por bifurcación.-

Se usara una bifurcación para la instalación de dos unidades conectadas. La bifurcación será tipo “pantalón” con un ángulo de desviación de 45°.

$$\boldsymbol{h_{ram} = \xi_{ram} * \frac{V^2}{2g}}$$

$\xi_{ram} =$ Coeficiente de pérdida depende de la velocidad de las corrientes parciales, de los diámetros y del ángulo de desviación del ramal.

V = Velocidad del agua dentro del tubo antes de la bifurcación (m/s)

CUADRO 5.14 *Coeficientes de pérdidas en bifurcaciones*

Coeficientes ξram para bifurcaciones de tubos circulares de cantos aristas de diámetros iguales				
Angulo de desviación β	**90°**		**45°**	
Coef. De perdidasξram	**ξram' a**	**ξram d**	**ξram' a**	**ξram d**
Qa/Q = 0	0.95	0.04	0.90	0.04
0.20	0.88	0.08	0.68	0.06
0.40	0.89	0.05	0.50	0.04
0.60	0.95	0.07	0.38	0.07
0.80	1.10	0.21	0.35	0.20
1.00	0.28	0.35	0.48	0.33

Fuente: *Diseño de Pequeñas Centrales, Ramiro Ortiz.*

Según la tabla obtenemos:

ξram a=	0.48	Tabla
V =	3.98	m/s
hram =	0.388	m
ξram d =	0.33	Tabla
V =	3.98	m/s
hram =	0.266	m

Hram t = 0.388+0266 = 0.654 m β

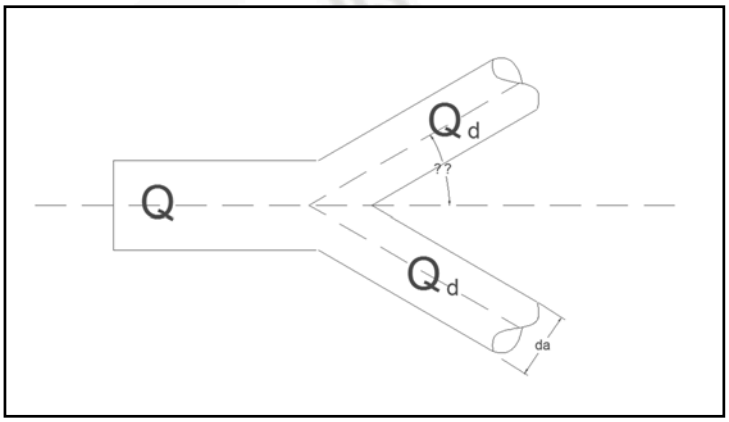


Fig 5.72 *Bifurcación tipo pantalón.*
Fuente: *Diseño de Pequeñas Centrales, Ramiro Ortiz.*

g.- Perdida por pendiente del canal.-

hc = S*L

S = 0.003
L = 620 m

hc = 1.86 m

PERDIDAS TOTALES (Hft)

Hft = hr + he + hk + hf + hv + hram + hc

Hft = 1.45+0.16+0. 85+4.87+0.16+0.65+1.86

Hft = 10.01 m

CALCULO DE LA PRESIÓN TRANSITORIA EN LA TUBERIA

Hallamos la presión transitoria de acuerdo generada por el cierre lento de la tubería.

Según JOUGUET para cierre lento se tiene que:

$$\Delta \boldsymbol{h} = \frac{\boldsymbol{L.V}}{\boldsymbol{g.T}}$$

Dónde:

L = 583 m

V = 3.98 m/s

T = 8 seg (Dato de fabricante)

g = 9.81 m/s2

$$\Delta \boldsymbol{h} = \mathbf{29.57}\ \boldsymbol{m}$$

ALTURA TOTAL DE DISEÑO

Ht = Altura bruta + Presión transitoria - Perdidas en la tubería

Ht = Hb + ∆h - Hft

Ht = 55.0 + 30.38 + 10.01

Ht = 75.37 m

C. ESPESOR DE LA PARED DEL TUBO

El espesor se determinara de acuerdo a los esfuerzos generados por el golpe de ariete, el peso del agua y de la tubería.
De acuerdo a las formulas conocidas para el pre dimensionamiento se seleccionara el espesor más económico y que satisfaga los esfuerzos a los que estará sometido la tubería.

- Según NOZAKI para un esfuerzo de trabajo del acero igual a f=1150 kg/cm2:

$$\boldsymbol{e = \frac{H'D}{1000} + 0.8mm}$$

Dónde:

H´: Altura de diseño → H=0.65 Hn = 0.65*55 = 35.75 m
D=Diámetro dimensionado: D=130 cm

$$e = \frac{35.75 * 130}{1000} + 0.8mm = 5.44\ mm \simeq 6mm$$

- Según el Manual de Mini Centrales Hidráulicas del ITDG-Perú 1995:

$$\boldsymbol{e = \frac{5 * Fs + Ht + 10^6 + D + Kj}{S} + Kc}$$

Donde:

Fs: Factor de seguridad: 5.0
Ht: Altura de diseño: 74.76 m
D: Diámetro de tubería : 1.30 m
Kj: Factor por tipo de junta (plancha rolada y soldada): 1.2
S: Esfuerzo de rotura del acero: 5.2E+08 Pa.
Kc: Factor por corrosión por 20 años: 2mm

$$e = \frac{5 * 5 + 74.8 + 10^6 + 1.3 + 1.2}{5.2E + 08} + 2$$

$$e = 7.61\ mm \simeq 8\ mm$$

- Según BOUNSCHU:

$$e = \frac{(H + hs) * D}{2\delta t * Kf} + e_s$$

Dónde:

Hb = Caída Bruta: 55.0 m

hs = Sobrepresión ejercida por el golpe de ariete 0.3*Hb=16.5m

δt = La tensión de tracción del acero: 1200 kg/cm2

Kf = Eficiencia de las uniones: 1

e_e = Espesor adicional: 0.003 mm

$$e = \frac{(55 + 16.5) * 1.30}{2 * 1200 * 1} + 0.003 = 41.7\ mm$$

Dado el amplio rango de resultados se asumirá un espesor (e) en mm., para luego comprobarlo por esfuerzos admisibles, de manera iterativa una hoja de cálculo.

Los resultados deben satisfacer que siguiente condición de esfuerzos:

$$\delta \text{ad Acero} > \delta \text{ Actuantes}$$

Siendo δad acero = 1200 kg/cm2

Espesor asumido e = 14 mm

COMPROBACION DEL ESPESOR DEL TUBO POR ESFUERZOS ADMISIBLES

D =	**1.3**	**m**	Diámetro interior
H =	**55.00**	**m**	Altura de diseño
Hs =Δh =	**29.57**	**m**	Sobrepresión generada
e =	**0.014**	**m**	Espesor asumido
θ	**5.2**	**°**	Inclinación promedio de terreno

a.- Tensión tangencial ejercida por el golpe de ariete

$$\delta ta = 0.05 * (H + hs) * \frac{D}{e} \qquad (kg/cm2)$$

$$\underline{\delta ta = 392.63\ \ kg/cm2}$$

b.- Tensión longitudinal debido a la variación de temperatura (sin junta dilatación)

$$\boldsymbol{\delta te = E * \alpha * \Delta t} \qquad (\boldsymbol{kg/cm2})$$

α =	1.20E-05	m/m°C
∆t =	8	°C
E =	2.10E+06	KN/m2

$\underline{\delta te = 201.60 \quad kg/cm2}$

c.- Tensión longitudinal debida a la presión

$$\boldsymbol{\delta tl = 0.025 * \frac{(H + hs) * D^2}{e * (e + D)}} \qquad (\boldsymbol{kg/cm2})$$

$\underline{\delta tl = 164.21 \quad kg/cm2}$

d.- Tensión de flexión entre apoyos debida al peso propio de la tubería y al peso del agua

$$\boldsymbol{\sigma tl = \frac{M_{max}}{W}} \qquad (\boldsymbol{kg/cm2}) \textbf{.... (1)}$$

Donde:

Donde el Momento flector máximo es:

$$\boldsymbol{Mfmax = F * \left(\frac{Ls^2}{8}\right) * sen\theta} \qquad (\boldsymbol{tf - m}) \ldots . (2)$$

F = Es el peso del agua y de la tubería

Ls = Distancia entre los soportes: 10 m (asumido)

Donde el peso del agua y tubería (F) es igual a:

$$\boldsymbol{F = Gt + Ga} \qquad (\boldsymbol{tf/m})$$

Donde el peso de la tubería Gt es:

$$Gt = \gamma t * \pi * e * (D + e) \qquad (tf/m)$$

Donde el peso del agua Ga es:

$$Ga = \gamma a * \pi * \frac{D^2}{4} \qquad (tf/m)$$

$$\boldsymbol{F = \gamma t * \pi * e * (D + e) + \gamma a * \pi * \frac{D^2}{4}} \qquad (\boldsymbol{tf/m})$$

$$F = 7850 * 3.14 * \ 0.014 * (\ 1.3 + 0.014) + 1000 * 3.14 * \frac{1.3^2}{4} \ (kg/m)$$

$$F = 1780.99 \frac{kg}{m} = 1.78 \frac{tf}{m}$$

γ = Peso específico del agua = 1000 kg/m3

γt = Peso específico de la tubería = 7850 kg/m3

Reemplazando en (2) para hallar el Mfmax

$$Mfmax = 2.018 \quad Tf - m$$

→ Considerando una separación entre soportes de 10 m

Donde el Momento de resistencia W es:

$$\boldsymbol{W = \frac{\pi * ((D+e)^4 - D^4)}{32 * (D+e)}}$$

$$W = 0.00934\, Tf - m$$

Reemplazando en (1) para hallar el esfuerzo por flexión buscado:

$$\boldsymbol{\sigma tl = \frac{M_{max}}{W} = \frac{F * \left(\frac{Ls^2}{8}\right) * sen\theta}{W}} \qquad \boldsymbol{(kg/cm2)}$$

$$\sigma tl = \frac{2.018}{0.00934}$$

$$\underline{\sigma tl = 215.99\ kg/cm2}$$

e.- Tensión longitudinal debida a la inclinación por variación de la pendiente del terreno

$$\boldsymbol{\delta j = \frac{F * Ls * cos\theta}{\pi * e * (D+e)}} \qquad \boldsymbol{(kg/cm2)}$$

$$\delta j = \frac{1780.99 * 10 * cos(5.20)}{\pi * 0.014 * (1.30 + 0.014)} \qquad (kg/cm2)$$

$$\underline{\delta j = 306.90 \quad kg/cm2}$$

f.- Verificación de esfuerzo admisible.-

Se verificara que el esfuerzo admisible del acero **δ**ad acero, sea menor que los esfuerzos generados en la tubería.

δad acero = 1200 kgf/cm2

δad acero > δactuantes

Dónde:

δad acero > δte + δtl + δf + δj + δta

δte + δtl + δf + δj + δta = 1281.33

392.63 + 201.60 + 164.21 + 215.99 + 306.90 = 1281.33

No se cumple la condición por lo tanto se volverá a iterar aumentando el espesor (e) y manteniendo la separación entre apoyos **Ls=10m**.

El nuevo valor del espesor es de e=16 mm y se obtuvieron los siguientes esfuerzos:

$$\delta te + \delta tl + \delta f + \delta j + \delta ta = 1162.42 \text{ kg/cm2}$$

$$343.55+201.6+143.47+195.8+278.01 = 1162.42 \text{ kgf/cm2}$$

1200 kgf/cm2 > 1162.42 kgf/cm2 OK.

El espesor que cubre los esfuerzos será de 16mm.

5.7. CALCULO DEL GOLPE DE ARIETE

Al producirse cambios bruscos en el régimen del flujo se producen variaciones en su velocidad, que lleva asociados cambios estacionarios en la presión, que pueden ser incrementos o decrementos de la misma. El golpe de ariete se produce a consecuencia de estos cambios de presión.

Su origen se da cuando se cierra parcial o totalmente (rechazo de carga) el órgano de control de la turbina y este se llama golpe de ariete positivo ya que la velocidad cinética del agua al estar cerrada la válvula de alimentación de la turbina se detiene y se transforma en presión, lo que conlleva a que la tubería tenga que soportar esta presión la cual es muy alta esta onda viajara en sentido contrario hasta llegar al tanque o cámara de presión en donde se aliviara dicha presión y saldrá un poco de agua por lo cual la presión disminuye tan rápido que esta disminuye tanto que la tubería se contraerá debido a la menor presión estando el punto más crítico a la entrada de la válvula de corte de la turbina, este ciclo se repetirá sucesivamente hasta que la energía se disipe en forma de calor y empezara a amortiguarse este fenómeno hasta desaparecer.

Para evitar daños sobre todo cuando hay expansión de la tubería el cierre de la válvula debe tener cierta velocidad para que no deteriore la tubería y no desestabilice el generador.

El máximo golpe de ariete se calcula admitiendo que una variación de movimiento es igual al impulso de la fuerza en la sección más próxima al distribuidor en el caso de una turbina de acción o de la tubería en el caso de unan turbina de reacción

Cuanto mayor sea el tiempo de cierre de la válvula, menores serán los problemas derivados del golpe de ariete, pues la onda de retorno encontraría la válvula parcialmente abierta.

Se define el tiempo crítico como el tiempo que tarda una onda de presión en recorrer la tubería forzada y volver al punto inicial:

$$\boldsymbol{T = \left(\frac{2 * L}{C}\right)} \qquad (\boldsymbol{seg.}) \ldots\ldots (\mathbf{1})$$

L = Longitud de la tubería

T = Tiempo de recorrido de la onda

C = Velocidad de la onda de presión

$$\boldsymbol{C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K * \frac{D}{e}}}} \quad (\boldsymbol{m/s}) \quad \ldots (\mathbf{2})$$

Donde:

K = 4.4 para hierro fundido

K = 18 para el plástico

K = 0.5 para el acero

Reemplazando en (2)

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 4.4 * \frac{1.3}{0.016}}} = 1049.84\ m/s$$

Reemplazando en (1) tenemos que el tiempo critico será:

$$T = 1.11\ seg$$

La sobrepresión producida por el golpe de ariete en el caso de cierre no instantáneo esta dado por la fórmula de MICHAUD para cierre lento.

Consideración:

tv < T Maniobra no recomendable

tv = T Maniobra critica

tv > T Maniobra lenta, recomendable

$$\boldsymbol{\Delta h_{max} = \pm\left(\frac{C * V}{g * \theta}\right)} \ (\boldsymbol{m}) \quad \ldots (\mathbf{3})$$

El tiempo relativo de maniobra es:

$$\boldsymbol{\theta} = \frac{\boldsymbol{Tv}}{\boldsymbol{T}} = \frac{8}{1.06} = 9.42\ seg.$$

Dónde:

V = Velocidad el agua en la tubería m/s

g = Gravedad 9.81 m/s^2

θ = Tiempo relativo de maniobra

Tv = Tiempo de cierre de válvulas (8seg. tiempo dado por el fabricante)

Reemplazando en (3) el golpe de ariete será:

$$\Delta h_{max} = \pm\left(\frac{1049.84 * 3.98}{9.81 * 9.42}\right) = 47m$$

5.8. DISEÑO Y CALCULO DE APOYOS Y ANCLAJES

La tubería de presión a cielo abierto en su perfil se adapta a las condiciones del terreno con la pendiente respectiva, en su trayecto para sostenerse se soporta en estructuras de concreto llamadas apoyos, en lugares donde se requiere variar la pendiente la tubería tiene su respectivo codo sujeto a un anclaje que se encargara de absorber los esfuerzos que se derivan por variación de pendiente.

Los apoyos.- del conducto forzado consisten en bloques de concreto que admiten pequeños desplazamientos del tubo en dirección longitudinal y en caso que haya fuerzas verticales insignificantes, se les absorbe mediante cintas de fijación ancladas en el zócalo.

Los anclajes.- son bloques de concreto que impiden el movimiento de la tubería. Pueden ser de tipo abierto cuando solo está sujeto por piezas de acero y también lo hay macizos, cuando el concreto cubre totalmente la tubería embebida dentro del bloque Los anclajes sujetan la tubería al perfil topográfico del terreno y permiten variar la pendiente horizontal y/o vertical.

5.8.1. CALCULO DE APOYOS

A.- DATOS DE DISEÑO:

D =	1.3	m	Diámetro interno de tubería
e =	0.0160	m	Espesor de tubería
De =	1.3320	m	Diámetro externo
σad =	2.60E+04	kgf/m2	Capacidad portante del terreno
Θ1 =	5.20	°	Pendiente media del terreno.

A.1.- Fuerza del peso del agua y tubería

$$\boldsymbol{p = \gamma t * \pi * e * (D + e) + \gamma a * \pi * \frac{D^2}{4} \quad (kgf/m)}$$

$$p = 7850 * 3.14 * 0.016 * (1.3 + 0.016) + 1000 * 3.14 * \frac{1.30^2}{4} (kg/m)$$

Dónde:

γ = Peso específico del agua = 1000 kg/m3

γt = Peso específico de la tubería = 7850 kg/m3

$$F = 1846.6 \frac{kgf}{m} = 1.78 \frac{tf}{m}$$

A.2.- Verificación de la separación de los apoyos (Ls):

En el diseño de la tubería se asumió la separación de los apoyos Ls = 10m

La longitud entre apoyos viene dada por la expresión:

$$\boldsymbol{Ls = 182.61 * \sqrt[3]{\frac{(D + 2 * e)^4 - D^4}{P}} \quad (m)}$$

$Ls = 9.87\ m \backsimeq 10.0\ m$ OK.

A.3.- Pre dimensionado de apoyos

A=1.2*D = 1.60 m

B = 1.5*D = 1.95 m

C = B = 1.95 m

J = A+0.5*tanΘ = 1.60 m

F = A-0.5*C*tanΘ = 1.50 m

Emin = 0.25*D = 0.325 m

B.- CÁLCULOS DE ESFUERZOS

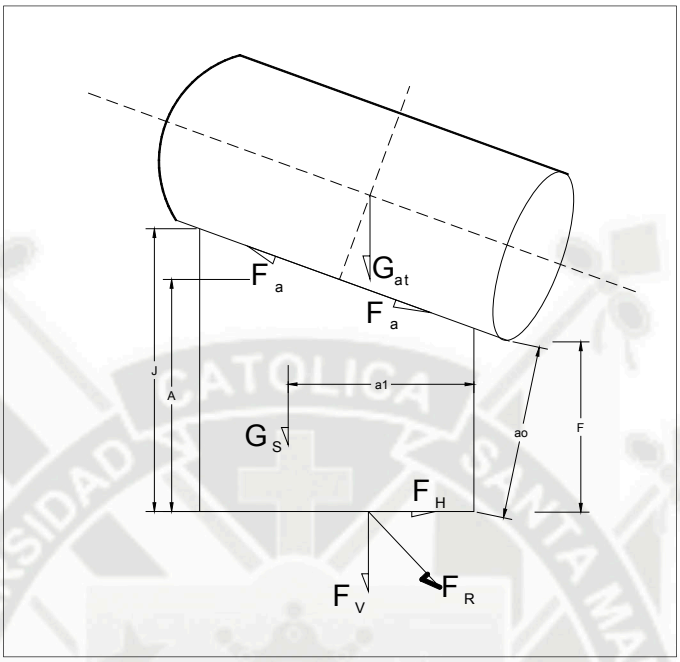


Fig. 5.73 *Dimensiones de apoyo*
Fuente: *Elaboración propia*

B.1.- Cálculo de esfuerzos debido al peso de la tubería y del agua (Gat)

Gat = Ga + Gt … (1)

- $\boldsymbol{Ga = \gamma a * \left(\frac{\pi * D^2}{4}\right) * Ls}$

$Ga = 1000 * \left(\frac{\pi * 1.30^2}{4}\right) * 10$

$Ga = 13273\ Kgf$

- $\boldsymbol{Gt = \gamma t * \pi * e * (D + e) * Ls}$

$Gt = \gamma t * \pi * e * (D + e) * Ls$

$Gt = 7850 * 3.14 * 0.016 * (1.30 + 0.016) * 10$

$Gt = 1298\ kgf$

Reemplazando en (1):

Gat = 14571 Kgf

B.2.- Fuerza por el peso del apoyo (Gs)

$$\boldsymbol{Gs = \gamma s * Vs} \quad \ldots (2)$$

Vs = Volumen del apoyo

γs = Peso especifico del concreto 2400 kgf/m3

El volumen del apoyo será:

$$Vs = F.B.C + \frac{(J - 0.5.C * tan(\theta 1)}{2}.C.B.\frac{C.De}{4.cos(\theta 1)}\left(B - \frac{\pi.De}{180}arctan\left(\frac{B}{D}\right)\right) \quad (m^3)$$

Dónde:

C =	***1.95***	***m***
B =	*1.95*	*m*
F =	*1.5*	*m*
J =	*1.6*	*m*
D =	*1.3*	*m*
e =	*0.0160*	*m*
Θ1 =	*5.2*	*°*
De =	*1.33*	*m*

Reemplazando el volumen del apoyo será:

Vs = 9.00 m3

Reemplazando en (2), Gs, será:

$$\boldsymbol{Gs = 2400 * 9.0}$$

$$Gs = 21588\ Kgf = 21.6\ Tnf$$

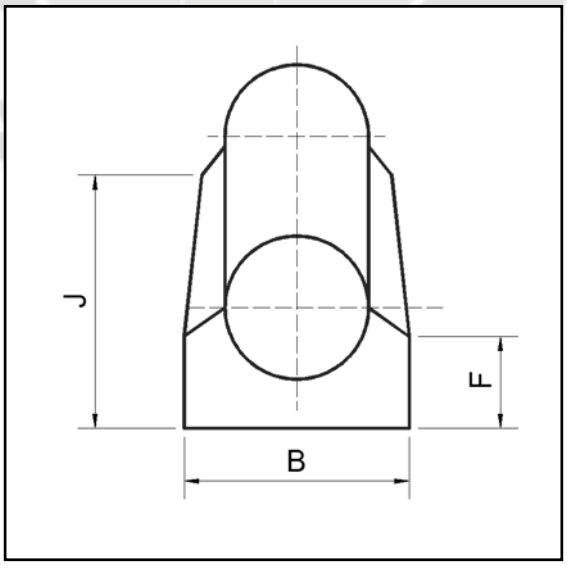


Fig. 5.74 *Dimensiones de apoyo (vista frontal)*

B.3.- Fuerza por fricción entre la tubería y el apoyo (Fa).-

$$Fa' = \mu * Gat * cos\theta_1 \quad (kgf)$$

Dónde:

Gat = 14571 kgf.

Θ1 = 5.20°

μ = coeficiente de fricción entre la tubería y el apoyo.

Cuadro 5.15 Coeficientes de Rozamiento Tubería / Apoyo

Coeficiente de rozamiento	μ
Acero sobre hormigón con capa intermedia de cartón asfaltado	0.4
Acero sobre hormigón o mampostería de piedra	0.45-0.50
Acero sobre acero	0.30-0.50
Acero sobre acero con lubricante de grafito	0.2
Acero sobre acero con lubricante solido	0.12-0.10
Apoyos con cojinetes de rodillos o soportes basculantes	0.05-0.10

Fuente: *Diseño de Pequeñas Centrales, Ramiro Ortiz.*

Reemplazando:

$$Fa' = 5804 \ kgf$$

B.4.- El apoyo ofrece una resistencia al deslizamiento de la tubería y es mayor que la fuerza de fricción, la cual se toma igual a:

$$\boldsymbol{Fa = 1.1Fa'} \quad (\boldsymbol{kgf})$$

$$Fa = 1.1 * 5804$$

$$Fa = 6385 \ Kgf$$

B.5.- Fuerza de fricción entre el apoyo y el suelo

$$\boldsymbol{Fab = \varphi * \sum Fv} \quad (\boldsymbol{kgf})$$

$$\boldsymbol{Fab = \varphi * (Gs + Gat + Fa * sen\theta_1)} \quad (\boldsymbol{kgf})$$

φ = Coeficiente de fricción entre el apoyo y el terreno: 0.35

$$Fab = 0.35 * (21588 + 14571 + 6385 * sen5.2 \quad (kgf)$$

$$Fab = 12858 \ kgf$$

C.- CHEQUEO DE ESTABILIDAD DE APOYOS

Las condiciones de estabilidad que debe satisfacer el apoyo para evitar que se corra o voltee son las siguientes:

- La resultante de todas las fuerzas debe pasar dentro del tercio medio de la base para evitar el volteo.
- Las fuerzas de fricción entre el bloque y el suelo deben ser superiores al empuje horizontal para evitar el deslizamiento.
- La presión transmitida por el bloque al suelo debe ser menor que la capacidad portante de este para evitar que se entierre.

C.1.- Estabilidad al vuelco.-

Esta se garantiza si las resultantes de las fuerzas pasan por un tercio de la base del apoyo.

$$\boldsymbol{G_s * a_s + G_{at} * a_{at} - F_a * a_a = \sum Fv(0.5 * C - e_x)} \ldots . \boldsymbol{(3)}$$

Dónde:

a_s = Centro de gravedad del apoyo

a_{at} =Distancia entre punto O y la fuerza ejercida por el peso del agua

a_a = Distancia entre el punto O y la fuerza ejercida por la fricción de la tubería y el apoyo

e_x = Distancia a la cual debe pasar la suma de los esfuerzos verticales para que el apoyo no se voltee.

Para ecuaciones para cada caso son:

$$\boldsymbol{a_s = \frac{C}{14.4 * D} * (7.2 * D - C * tg(\theta_1)}$$

$$\boldsymbol{a_{at} = 0.5 * (C - D * sen\theta_1)}$$

$$\boldsymbol{a_a = (1.2 * D - 0.5 * C * tg\theta_1) * cos\theta_1}$$

Reemplazando se obtiene:

a_s = 0.957 m

a_{at} = 0.916 m

a_a = 1.465 m

Despejando en (3) se tiene que e_x será:

$$e_x = \frac{\sum Fv * 0.5 * C - G_s * a_s - G_{at} * a_{at} + F_a * a_a}{\sum Fv}$$

Dónde:

Gat = 14571 Kg

Fa = 6385 kg

Gs = 21588 kg

C = 1.95 m

$\sum Fv = G_s + G_{at} + F_a * sen\theta_1$

$\sum Fv = 36738$

$e_x = 0.3042\ m$

Se hallan las fuerzas horizontales y verticales

$$\sum Fv = Gs + Gat + Fa * sen\theta_1 \qquad (kgf)$$

$\sum Fv = 36738\ Kgf$

$$\sum Fh = Fa * cos\theta_1 \qquad (kgf)$$

$\sum Fh = 6359\ \ kgf$

Se deberá cumplir la condición:

$$e_x \leq C/6$$

$0.3042 \leq 1.95/6$

$0.3042 \leq 0.325$ **OK.**

C.2.- Verificación al deslizamiento.-

Para evitar el deslizamiento la fuerza de fricción debe ser menor que el empuje horizontal.

$$\sum F_H < F_{ab}$$

Aplicando un factor de seguridad **K=1.5** se verifica que:

$$\frac{F_{ab}}{\sum F_H} \geq K$$

$$\frac{12858}{6359} \geq K$$

$2.02 \geq K$ **OK**.

C.3.- Verificación al esfuerzo admisible.-

La capacidad portante del terreno debe evitar que la presión transmitida por el apoyo tienda a enterrarlo, por tanto la presión transmitida por el bloque al suelo debe ser menor que la capacidad portante de este para evitar que se entierre.

Se deberá cumplir las siguientes condiciones:

$$\boldsymbol{\sigma_c \leq \sigma_{ad}}$$

$$\boldsymbol{\sigma_t} > 0$$

$\sigma_c =$ Tensión de compresión transmitida por el apoyo

$\sigma_{ad} =$ Capacidad portante del terreno

$\sigma_t =$ Tensión de tracción.

$$\boldsymbol{\sigma_c = \frac{\sum Fv}{B * C} * \left(1 + \frac{6 * e_x}{C}\right) \quad (kgf/m^2)}$$

Dónde:

∑Fv = 36738 Kgf

B = 1.95 m

C = 1.95 m

Ex = 0.304 m

$$\sigma_c = 18706\ Kgf/m2$$

Verificando la primera condición:

$$\boldsymbol{\sigma_c \leq \sigma_{ad}}$$

$$\boldsymbol{18706 \quad \leq \quad 26000 \quad OK.}$$

Verificando la segunda condición:

$$\boldsymbol{\sigma_t} > 0$$

Donde la tensión de tracción será:

$$\boldsymbol{\sigma_t = \frac{\sum Fv}{B * C} * \left(1 - \frac{6 * e_x}{C}\right) > 0 \quad (kgf/m^2)}$$

∑Fv = 36738 Kgf

B = 1.95

C = 1.95

Ex = 0.304

$$\boldsymbol{\sigma_t = 617.30 \frac{kgf}{m2}} >>> 0 \quad \textbf{OK.}$$

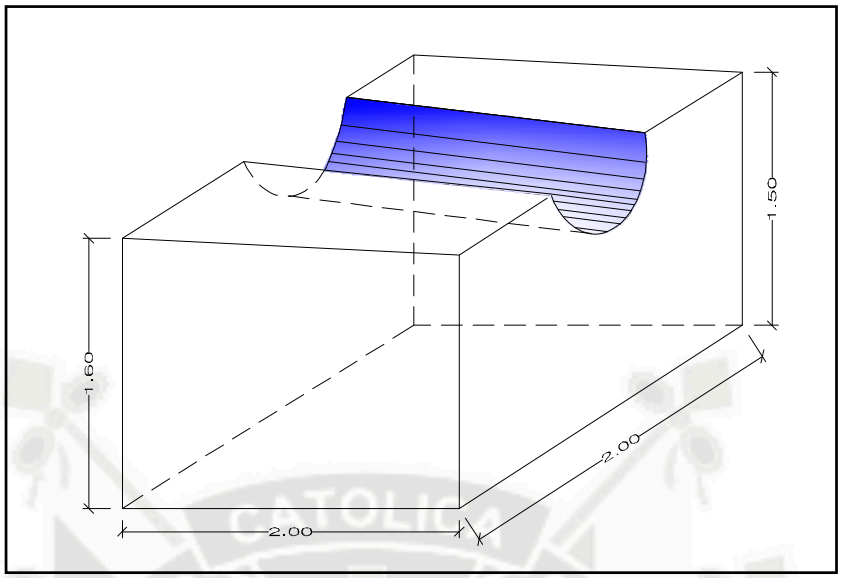


Fig. 5.75 *Dimensiones finales de apoyo*

5.8.2. DISEÑO Y CALCULO DE ANCLAJES

Para el dimensionamiento de anclajes tomaremos en cuenta dos tipos de estructuras, anclajes hacia adentro y anclajes hacia afuera, los primeros son aquellos en los que el ángulo (ß), aguas abajo del anclaje, es mucho menor que el ángulo (∝), aguas arriba del anclaje, mientras que los anclajes hacia afuera son aquellos en los que los que la pendiente de la tubería aguas abajo del anclaje es mayor que la pendiente aguas arriba.

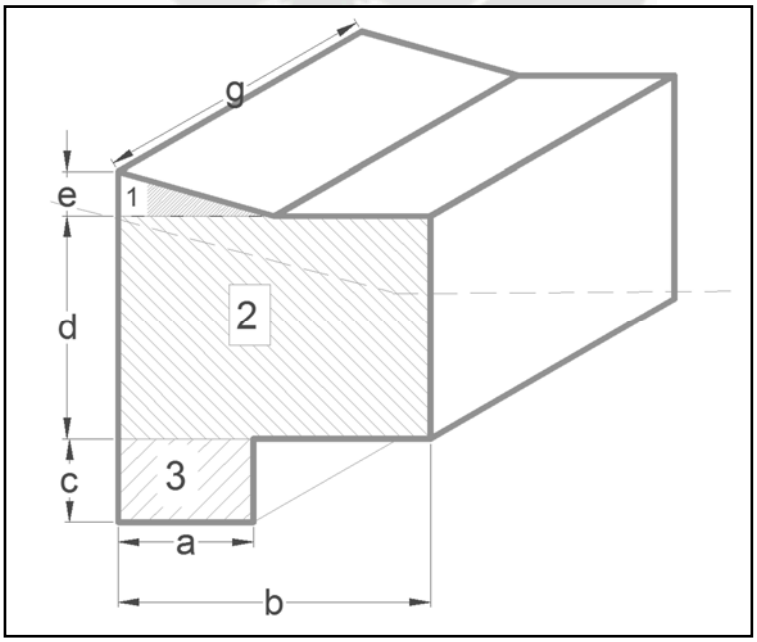


Fig. 5.76 *Anclaje hacia adentro.*

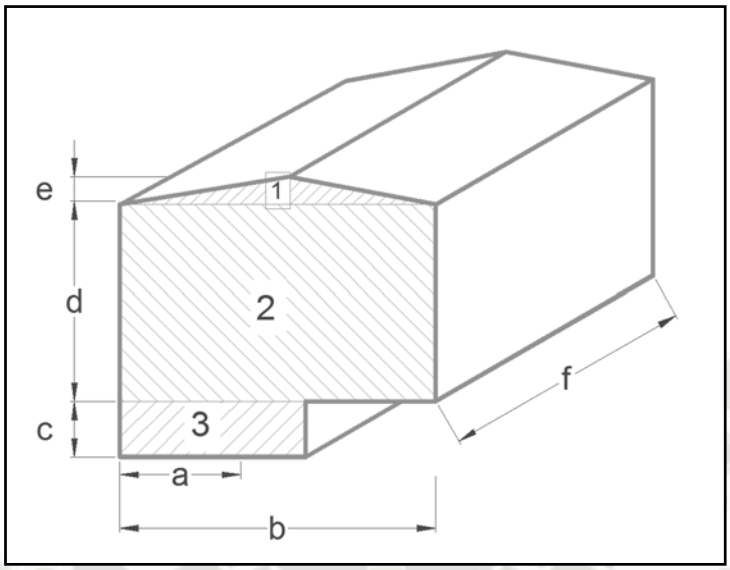


Fig. 5.77 *Anclaje hacia afuera.*

De acuerdo al perfil de la tubería se diseñara el anclaje N° 2, que esta antes del ingreso a la casa de maquinas, el tipo den anclaje es “hacia adentro”, el resto de anclajes serán “hacia afuera”, de acuerdo a la topografía del terreno. No se ha considerado juntas de dilatación en toda la extensión de la tubería.

DATOS DE DISEÑO

Datos conocidos:

H =	55.00	m	Altura de diseño
Q =	5.28	m3/s	Caudal de diseño
Di =	1.30	m	Diámetro interno de tubería
t =	16.00	mm	Espesor de tubería
De =	1.33	m	Diámetro externo de tubería
∝ =	5.20	°c	Angulo aguas arriba
ß =	0	°c	Angulo aguas abajo
Wt =	487.07	Kgf/m	Peso de tubería por metro
Wa =	1327.32	Kgf/m	Peso de agua por metro
L1 =	5.00	m	Distancia media entre apoyos
L4 =	61.0	m	Longitud de tubería por tramo
μ =	0.50	-	Coef.de rozamiento suelo/C°

Datos de fabricante:

∆t =	**10**	**°C**	**Variación de la temperatura**
a =	1.2E-5	°C	Coef. de dilatación lineal
E =	2.14E+4	kgf/cm2	Modulo de elasticidad acero
ɣt =	7860	kgf/m3	Peso especifico acero
ɣa =	1000	kgf/m3	Peso del agua

A.- Componente del peso de la tubería con agua perpendicular a ella (F1):

$$\mathbf{F_1 = (Wt + Wa) * L1 * COS} \propto$$

$$F_1 = (487.07 + 1327.32) * 5 * \cos(16.5)$$

$$F_1 = 8698.37 \text{ Kgf.}$$

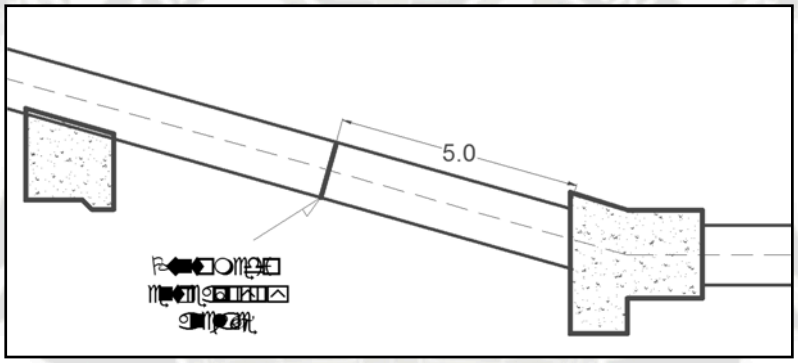


Fig. 5.78 *Distancia entre apoyos.*

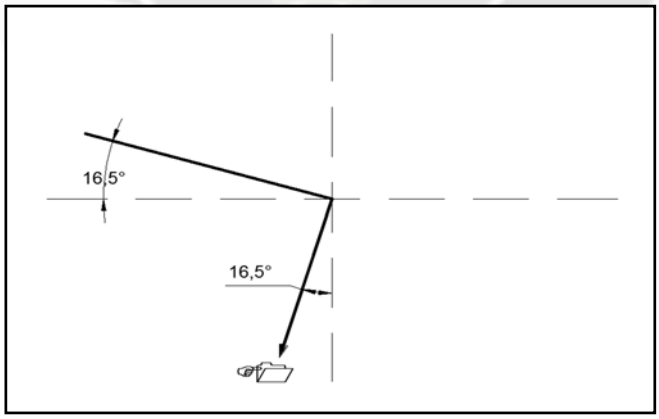


Fig. 15.79 *Diagrama de fuerzas por peso tubería con agua*

D.- Fuerza de fricción entre tubería y apoyos (F2)

$$\mathbf{F_2 = \mu(Wt + Wa) * L2 * COS} \propto$$

$\mathbf{F_2 = 0}$**,** debido a que no existe junta.

B.- Fuerza en los cambios de dirección debido a la presión hidrostática (F3)

$$\mathbf{F_3 = 1.6 * 10^3 * H * D^2 * sen\frac{(\beta-\alpha)}{2}}$$

$$F_3 = 1.6 * 10^3 * 55 * 1.3^2 * \text{sen}\frac{(0-16.5)}{2}$$

$$F_3 = 21340.22 \text{ Kgf}$$

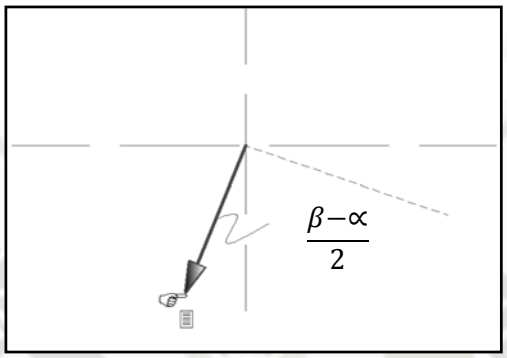


Fig. 5.80 *Diagrama de fuerzas por presión hidrostática.*

C.- Componente del peso de la tubería paralela a ella (F4).-

$$\mathbf{F_4 = W_t * L_4 * sen\alpha}$$

$$F_4 = 487.1 * 61 * \text{sen}(16.5)$$

$$F_4 = 8438.42 \text{ Kgf}$$

D.- Fuerza debida a cambios de temperatura en la tubería (F5)

$$\mathbf{F_5 = 31 * D * t * E * a * \Delta t}$$

$$F_5 = 31 * 1.30 * 0.016 * 2.14E+04 * 1.2E-05 * 10$$

$$F_5 = 1656.93 \text{ Kgf}$$

E.- Fuerza de fricción en la junta de dilatación (F6)

$$\mathbf{F_6 = 31 * D * C}$$

$F_6 = 0$, debido a que no existe junta

F.- Fuerza debido a la presión hidrostática que trata de separar en dos las juntas de expansión (F7)

$$\mathbf{F_7 = 3.1 * H * D * t}$$

$F_7 = 0$, debido a que no existe junta.

F.- Fuerza debida al cambio de dirección de la cantidad de movimiento

(F8) $\mathbf{F_8 = 250 * \frac{Q^2}{H} * sen\frac{(\beta-\alpha)}{2}}$

$$F_8 = 250 * \frac{5.28^2}{55} * \text{sen}\frac{(0-16.5)}{2}$$

$$F_8 = 591.77 \text{ Kgf}$$

CUADRO 5.16. *Resumen de Fuerzas Actuantes*

F1 =	**8698.37**	**kgf**
F2 =	0.00	kgf
F3 =	21340.22	kgf
F4 =	8438.42	kgf
F5 =	1656.93	kgf
F6 =	0.00	kgf
F7 =	0.00	kgf
F8 =	591.77	kgf
F9 =	0.00	kgf

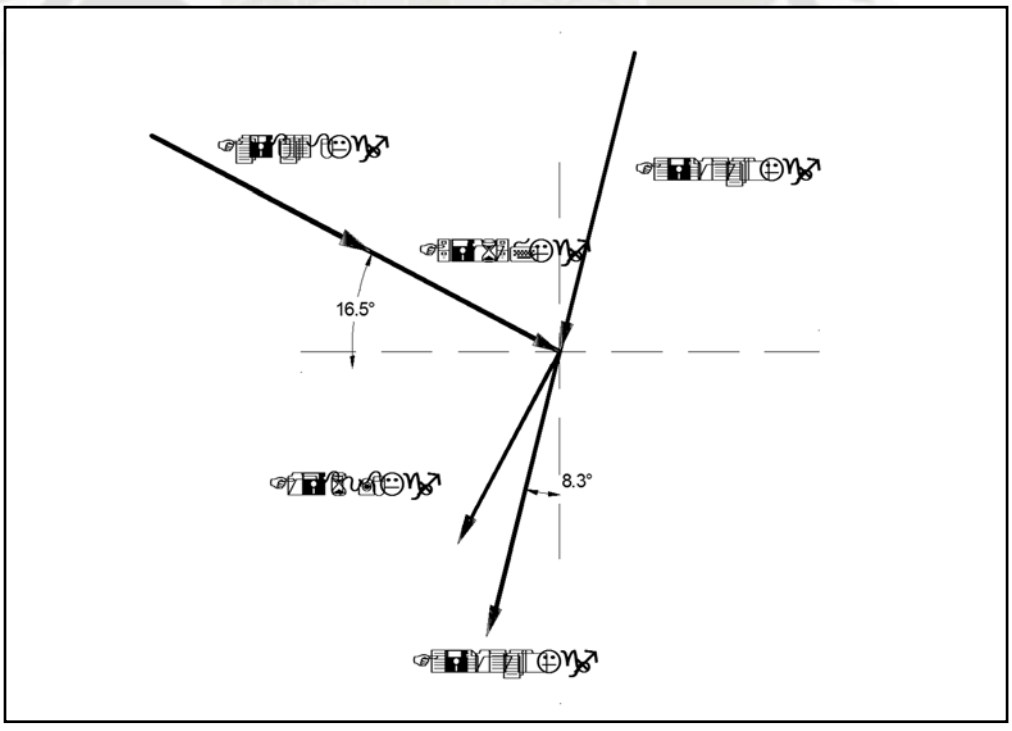


Fig. 5.81 *Diagrama de fuerzas actuantes sobre el bloque.*

CALCULO DE CENTRO DE GRAVEDAD DEL ANCLAJE MÉTODO DE LAS AREAS

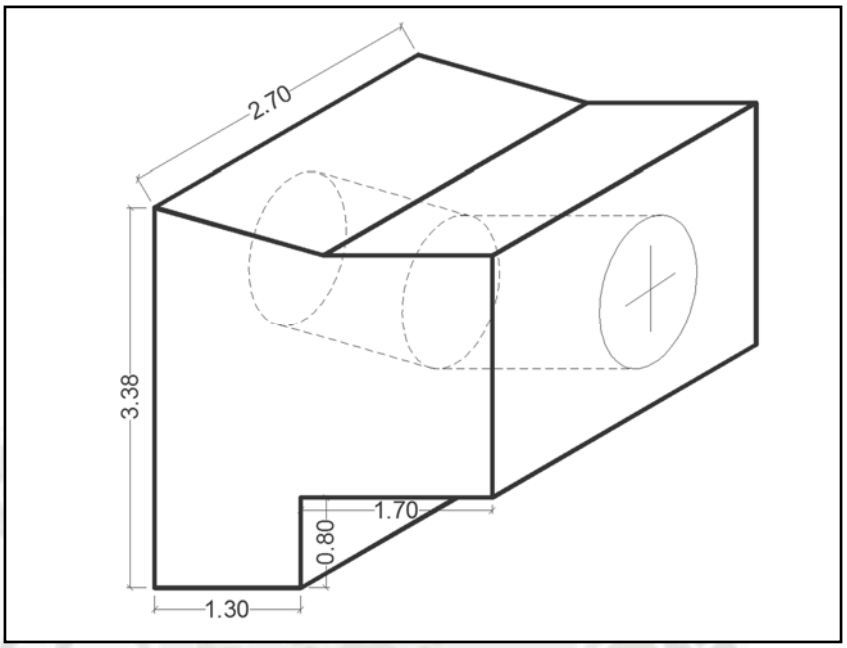


Fig. 5.82 *Medidas finales del anclaje*

CUADRO 5.17. *Dimensiones Propuestas para el Bloque*

Dimensiones del bloque	
a =	1.30 m
b =	3.00 m
c =	0.80 m
d =	2.00 m
e =	0.40 m
f =	0.50 m
g =	2.00 m

CUADRO 5.18. *Ubicación del Centro de Gravedad*

Nº	AREAS (m2)	VOLUMEN (m3)	PESOS (kg)	Xg (m)	Yg (m)
1	0.11	0.20	439.88	0.17	2.15
2	6.00	12.00	27600.00	1.50	1.80
3	1.04	2.08	4784.00	0.65	0.40
TOTAL	**4.61**	**14.28**	**W= 32844.00**		

El centro de Gravedad estará dado por:

Xg = (A1*Xg1)+ (A2*Xg2)+(A3*Xg3) / ∑At

Xg = 1.36 m

Xg = (A1*Yg1)+ (A2*Yg2)+(A3*Yg3) / ∑At

Xg = 1.61 m

CALCULO DE LA ESTABILIDAD DEL ANCLAJE CUANDO LA TUBERIA SE DILATA

Calculo de ∑Fx

∑Fx = - F1*sen16.5 – (F3+F8)*sen8.3+ (F4+F5)*cos16.5

∑Fx = 8767.53 Kgf

Calculo de ∑Fy

∑Fy= -F1*Cos16.5- (F3+F8)*Cos8.3-(F5+F4)*Sen16.5-W

∑Fy= -63359.79 Kgf

- Verificamos la primera condición de equilibrio:

  ∑Fx < μ∑Fy

  Donde:

  μ : Coeficiente de fricción entre concreto y suelo μ=0.5

  8767.53 **<** 0.5*-63359.79

  8767.53 **<** 31679.89 **OK.**

- **Se verifica la segunda condición de equilibrio**

  Se calcula la suma de momentos tomando el punto de origen O

  ∑Mo = ∑Fx*(C+D/2) + ∑Fy*A + W*Xg – Ry*X = 0

  100038.34 Kgf-m = Ry*X…. (1)

Para resolver la distancia a la que actúa la reacción: ∑Fy = 0

Ry = ∑Fy + W ….(2)

Hallando ∑ Fy sera:

∑ Fy = 63359.79 – 32844 = 30515.79 Kgf

(2) → Ry = 30515.79 + 32844 = 63359.79 kfg

Reemplazando en (1) y despejando "X":

(1) → X = 1.58 m

- Se verifica que esfuerzo en la base sea menor que el esfuerzo que ofrece el terreno.

S base < S adm

S base = Ry/A * (1+/- 6 e/b) …(3)

Donde:

e = X-b/2 =1.58 – 3.00 /2 = 0.08 m

Entonces el Sbmáx será:

A = 300*200 = 60000 cm2

(3) → Sbmax= (63359/60000) * (1+6*(0.08/3.00)
=1.22 Kgf/cm2

→ Sbmin = (63359/60000) * (1-6*(0.08/3.00)
=0.89 Kgf/cm2

Verificando:

Sadm = 2.6 Kg/cm2 (capacidad portante del terreno)

Sbmax = 1.22 Kgf /cm2

1.22 Kg/cm2 < 2.6 Kg/cm2 **OK**

CAPITULO VI

EQUIPO ELECTROMECÁNICO

6.1 GENERALIDADES

Se describirá las componentes electromecánicas que intervienen en la Pequeña Central Hidroeléctrica así como los criterios usados para su selección también el dimensionamiento hidráulico del equipamiento basado en la hidrología de la cuenca y en la topografía de la zona.

De acuerdo a la evaluación hídrica de la cuenca del río Velille, Se ha podido concluir que existe un caudal suficiente que se puede aprovechar para generar la energía requerida.

Tomando en cuenta los parámetros de diseño como la altura neta y el caudal aprovechable, obtenernos que para una velocidad especifica en la turbina de 200 – 300 Ns, una turbina Francis Veloz, es la más adecuada. También se opta por dos grupos hidráulicos para una mejor operación y mantenimiento de la planta.

6.2 PARTES DE UNA TURBINA HIDRÁULICA

La turbina es el equipo en el cual se transforma la energía hidráulica en mecánica, esta acoplada directamente con el generador y en conjunto atienden la demanda de energía eléctrica.

6.2.1 EL DISTRIBUIDOR

Es un elemento estático que no posee velocidad angular y en él no se produce el trabajo mecánico. Sus funciones son:

- Acelerar el flujo al transformar total o parcialmente la energía potencial del agua y energía de presión.
- Dirigir el agua hacia el rodete, siguiendo una dirección adecuada.
- Actuar como un órgano regulador de caudal.

6.2.2 EL RODETE

Llamado también rotor de rueda, este elemento es órgano fundamental de las turbinas hidráulicas. Consta, en esencia, de un disco provisto de un sistema de álabes paletas o cuchara, el cual está animado por cierta velocidad angular.

La transformación de la energía hidráulica del salto de energía mecánica se produce en el rodete, mediante la aceleración y desviación, o por la simple desviación del flujo del agua a su paso por los alabes.

6.2.3 OTROS ELEMENTOS

El tubo de aspiracion, tambien denominad difusor o tubo de desfogue, consiste en una coduccion en forma de sifon que une la turbina con el canal de descarga. Tiene como funcion recuperar al amximo de energia cinetica del agua a la salida del rodete.

A la salida del rodete se obtiene una presion menor que la atmosferica y por lo tanto un gradiente de presion dinamico mayor a través del rodete.
El eje de un grupo tiene ciertas peculiaridades cuando se encuentra instalado en posición vertical. Por medio del eje de turbina, al estar rígidamente unido mediante acoplamiento al eje del alternador, se transmite al rotor de éste el movimiento de rotación necesario. Ahora bien, en este tipo de turbinas, es en la zona de eje correspondiente al alternador donde se suele disponer el medio para soportar todo el peso del conjunto, formado por ejes, rotor, rodete y empuje del agua sobre los álabes de este último. Tal medio, es el denominado cojinete de empuje, del cual nos ocuparemos oportunamente.

Además del cojinete de empuje, el eje completo del grupo, dispone de hasta tres cojinetes guías. Dos de ellos están situados en la zona del alternador, y un tercero en la zona de turbina, al cual nos referiremos en breve.
En determinados grupos, y por características constructivas de los mismos referidas a condiciones de peso y sustentación, o aireación del rodete, el eje es hueco en su totalidad.

Equipo de sellado de eje.- Como su nombre indica, está destinado a sellar, en definitiva, a cerrar e impedir el paso de agua que pudiera fluir desde el rodete hacia el exterior de la turbina, por el espacio existente entre la tapa de la misma y el eje.
En esencia consta de una serie de aros formados por juntas, bien de carbón, de material sintético o grafitadas, etc., presionadas, sobre un casquillo o collarín solidario con el eje, por medio de muelles de acero inoxidable o servomecanismos convenientemente distribuidos alrededor de la periferia del

mismo. Se conoce como junta del eje o junta de carbones. Según sean las características constructivas de cada turbina, la junta puede estar diseñada para trabajar radial o axialmente.

Una serie de aros concéntricos, radial o axialmente, alternos entre la parte giratoria y fija, contribuyen eficazmente al cierre hidráulico. Constituyen los denominados laberintos, que también se suelen disponer en zonas de llanta y núcleo del rodete.

Cojinete guía Está situado lo más cerca posible del rodete, sobre la tapa superior de turbina, inmediatamente por encima del cierre estanco o sellado del eje.

Consta de un anillo dividido radialmente en dos mitades o bien de una serie de segmentos, que asientan con perfecto ajuste sobre el eje. Las superficies en contacto con éste, están recubiertas de metal blanco, antifricción (aleación a base de estaño, antimonio, cobre, plomo, cadmio, etc., en distintos porcentajes), y suelen tener tallados, vertical o diagonalmente, unos canales sobre la superficie de contacto con el eje, para favorecer la circulación de aceite y así lograr su auto-lubricación.

Al objeto de que no se produzcan temperaturas anormales en la zona de fricción con el eje, el aceite, alojado en una **cuba** que rodea al cojinete, es refrigerado convenientemente mediante agua, tomada normalmente de los colectores pertenecientes al sistema general de refrigeración de los distintos equipos de la central. El enfriamiento del aceite también se logra por medio de aire.

Cojinete de empuje.- Este elemento, conocido también como soporte de suspensión, pivote, rangua o quicio, característico y necesario en todos tos grupos de eje vertical, hemos de considerado como un componente propio de dichos grupos en sí y no de las turbinas hidráulicas que responden a tales condiciones de instalación.
Su situación, respecto al eje del grupo, varía según los tipos de turbinas. Así, en el caso de grupos accionados por turbinas Pelton o Francis, dicho cojinete suele encontrarse por encima del rotor del alternador, mientras que, en el caso de turbinas Kaplan, puede estar localizado por debajo del mismo.

6.3 CLASIFICACIÓN DE LAS TURBINAS HIDRÁULICAS

6.3.1 SEGÚN LA VARIACIÓN DE LA PRESIÓN ESTÁTICA A TRAVÉS DEL RODETE

A. **TURBINAS A ACCIÓN**

- Se entiende como tales, las turbinas en las que el sentido de la proyección del chorro de agua y el sentido de giro del rodete coinciden, en el punto de empuje o choque del agua sobre los álabes del mismo.

- En el rodete, la velocidad de salida del agua es prácticamente igual a la de entrada, por lo que, al no ser apreciables las pérdidas de carga, la potencia transmitida a éste es función exclusivamente de la energía potencial o, lo que es lo mismo, del salto existente. Por consiguiente, se deduce que la energía cinética, originada por el desplazamiento del agua, es cedida íntegramente al rodete.

- A esta clase de turbinas pertenecen las turbinas Pelton, como ya se indicó en el apartado correspondiente.

B. **TURBINAS DE REACCIÓN**

- Son aquellas en las que el fluido de trabajo si sufre un cambio de presión importante en su paso a través de rodete.

- Se consideran como turbinas de reacción, aquellas en las que cada una de las láminas de fluido que se forman, después de pasar el agua a través de las palas fijas y directrices, no se proyectan hacia los álabes del rodete de manera frontal, sino que, más bien, se trata de un deslizamiento sobre los mismos, de tal modo que el sentido de giro del rodete no coincide con la dirección de entrada y salida del agua.

- El agua, en su recorrido entre los álabes del rodete cambia de dirección, velocidad y presión. Todo ello, provoca una reacción en el rodete, dando origen a la potencia producida en la turbina, cuyo valor, paradójicamente está en función de la carga perdida por el líquido en su desplazamiento. Como ejemplos de turbinas de reacción, están las Francis y Kaplan.

- Tratándose de turbinas grandes, las de reacción suelen ser de mayor rendimiento que las de acción, ocurriendo lo contrario en el caso de turbinas pequeñas. Ahora bien, estableciendo la comparación para una misma potencia e igual altura de salto, una turbina de reacción puede girar a mayor velocidad específica que una de acción, proporcionando mayor rendimiento la primera.

- Se dan definiciones y cálculos complejos, relacionados con los conceptos de acción y reacción, especialmente para este último. Así, y dependiendo del tipo de turbina, se exponen distintas teorías basadas; bien en la circulación del fluido a través de un conducto, limitado por superficies curvas con secciones de entrada y salida diferentes, caso de turbinas Francis lentas y normales; o en el desplazamiento de las alas de un avión, para turbinas Francis extrarrápidas, Kaplan y de hélice. Sobre tales teorías no vamos a profundizar, por encontrarse fuera de los objetivos establecidos, por lo que remitimos al lector a la consulta de tratados de Hidrodinámica.

6.3.2. SEGÚN LA DIRECCIÓN DE FLUJO A TRAVÉS DEL RODETE

A. **AXIALES**

- El desplazamiento del flujo en el rodete es paralelo al eje. Es axial y tangencial (giro).

- Se incluyen en esta clasificación, las turbinas en las que la dirección de la proyección de los chorros de agua, sobre los álabes del rodete es paralela al eje de rotación. Tal es el caso de las turbinas de hélice y Kaplan.

B. **RADIALES**

- El desplazamiento en el rodete es perpendicular al eje. No tiene componente axial.
- Corresponden a esta clasificación, las turbinas que reciben de forma radial, respecto al eje, la proyección de los chorros de agua que inciden sobre los álabes del rodete.

- Conviene hacer la observación de que tal proyección, puede ser centrípeta o centrífuga, según que los chorros de agua se acerquen o se alejen del eje de la turbina.

- A esta clasificación pertenecen determinados tipos de turbinas Francis de velocidad específica muy lenta, o instaladas con el eje en posición horizontal. Siempre que se trata de turbinas Francis, la proyección es centrípeta.

C. **MIXTAS**

- Tiene componente Axial, radial y tangencial.

- Reciben esta denominación, las turbinas en las que la incidencia de las masas de agua, hacia el rodete, se inicia en dirección radial, cambiando, posteriormente, a una dirección paralela al eje, como resultado del desplazamiento del fluido a través de los álabes de aquel.

- Un ejemplo claro, perteneciente a esta clasificación, lo constituyen la mayoría de las turbinas Francis de eje vertical.

6.4 TIPOS DE TURBINAS HIDRÁULICAS

6.4.1 TURBINAS DE REACCIÓN

Las turbinas de reacción son de dos tipos: Francis y Kaplan. En ellas ocurre un proceso similar, excepto que la presión es más baja, la entrada a la turbina ocurre simultáneamente por múltiples compuertas de admisión (wicket gates) dispuestas alrededor de la rueda de álabes (runner) y el trabajo se ejerce sobre todos los álabes simultáneamente para hacer girar la turbina y el generador.
Estas turbinas se caracterizan por lo siguiente:

- Están formadas por una espiral que va a alimentar al rodete.
- Se utilizan para caídas medianas.
- Tienen un distribuidor que orienta el agua hacia el rodete.
- Asemejan una bomba centrífuga.
- El agua no está a la presión atmosférica.
- Descargan a contra presión.

- Generalmente están provistas de una válvula mariposa como medida de prevención.

A. **TURBINAS FRANCIS.**

Son conocidas como turbinas de sobrepresión por ser variable la presión en las zonas del rodete, o de admisión total ya que éste se encuentra sometido a la influencia directa del agua en toda su periferia. También se conocen como turbinas **radiales-axiales** y turbinas de reacción, conceptos que se ampliarán en su momento.

El campo de aplicación es muy extenso, dado el avance tecnológico conseguido en la construcción de este tipo de turbinas. Pueden emplearse en saltos de distintas alturas dentro de una amplia gama de caudales (entre 2 y 200 m^3/s aproximadamente).

Consideraremos la siguiente clasificación, en función de la **velocidad específica** del rodete, cuyo número de revoluciones por minuto depende de las características del salto.

- Turbina Francis **lenta**. Para saltos de gran altura (alrededor de 200 m o más).
- Turbina Francis **normal**. Indicada en saltos de altura media (entre 200 y 20 m)
- Turbinas Francis **rápidas** y **extrarrápidas**. Apropiadas a saltos de pequeña altura (inferiores a 20 m).

El concepto de velocidad específica se tratará adecuadamente en el apartado.

Las turbinas Francis, son de rendimiento óptimo, pero solamente entre unos determinados márgenes (para 60 % y 100 % del caudal máximo), siendo una de las razones por la que se disponen varias unidades en cada central, al objeto de que ninguna trabaje, individualmente, por debajo de valores del 60 % de la carga total.

Al igual que las turbinas Pelton, las turbinas Francis pueden ser instaladas con el eje en posición horizontal (Fig. 6.1), o vertical (Fig. 6.2), siendo esta última disposición la más generalizada por estar ampliamente experimentada, especialmente en el caso de unidades de gran potencia. Para describirlas, nos basaremos en turbinas de eje vertical.

COMPONENTES DE UNA TURBINA FRANCIS.

La relación de componentes fundamentales, considerando como referencia, siempre que ello sea factible, el sentido de circulación del agua por la turbina, es el siguiente (Fig. 6.3):

- Cámara espiral.
- Distribuidor.
- Rodete.
- Tubo de aspiración
- Eje.
- Equipo de sellado del eje de turbina.
- Cojinete guía de turbina.
- Cojinete de empuje.

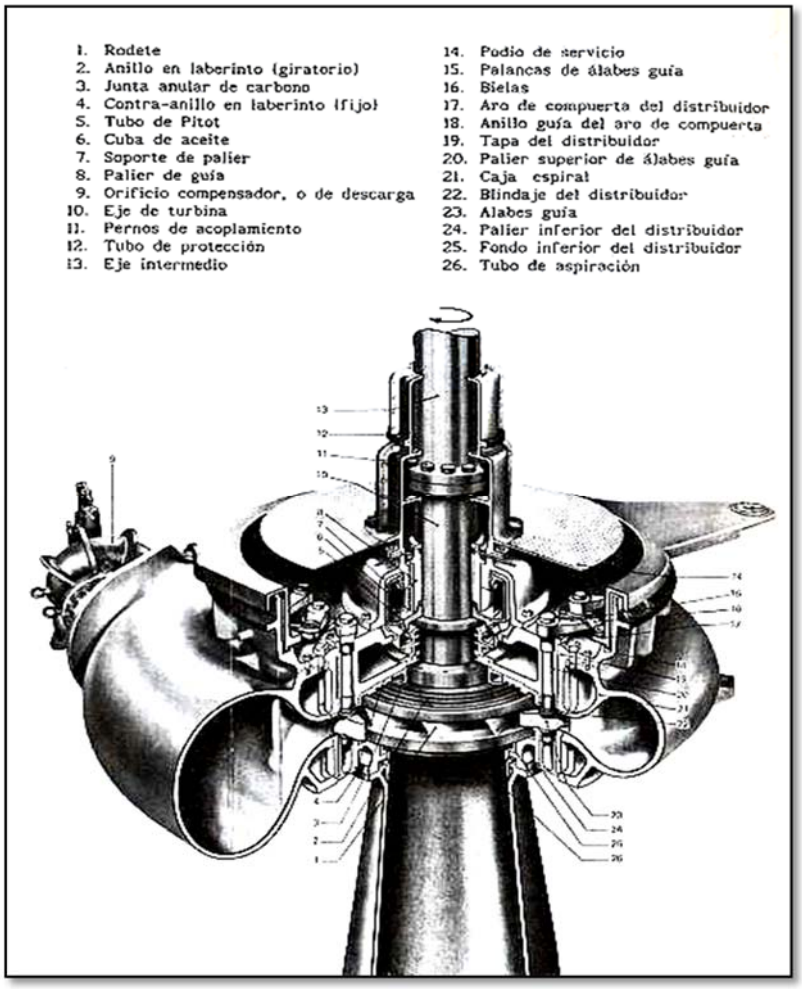


Fig. 6.3 *Esquema de una Turbina Francis*
Fuente: *"Mecánica de Fluidos Incompresibles y Turbomáquinas Hidráulicas" – Dr. José Aguera.*

6.5 OTRAS ESPECIFICACIONES ELECTROMECÁNICAS Y ACCESORIOS

6.5.1 MULTIPLICADORES DE VELOCIDAD

Cuando turbina y generador trabajan a la misma velocidad y pueden montarse coaxialmente, se recomienda el acoplamiento directo, que evita pérdidas mecánicas y minimiza el mantenimiento ulterior. El fabricante de la turbina recomendará el tipo de acoplamiento a utilizar aún cuando un acoplamiento flexible, que tolera pequeños errores de alineación, es en general preferible.

En general, sobre todo en instalaciones de baja altura de salto, los rodetes giran por debajo de 400 rpm, lo que obliga al empleo de un multiplicador para alcanzar las 1.000-.500 rpm de los alternadores estándar, solución siempre más económica que la de utilizar un alternador especial, que tendrá que ser construido bajo pedido Actualmente, los fabricantes de generadores ofrecen, a precios razonables, generadores lentos que pueden ser acoplados directamente.

6.5.2 GENERADORES.

El generador tiene como misión transformar en energía eléctrica la energía mecánica suministrada por la turbina. En un principio se utilizaban generadores de corriente continua; actualmente, salvo rarísimas excepciones, solo se utilizan alternadores trifásicos de corriente alterna.

6.5.3 EXCITATRICES

Para proporcionar excitación a un generador síncrono se hace circular una corriente continua por el circuito de los polos inductores, lo que representa entre el 0,5% al 1% de la potencia útil del generador. Aunque la tendencia es a utilizar excitatrices estáticas aún existen excitatrices rotativas.

Excitatrices rotativas de corriente continúa:

Los inducidos de la excitatriz principal y auxiliar van montados sobre el eje del generador principal Utilizando dos excitatrices en cascada se amplifica la potencia y se regula la tensión, actuando sobre un circuito de poca potencia. Excitatrices de corriente alterna sin escobillas Se utiliza un pequeño generador de corriente alterna cuyo inducido va montado en el rotor del generador principal. La corriente se rectifica mediante un rectificador estático, eliminándose el problema de mantenimiento de las escobillas. La tensión se regula mediante un equipo electrónico que actúa sobre la excitación de la excitatriz.

Excitatrices estáticas

La corriente de excitación se extrae de los terminales del generador principal, mediante un transformador. Esta corriente se rectifica mediante un equipo electrónico y se inyecta en el bobinado de excitación rotórica del generador, gracias a un sistema de escobillas y anillos rozantes. Cuando el generador arranca no hay tensión en bornes y por lo tanto no se dispone de corriente de excitación. Los magnetismos remanentes, ayudados si es necesario por una batería, permiten iniciar el funcionamiento, que se normaliza inmediatamente en cuanto la tensión en bornes alcanza un valor modesto. Estos equipos exigen menos mantenimientos, tienen buen rendimiento y la velocidad de respuesta del generador, ante las oscilaciones de tensión, es muy buena.

6.5.4 REGULACIÓN DE TENSIÓN Y SINCRONIZACIÓN.

Generadores asíncronos

Un generador asíncrono necesita, para asegurar su magnetización, tomar una cierta potencia reactiva de la red. La red es también la que marca la frecuencia, y el generador aumenta su deslizamiento a medida que aumenta la potencia suministrada por la turbina.

El generador asíncrono presenta la ventaja adicional de no necesitar excitatriz, lo que simplifica el equipo y facilita las maniobras secuenciales de arranque. Para ello se actúa sobre la admisión de la turbina, acelerándola ligeramente por encima de su velocidad de sincronismo, momento en el que un sensor de velocidad da la orden de cierre del interruptor de línea. El generador pasa rápidamente de la velocidad de hipersincronismo, a la necesaria para que se igualen los pares motor y resistente en la zona de funcionamiento estable.

Generadores síncronos

El generador síncrono se arranca en vacío, actuando sobre la admisión de la turbina para aumentar gradualmente la velocidad. El generador se sincroniza con la red igualando previamente, en la máquina y en la red, las tensiones eficaces, las frecuencias, los desfases y el sentido de rotación. Cuando el generador alcanza una velocidad próxima a sincronismo, se arranca la excitación y se regula para que la tensión entre bornes sea igual a la tensión entre barras.

En generadores acoplados a una red aislada, el regulador debe mantener un valor predeterminado de la tensión sea cual sea la carga. Si está acoplado a una

red importante, el regulador mantendrá el valor pre-ajustado de la potencia reactiva.

6.6 SELECCIÓN DE EQUIPO ELECTROMECANICO

De acuerdo al salto se opta por una turbina Francis veloz ya que esta también se acomodo a las condiciones topográficas.

Velocidad específica (n_s)	Tipo de turbina	Altura del salto (mts)
Hasta 18	Pelton con una tobera	800
18 a 25	"	800 – 400
26 a 35	"	400 – 100
26 a 35	Pelton con dos toberas	800 – 400
36 a 50	"	400 – 100
51 a 72	Pelton con cuatro toberas	400 – 100
55 a 70	Francis lentísima	400 – 200
70 a 120	Francis lenta	200 – 100
120 a 200	Francis media	100 – 50
200 a 300	Francis veloz	50 – 25
300 a 450	Francis ultra velocísima	25 – 15
400 a 500	Hélice velocísima	Hasta 15
270 a 500	Kaplan lenta	50 – 15
500 a 800	Kaplan veloz	15 – 5
800 a 1100	Kaplan velocísima	5

La potencia en los bornes del generador será de:

Altura Neta	Hn	m	54.10
Caudal de Diseño	Q	m3/s	5.30
Rendimiento Mecánico	ηm		0.88
Rendimiento del Generador	ηg		0.95
Rendimiento Turbina Generador	η		0.84
Aceleración de la gravedad	g	m/s2	9.81
Densidad del agua	ρ	kg/m3	1000.00

Potencia Generada por el recurso

$$Ni = Q * H_n * \rho * g * \eta$$

Ni = 2390638.14 Watts

Ni = 2390.64 Kw

6.7 DISEÑO DE CASA DE MAQUINAS

En un aprovechamiento hidroeléctrico, la casa de máquinas tiene como misión proteger el equipo electro-hidráulico que convierte la energía potencial del agua en electricidad, de las adversidades climatológicas. El número, tipo y potencia de las turbinas, su Disposición con respecto al canal de descarga, la altura de salto y la geomorfología del Sitio, condicionan la topología del edificio.

En el proyecto, la casa de maquinas tiene una área techada de 170 m2 que alberga que alberga los equipos siguientes:

- Compuerta o válvula de entrada a las turbinas
- Turbinas
- Multiplicadores (si se necesitan)
- Generadores
- Sistemas de control
- Equipo eléctrico
- Sistemas de protección
- Transformadores de potencia e intensidad

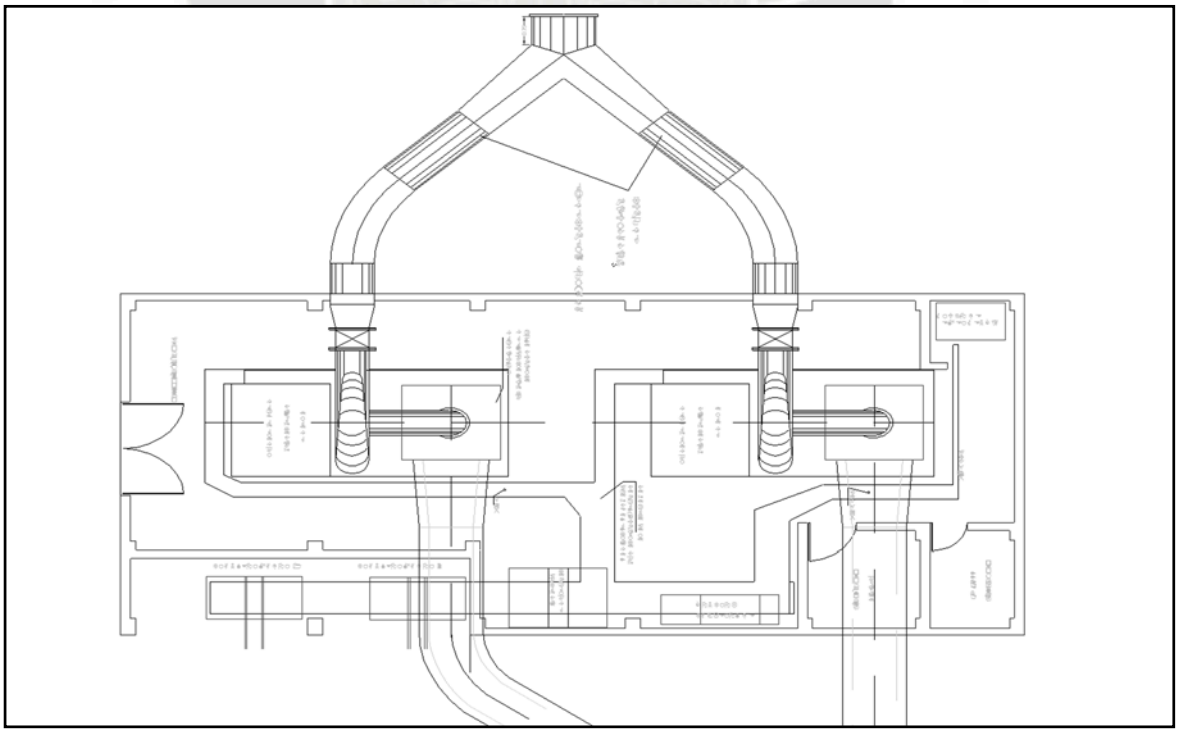


Fig. 6.3 *Distribución arquitectónica de casa de maquinas.*

Fuente: *Elaboración Propia.*

CAPITULO VII

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

7.1. OBJETIVOS

El Estudio de Impacto Ambiental está orientado a la identificación de los efectos ambientales, sociales y económicos del Proyecto de la Pequeña Central hidroeléctrica Tincoc, así como las implicancias y/o consecuencias ambientales y sociales del Proyecto. Igualmente es objetivo del Estudio determinar el Plan de Gestión Ambiental para mitigar o potenciar los impactos producidos por el Proyecto.

7.1.1. OBJETIVOS GENERALES

Identificar y evaluar los impactos ambientales producidos en las etapas de Construcción y Operación del Proyecto, en base a los cuales Implementar un plan de gestión ambiental que permita mitigar los impactos negativos del proyecto y potenciar los impactos positivos, considerando para ello las características de la zona y la situación socioeconómica y cultural de los pobladores.

7.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Prever que el riesgo ambiental no exceda los niveles o estándares tolerables de contaminación o deterioro del medio ambiente.
- Evitar que los impactos negativos afecten significativamente la calidad de vida de las personas).
- Evitar que los efectos del impacto afecten la conservación de los recursos naturales.
- Mitigar los efectos de los impactos de tal manera que se evite saturar la auto depuración del ambiente.
- Evitar que las actividades riesgosas o peligrosas terminen provocando más daños que beneficios al entorno o que tales daños afecten derechos o intereses que deben ser protegidos prioritariamente.
- Formular un plan de manejo ambiental (PMA) considerando medidas de: prevención, corrección o mitigación y monitoreo, coherentes con los programas de desarrollo agrícola y social de la zona donde se emplaza el Proyecto, así como con la normatividad de protección ambiental del país.

7.2. ALCANCES DEL ESTUDIO

7.2.1 ALCANCES GENERALES

- Descripción de las condiciones físicas, biológicas y socioeconómicas del área de influencia del Proyecto.
- Análisis de los componentes ambientales (clima, relieve, hidrología, clima, suelo, vegetación, fauna, socio-economía y rasgos culturales), con el fin de evaluar los efectos ambientales y proponer las alternativas de solución.
- Identificación de los impactos ambientales de las obras y diseño del plan de manejo ambiental (PMA).
- Identificación de las necesidades institucionales para la implementación del PMA.

7.2.2 ALCANCES ESPECÍFICOS

- Elaborar un diagnóstico ambiental y social del ámbito de estudio.
- Detallar los impactos del proyecto sobre el ambiente físico, biológico y social.
- Formular y diseñar el PMA del proyecto.
- Estimar los riesgos inducidos por las obras y establecer criterios para un Plan de Contingencias.

7.3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Se analizaran los efectos producidos durante la construcción y operación de la planta generadora de Energía Eléctrica, sobre la población asentada en el área de influencia así como a la flora y fauna, tomándose en cuenta las especies y recursos que son de importancia tanto ecológica y económica en la zona. Esto permitirá observar los cambios producidos y sus efectos en la población; como consecuencia de la implementación del Proyecto.

7.4. MARCO INSTITUCIONAL Y LEGAL DEL ESTUDIO

7.4.1. MARCO INSTITUCIONAL

A. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS

La Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada en el Perú – D. Leg. No. 757,. Leg. No. 613. Art. 50º).

El D.S. No. 053-99-EM, del 28-09-99, ha establecido que la autoridad sectorial competente en asuntos ambientales en el sector energía y minas es el Ministerio de Energía y Minas, a través de la Dirección General de Asuntos Ambientales (DGAA) (Art. 1º).

B. CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTE- CONAM

La Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades, Ley No. 26786 del 13-05-97, que modifica el artículo 51° de la Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada en el Perú.

C. INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA

De acuerdo con el Decreto Supremo No. 056-97-PCM, los EIA's de actividades que modifiquen el estado natural de los recursos naturales renovables como el agua, el suelo, la fauna y la flora y que puedan ocasionar las consecuencias que a continuación se señalan, requerirán de opinión técnica del INRENA para su aprobación:

- Alteración en el flujo y/o calidad de las aguas superficiales y subterráneas,
- Represamientos y canalización de cursos de agua,
- Remoción del suelo y de la vegetación,
- Alteración de hábitats de fauna silvestre,
- Uso del suelo para el depósito de materiales no utilizables (relaves, desechos industriales, desechos peligrosos o tóxicos),
- Desestabilización de taludes,
- Alteración de fajas marginales (ribereñas) y
- Deposición de desechos en el ambiente lentico (lagos y lagunas).

D. ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSIÓN EN ENERGÍA - OSINERG

La Ley del Organismo Supervisor de Inversión de Energía, OSINERG – Ley No. 26734 (31-12-96), establece al OSINERG como el ente encargado de fiscalizar los aspectos legales y técnicos de las actividades de hidrocarburos y energéticas en el país, así como el cumplimiento de las disposiciones legales y técnicas referidas a la conservación y protección del medio ambiente.

E. INSTITUTO NACIONAL DE CULTURA – INC

El Reglamento de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Cultura (INC) - D. S. No. 050-94-ED (11-10-94), establece al INC como el organismo que constituye la entidad gubernamental encargada de velar por el cumplimiento de la norma referente al patrimonio cultural.

F. MINISTERIO DE SALUD

El D. S. No. 261-69-AP, aprobó el Reglamento de los Títulos I, II y III de la Ley General de Aguas y ha dispuesto que ningún vertimiento de residuos sólidos, líquidos o gaseosos podrá ser efectuado en las aguas marítimas o terrestres del país sin la previa aprobación de la autoridad sanitaria (Art. 57º).

7.4.2. MARCO LEGAL

Está referido al conjunto de normas relacionadas con el uso de los recursos naturales, al marco institucional y las responsabilidades de la gestión ambiental bajo el contexto del desarrollo sostenible.

A. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERÚ 1993. ARTICULO 2 – INCISO 22

B. CÓDIGO DEL MEDIO AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES

C. DECRETO LEGISLATIVO 757

- Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada
- De la Seguridad Jurídica en la Conservación del Medio Ambiente.

D. CÓDIGO PENAL

- Delitos Contra la Ecología
- Delitos Contra los Recursos Naturales y el Medio Ambiente

E. DECRETO SUPREMO N° 056-97-PCM

Establecen casos en que la aprobación de los Estudios de Impacto Ambiental y Programas de Adecuación de Manejo Ambiental requerirán la opinión técnica de INRENA.

F. DECRETO SUPREMO N° 061-97-PCM

G. LEY DEL SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL - LEY N° 27446 DEL 23/04/2001

H. LEY DEL CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTE, CONAM - LEY N° 26410 (DIC/1994)

I. LEY GENERAL DE SALUD, LEY N° 26854 (JUL/1997)

J. LEGISLACIÓN AMBIENTAL EXISTENTE EN EL SECTOR ELÉCTRICO

K. PRINCIPALES ALCANCES DEL REGLAMENTO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL EN LAS ACTIVIDADES ELÉCTRICAS.

L. NORMATIVIDAD AMBIENTAL A NIVEL MUNICIPAL.

M. AUTORIZACIÓN DE USO DE AGUAS

N. DECRETO LEY N° 17752

"Ley General de Aguas"
De la Conservación y Preservación de las Aguas
De la Preservación

O. DECRETO LEY N° 21147

Ley forestal y de fauna silvestre"
De las unidades de conservación

P. LEGISLACIÓN SOBRE PRESERVACIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL

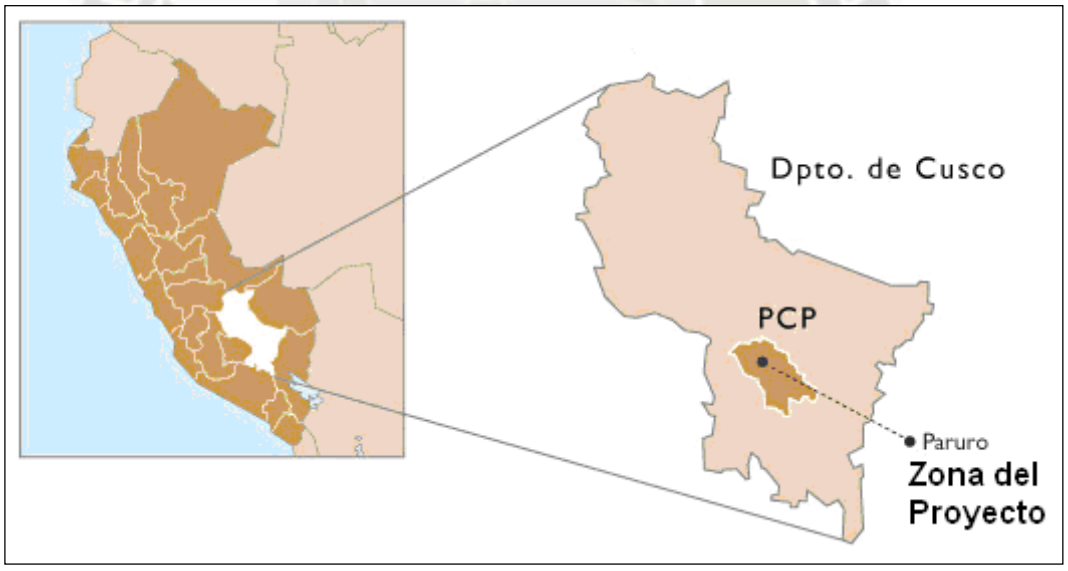
7.5. LINEA BASE AMBIENTAL

Una de las primeras actividades del Estudio de Impacto Ambiental es la elaboración de la Línea Base Ambiental del área donde se emplazará el proyecto, lo que implica conocer los componentes ambientales y sus interacciones.

IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

El área de proyecto se encuentra entre líneas de Se encuentra en la confluencia de los ríos Velille y Apurímac, zona denominada Tincoc, a una latitud de 13º 43'11.6" y una longitud de 71º53'15.5""con una altitud de 2500 m.s.n.m.en la quebrada profunda de la confluencia de los ríos Velille y Apurímac.

A continuación se presenta una descripción de la Línea Base Ambiental del área de influencia del Proyecto, cuyas características principales se pueden observar en la foto siguiente:



DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO

Características climatológicas

La precipitación, temperatura, vientos, humedad relativa, evaporación y nubosidad son algunos de los parámetros climáticos importantes que permiten la caracterización del clima. A continuación se evalúan los parámetros antes mencionados.

A. CLIMA

El clima es variado de acuerdo a los picos de altitud. En la zona de Tincoc perteneciente al valle interandino presenta un clima de transición entre el clima templado quechua y el clima frío de puna.

PRECIPITACIÓN

El régimen pluviométrico de la región es de tipo monomodal, con precipitaciones máximas durante el año entre los meses de diciembre y marzo, y precipitaciones pequeñas entre mayo a septiembre. Por lo tanto, podemos decir que destacan dos periodos: uno lluvioso y otro invernal con precipitaciones escasas. La precipitación anual estaría entre 716 mm y 86.96 mm del total de la precipitación anual, distinguiéndose dos estaciones bien diferenciadas; una de período de lluvias entre octubre y abril, y otro de período seco entre mayo y septiembre.

TEMPERATURA

La variación de la temperatura es muy significativa y aumenta con la altitud La temperatura media anual es de 19.4 oC, la temperatura media mínima es de 6.8°C, siendo el mes más frígido Julio con 0.8 °C.

B. SUELOS.

La zona del proyecto presenta una geomorfología de origen fluvial donde se observa una topografía abrupta con quebradas estrechas y fuertes pendientes en las vertientes que dan a los ríos principales Apurímac y Velille. Por estas características del relieve hay poco espacio para el desarrollo de suelos aptos para la agricultura. Los suelos principalmente tienen una capacidad de uso forestal o de protección y en menor medida para pastos. A pesar de ello el uso principal de este piso es agrícola.

C. CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LAS TIERRAS.

Clasificación de los suelos por su capacidad de uso mayor

Según ONERN, la zona de proyecto cuenta con suelos de tipo:

a) F3c- P2e.- Son suelos con aptitud forestal son de baja calidad agrológica determinado por el clima principalmente. Aquí también se encuentran aquellos suelos para pastos de calidad media clasificada por su exposición a la erosión.

b) A3c- PIc.- Son aquellos suelos aptos para el desarrollo de la agricultura en limpio aunque son de calidad agrológico baja, estos suelos por su ubicación tienen limitaciones de clima.

c) F3c-P2e-x.- Caracterizado por ser suelos de aptitud forestal son , de baja calidad agrológica determinado por el clima. Son aptos para pastos de calidad media por la exposición a la erosión, incluye suelos de protección en esta clasificación.

Imagen 7.1 *Vista panorámica del valle aguas abajo*

Tierras aptas para cultivo en limpio

Son las tierras que reúnen condiciones ecológicas que permiten la remoción periódica y continuada del suelo para el sembrío de cultivos de corto período vegetativo o intensivos.

las tierras aptas para cultivos en limpio solo representan el 2,7 % de la superficie regional esta extensión se encuentra mayormente en el paisaje de planicies que representa las mejores condiciones edáficas y topográficas.

Tierras aptas para pastos

Son tierras que no reúnen las condiciones ecológicas mínimas para cultivo en limpio y permanente, pero que permiten la implantación de pastos naturales.

Tierras de protección

Son tierras que no reúnen las condiciones ecológicas mínimas requeridas para cultivos, pastos y producción forestal, se presentan mayormente en colinas altas y montañas. Su uso más apropiado debe estar orientado a la de protección de cuencas hidrográficas y vida silvestre, promoción de valores escénicos y de recreación.

Imagen 7.2 *Margen Izquierda del rio Velille*

D. AREAS CULTURALES

Dentro de los recursos culturales de la zona, se encuentra los restos arquitectónicos Incas y coloniales como los restos incaicos de MAUKALLAQTA en Paccarectambo.

DESCRIPCIÓN DEL MEDIO BIOLÓGICO

a.- Flora

En las zonas bajas se encuentran algunos bosques nativos, conformado mayormente o especies Esclerofilas es decir especies de hojas perennes como la Queuña, Tallanca, Unca, Chachacomo etc. Estos árboles se encuentran dispersos y si se encuentra alguna concentración apenas son relictos o pequeños rodales de muy baja densidad.

La continua explotación para leña y madera para construcción han hecho desaparecer gran parte de estos bosques. Principalmente la vegetación esta

formada por arboles de hoja ancha y delgada a una mayor presencia de suculentas, esta vegetación se concentra principalmente en las quebradas, la especie más común es el molle, seguido de del capuli y en las zonas más bajas la tara, eucalipto, tuna y pastos en pequeña escala de la variedad Calamagrostis sp. Pennicetum clandestinum , Festuca sp. Scirpus rígidus Pennisetum clandestinum Medicago hispida. de igual modo existen terrenos con vegetación rala. Además son especies características de esta zona La Achira, agave, huarango, huranhuay, retama, chilca, y la tuna.

Imagen 7.3 *Flora del área del proyecto.*

Imagen 7.4 *Flora del área del proyecto.*

b.- Fauna

La fauna silvestre está conformada por, zorros, zorrillos, venados y aves distribuidos de manera dispersa en las zonas con bastantes pasturas y arbustos,

muchos de los que sirven de fuente de alimentación para los pobladores de la zona, poniéndose en riesgo por la depredación indiscriminada por cazadores furtivos.

El recurso humano de la actividad extractiva en la zona andina está constituido principalmente por la población ribereña a los recursos hídricos, se desarrolla dentro de un marco netamente artesanal y de subsistencia, están sujetos a la capacidad productiva de los recursos hídricos, de la que se extrae la trucha y pejerrey básicamente

DESCRIPCIÓN DEL MEDIO SOCIO ECONÓMICO

A. POBLACIÓN

Distrito de Paruro Aspectos Demográficos

La comunidad de Paccarectambo, se encuentra en la zona más ercana al área del proyecto y cuenta con una población de 3934.0 pobladores de acuerdo al último censo.

ASPETOS SOCIALES

Educación

En el aspecto de la educación se toman en cuenta básicamente el analfabetismo y la asistencia a centros educativos.

La UGE Paruro cuenta con 3.09% de alumnos, 2.36% de docentes y 4.87% de centros educativos.

Salud

Aquí se toma en consideración los indicadores de mortalidad infantil y esperanza de vida al nacer.

Mortalidad y Morbilidad infantil.

Los indicadores de pobreza, desnutrición, población con déficit de atención de servicios de salud, déficit de atención en servicios básicos de agua, desagüe y electricidad son superiores al promedio. La tasa de mortalidad infantil a nivel regional es de 32.0, las provincias de y Paruro registran los más altos índices.

Cabe destacar que a nivel regional los pobladores de los distritos en extrema pobreza muestran índices alarmantes de desnutrición crónica que fluctúan entre 55.5% a 77.8%; los distritos que registran los índices más altos son: Omacha (provincia Paruro) con 77.8%.

SERVICIOS BÁSICOS

La carencia de los servicios de agua potable a domicilio, alumbrado eléctrico y servicios higiénicos conectados por redes públicas son indicadores que forman parte del déficit cualitativo, señalando las condiciones de habilitabilidad existentes. La población de Paccarectambo comunidad aledaña a la zona del proyecto tiene un índice de pobreza del 42.2 %.

Agua Potable.- No cuentan con servicio de agua potable, pues existe una población del 27.61 % que no cuenta con el servicio de agua.

Desagüe.- El 79.9 % de la Población de Paccarectambo un cuenta con servicio de desagüe.

Alumbrado Eléctrico.- El 22,65 % de la población de Paccarectambo no cuenta con el servicio de alumbrado eléctrico.

Agricultura.- Es la actividad principal de los pobladores de Los cultivos principales son: maíz, papa, haba, fríjol, alfalfa, cebada, tuna, trigo, garbanzo, arveja, oca, olluco, mashua, tarwi, melocotón, quinua. Estos cultivos constituyen la base de la dieta de las familias rurales. l

Su producción es de autoconsumo, llegando a colocar algunos excedentes al mercado local y regional.

Ganadería.- Las crianzas son variadas y son practicadas en forma extensiva en lo que se refiere a animales mayores. Predominan las razas criollas cuentan con ganado criollo (equino, porcino, caprino, ovino, vacuno, etc.).

7.6. EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

7.6.1. INTRODUCCIÓN

El presente acápite, tiene como objetivo fundamental poder identificar los impactos ambientales del Proyecto central hidroeléctrica de Tincoc sobre el ambiente y viceversa. La identificación de impactos nos permite seleccionar a aquellos que son los más importantes o de mayor impacto para ser evaluados detalladamente.

La identificación y definición de los impactos ambientales que se presentan por la ejecución del Proyecto Central Hidroeléctrica de Tincoc permitirá implementar el Plan de Manejo Ambiental para garantizar con medidas de control y seguimiento la conservación del medio ambiente.

En tal sentido, la descripción de la Línea Base Ambiental se ha concebido como un conjunto de interrelaciones e interacciones entre los componentes ambientales físicos, biológicos, socioeconómicos, estéticos y culturales, con el fin de evaluar su estado actual y como será afectado por el conjunto de acciones que conlleva la ejecución del Proyecto a ejecutarse; así como, determinar los efectos del medio ambiente sobre el Proyecto.

7.6.2. IMPACTOS EXISTENTES

En este ítem se hace referencia a los impactos existentes, previos a la ejecución del Proyecto. A través de estos datos se completa la información de la Línea Base y se presenta una clara visión del escenario previo materia del estudio.

7.6.3. INDICADORES DE IMPACTO

Un indicador es un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio, los indicadores de impacto son unos índices bien cuantitativos o bien cualitativos, que permiten evaluar la cuantía de las alteraciones, que se producen como consecuencias de la ejecución del proyecto.

7.6.4. APLICACIONES METODOLÓGICAS

Para la identificación de los impactos se han concordado dos criterios, primero de ellos se describe una lista de los factores ambientales, aplicándose también las matrices de identificación.

Por lo tanto se aplicaran dos metodologías para determinar los Impactos Ambientales

- Matriz tipo Leopold de Identificación de Impactos Ambientales; y
- Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales.

7.6.5. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES SEGÚN LA MATRIZ TIPO LEOPOLD

Para cubrir globalmente las implicancias ambientales del Proyecto, se utiliza la matriz de Leopold, para lo cual se toma en cuenta en su descripción, la lista de factores ambientales que se plantean dentro del método establecido. Ello ha permitido considerar elementos de análisis para entender las principales relaciones que se establecerán entre las acciones del Proyecto y su área de influencia.

Esta matriz relaciona, una serie de Acciones y Actividades que se desarrollarán durante las etapas de construcción y operación del Proyecto "PCH Tincoc" con los Factores Ambientales impactados e impactantes, principalmente sobre el entorno físico, biológico y socioeconómico en el cual se ubicará el Proyecto.

CUADRO 7.1 MATRIZ DE IDENTIFICACIOIN DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES DEL PROYECTO PEQUEÑA CENTRAL HIDROELÉCTRICA - TINCOC

Componentes del Proyecto / Componente del Ambiente			Acciones que pueden Causar Impactos ambientales																	
			Etapa Previa		Etapa de Construccion												Etapa de Operación		Etapa de Abandono	
			Adquisicion de terrenos para el proyecto	Investigaciones Tecnicas	Consrtuccion de los caminos de acceso a todas las areas del	Construccion de campamentos y patios de maquinas	Extraccion de materiales de canteras	Transporte de materiales de canteras y a depositos de desmontes	Desvio temporal de las aguas del rio Velille	Instalacion y Operación de las plantas de concreto	Construccion de la bocatoma y desarenador	Disposicion de material excedente	Residuos Solidos (Domesticos e Industriales)	Personal	Operación de embalse	Mantenimiento	Acumulacion de desmontes	Demolicion y Retiro de las instalaciones
Medio Fisico	Clima	Cambio Microclimatico																		
	Aire	Nivel de Ruido			*N*	*N*	*N*	*N*		*N*	*N*	*N*			*N*		*N*	*N*
		Humos y Gases			*N*		*N*	*N*		*N*	*N*	*N*					*N*	*N*
		Nivel de Polvo			*N*	*N*	*N*	*N*		*N*	*N*	*N*					*N*	*N*
	Agua	Variacion de Flujo							*N*		*N*				*P*			
		Sedimentacion							*N*									
		Alteracion de la calidad del agua			*N*		*N*		*N*		*N*		*N*		*P*			
	Suelo	Alteracion de la calidad del suelo			*N*		*N*	*N*		*N*	*N*	*N*	*N*				*N*	*P*
		Erosion			*N*	*N*	*N*		*N*		*N*	*N*					*N*	
		Modificacion del Relieve			*N*	*N*	*N*		*N*	*N*	*N*	*N*	*N*				*N*	*N*
Medio Biologico	Flora	Reduccion de la Cobertura Vegetal			*N*	*N*	*N*				*N*	*N*			*N*		*N*	
		Afectacion a Bofedales													*N*			
	Fauna	Perturbacion a la Fauna Silvestre			*N*	*N*	*N*	*N*	*N*	*N*	*N*	*N*		*N*			*N*	*N*
		Afectacion a la Fauna Acuatica					*N*		*N*		*N*			*N*	*P*			
Medio Socioeconomico y Cultural		Alteracion del Paisaje			*N*	*N*	*N*	*N*	*N*	*N*	*N*	*N*	*N*		*P*		*N*	
		Potencia Hidroenergetico		*P*							*P*				*P*			
		Afectacion de Terrenos de Cultivo																
		Vias de Comunicación			*P*													
		Salud Humana											*N*					
		Generacion de empleo temporal		*P*	*P*	*P*	*P*	*P*	*P*	*P*	*P*	*P*		*P*	*P*	*P*	*P*	*P*
		Ingresos economicos Locales	*P*	*P*	*P*	*P*	*P*	*P*	*P*	*P*	*P*	*P*		*P*	*P*	*P*	*P*	*P*
		Ganaderia									*N*	*N*	*N*		*N*			

P: POSITIVO **N: NEGATIVO**

Elaboracion Propia

CUADRO 7.2 ACCIONES DEL PROYECTO IDENTIFICADAS EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Acción	Descripción
Adquisición de tierras	La adquisición de los derechos de servidumbre, propiedad o uso.
Alteración de la cubierta terrestre	Consiste en el despeje, remoción, modificación o sustitución de Vegetación y la capa vegetal de terreno para el emplazamiento de campamentos, accesos, obras o instalaciones
Movimiento de tierras (canteras):	Extracción de material de cantera para el suministro de agregados de las diferentes obras a ejecutar.
Movimientos de tierras (depósito)	Depósito de suelo y roca producto de la acumulación de material excedente de corte, excavaciones y perforaciones, así como material de roce y limpieza de vegetación.
Preparación de Agregados	Consiste en la trituración y segregación de materiales de construcción y fundación
Emplazamiento y puesta en marcha de obras y equipos	Consiste en las actividades relacionadas a la construcción de la bocatoma, desarenador, canal de aducción, casa de maquinas, patio de llaves, instalaciones auxiliares, instalación de equipos electromecánicos.
Construcción del canal y/o túnel	Extracción de material, excavaciones.
Emplazamiento de obras temporales	Actividades relacionadas al traslado de personal, materiales y equipos al sitio de uso.
Tráfico vehicular	Circulación de Vehículos pesados involucrados en el proyecto
Habilitación y mantenimiento de accesos	Mejoramiento, ampliación, nivelación, control del material particulado (polvo), etc.

Campamentos	Construcción del mismo, actividades domésticas, incluyendo el manejo de residuos domésticos, suministro de agua, electricidad, alimenticios, etc., además de los impactos asociados con la "presencia del ser humano
Servicios auxiliares	Mantenimiento y reparación de equipos, abastecimientos de insumos a las actividades de construcción en todos sus pasos, almacenamiento de insumos, manejo de residuos industriales

En la etapa de **operación** se identificaron las siguientes operaciones rutinarias y permanentes que incidirán sobre el medio ambiente:

CUADRO 7.3 ACCIONES DEL PROYECTO IDENTIFICADAS EN LA ETAPA DE OPERACIÓN

Acción	Descripción
Regulación de agua y captación	Incluye la operación de obras y equipos asociados con la regulación y suministro de agua en todos sus aspectos: acumulación y retención de agua, operación de compuertas, nivel de agua que se deje discurrir - durante épocas de lluvia, descarga, etc. También se considera la captación para fines de generación.
Descarga del desarenador y desripiador	Descarga de arena y piedras acumuladas
Operación de la casa de maquinas	Operación de los equipos electromecánicos y la generación de electricidad
Mantenimiento	Actividades asociadas con las operaciones industriales tales como;, limpieza de equipos y canales, reparación, pintura, inspección de obras, cambio de lubricantes, aceites, refrigerantes, manejo de insumos y residuos industriales.

Operaciones auxiliares:	Administración, seguridad, actividades domésticas de personal de turno, manejo de residuos domésticos
Mantenimiento de accesos:	Accesos principales y secundarios.

13.7. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL: MEDIDAS DE MITIGACION

ESTRATEGIAS

El Plan de Manejo Ambiental se encuadra dentro de una estrategia de conservación del medio ambiente en armonía con el desarrollo socioeconómico de los poblados en el área de influencia de la Central proyectada La aplicación del Plan de Manejo Ambiental está concebida para realizarse durante las etapas de construcción y operación, con el fin de lograr una mejor y mayor vida útil de la Central, incidiendo en aspectos que permitan que la incorporación del proyecto en su entorno sea compatible con el eco-desarrollo de la zona.

Al respecto, se considera de primordial importancia la realización de diversas medidas, para lo cual se deberá tener presente la interrelación armónica de los aspectos ambientales y de interés humano, donde:

- En la recuperación ambiental, el Ministerio de Agricultura podrá intervenir, decidiendo sobre las acciones de la planificación agrícola, manejo de cuencas hidrográficas mediante el Programa Nacional de Manejo de Cuencas, (PRONAMACHCS), y reforestación cuya participación será de vital importancia en la protección y mantenimiento de condiciones ambientales que disminuyen la desertificación;
- La Entidad responsable coordinará con anterioridad a las obras de construcción de la Central, con el representante legal de las comunidades campesinas afectadas o los propietarios individuales, a fin de llegar a acuerdos compensatorios en forma efectiva;

- La Entidad responsable recibirá la autorización del Ministerio de Agricultura para proceder con las obras de captación y uso de agua, de acuerdo a la Ley de Aguas; y
- Se deberá elaborar un Cronograma de inversión e implementación del Plan de Manejo Ambiental propuesto para el proyecto hidroeléctrico

7.7.2. PLAN DE MONITOREO, SEGUIMIENTO Y/O VIGILANCIA.

El Plan de Monitoreo, Seguimiento y/o Vigilancia permitirá la evaluación periódica, integrada y permanente de la dinámica de las variables ambientales, tanto de orden biofísico como socioeconómico y cultural; con el fin de, suministrar información precisa y actualizada para la toma de decisiones orientadas a la conservación o uso sostenible de los recursos naturales y el medio ambiente durante la construcción y operación de la Central.

7.7.3. PLAN DE CONTINGENCIA

El Plan de Contingencias tiene por objetivo establecer las acciones necesarias, a fin de prevenir y controlar desastres naturales y accidentes laborales que pudieran ocurrir en el área de trabajo, durante la vida operativa de la planta, de tal modo que permita contrarrestar los efectos generados por la ocurrencia de eventos asociados a fenómenos de orden natural y a emergencias producidas por alguna falla de las instalaciones de seguridad o error involuntario en la operación y mantenimiento de los equipos.

La implementación de un Plan de Contingencias en el área del proyecto es, para garantizar la seguridad contra riesgos que afecten la normal operación y mantenimiento de sus componentes, desde la etapa de construcción, hasta el cierre y/o abandono.

El Plan de Contingencias garantizará la seguridad de la población y su entorno ante cualquier eventualidad provocada por fallas durante la ejecución y operación del proyecto.

El Plan involucra a todo el personal asignado en conjunto, como responsables de la aplicación del Plan de Contingencia.

Un plan de contingencia detallado no resulta necesario, pues el riesgo de algún evento catastrófico que pudiera ocasionar un impacto ambiental significativo es muy pequeño.

7.7.4. PLAN DE ABANDONO

En la eventualidad de que el proyecto deba ser abandonado, las estructuras deberán de ser desmanteladas, particularmente todas aquellas que modifiquen el paisaje natural de la zona, como el barraje de la bocatoma, el canal, la tubería forzada, y la casa de máquinas, a menos que se les encuentre algún uso alternativo.

El terreno ocupado deberá de ser reforestado, y los ríos deberán retornar a su curso original.

No es común en proyectos de centrales hidroeléctricas el establecer una vida útil fija, pues en la práctica pueden considerarse de duración ilimitada, mediante la reposición periódica de los equipos hidromecánicos. Sin embargo al acercarse el final de la vida útil del proyecto, debería prepararse un plan de abandono detallado que contemple las condiciones existentes en ese momento.

CAPITULO VIII

COSTOS PRESUPUESTOS Y PROGRAMACION DE OBRAS

HOJA DE METRADO

OBRA: **"PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"**
UBIC. : **DEP. CUSCO - PROV. PARURO, DIST. PACCARITAMBO, TINCOC**

01 BOCATOMA LATERAL
01.01 OBRAS PRELIMINARES

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
01.01.01	CAMPAMENTO PROVISIONAL PARA OBRA Y SUPER	1	-	-	-	1	**1.00**	**glb**
01.01.02	CARTEL DE OBRA	1	-	-	-	1	**1.00**	**und**
01.01.03	TRAZO Y REPLANTEO	1	47.18	36.99	-	1745.188	**1745.19**	**m2**

01.02 BARRAJE FIJO
01.02.01 MOVIMIENTO DE TIERRAS

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
01.02.01.01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL	1	36.80	17.96	2.50	1652.32	**1652.32**	**m3**

01.02.02 CONCRETO SIMPLE

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
01.02.02.01	EMBOQUILLADO DE PIEDRA CONCRETO 140kg/cm2	-	-	-	-	-		
	Aguas Arriba	1	41.33	15.00	-	619.95		
	Aguas Abajo	1	41.33	4.20	-	173.586		
							793.54	**m2**
01.02.02.02	ENCOFRADO DE BARRAJE	1	-	-	-	89.8	**89.80**	**m2**
01.02.02.03	CONCRETO f'c=175 kg/cm2 + 25% PG. (TAM. MAX 6")	1	-	-	-	1652.32	**1652.32**	**m3**

01.03 MUROS DE ENCAUZAMIENTO
01.03.01 MOVIMIENTO DE TIERRAS

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
01.03.02	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CIMIENTOS							
	Eje A-A	1	37.75	3.00	4.50	509.625		
	Entre eje C-D (Aguas Arriba)	1	8.10	3.00	3.50	85.05		
	Eje D-D (Aguas Abajo)	1	21.80	3.00	3.50	228.9		
							823.58	**m3**

01.03.03 CONCRETO SIMPLE

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
01.03.04	SOLADO PARA CIMENTACIONES ARMADAS							
	Eje A-A	1	37.75	3.00	-	113.25		
	Entre eje C-D (Aguas Arriba)	1	8.10	3.00	-	24.3		
	Eje D-D (Aguas Abajo)	1	21.80	3.00	-	65.4		
							202.95	**m2**

01.03.05 CONCRETO ARMADO

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
01.03.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURA CARAVISTA							
	Eje A-A	2	37.75	4.50	-	339.75		
	Entre eje C-D (Aguas Arriba)	2	8.10	4.50	-	72.9		
	Eje D-D (Aguas Abajo)	2	21.80	4.50	-	196.2		
							608.85	**m2**
01.03.07	CONCRETO MUROS f'c=210 kg/cm2							
	PANTALLA							
	Eje A-A	1	37.75	0.30	4.50	50.9625		
	Inclinacion	1	37.75	0.10	4.50	8.49375		
	Entre eje C-D (Aguas Arriba)	1	8.10	0.30	4.50	10.935		
	Inclinacion	1	8.10	0.10	4.50	1.8225		
	Eje D-D (Aguas Abajo)	1	21.80	0.30	4.50	29.43		
	Inclinacion	1	21.80	0.10	4.50	4.905		
	CIMENTACION							
	Eje A-A	1	37.75	3.00	0.50	56.625		
	Entre eje C-D (Aguas Arriba)	1	8.10	3.00	0.50	12.15		
	Eje D-D (Aguas Abajo)	1	21.80	3.00	0.50	32.7		
							208.02	**m3**

HOJA DE METRADO

OBRA: **"PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"**

UBIC. : **DEP. CUSCO - PROV. PARURO, DIST. PACCARITAMBO, TINCOC**

01.03.08	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MUROS fy=4,200 kg/cm2	**7828.95**	**kg**

01.04 MUROS DE DIVISION

01.04.01 MOVIMIENTO DE TIERRAS

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
01.04.02	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CIMIENTOS							
	Eje B-B	1	24.80	3.10	0.80	61.504		
	Entre Eje B-C	1	11.36	1.60	0.80	14.5408		
	Eje C-C	1	16.97	1.30	0.80	17.6488		
							93.69	**m3**

01.04.03 CONCRETO SIMPLE

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
01.04.04	SOLADO PARA CIMENTACIONES ARMADAS							
	Eje B-B	1	24.80	3.10	-	76.88		
	Entre Eje B-C	1	11.36	1.60	-	18.176		
	Eje C-C	1	16.97	1.30	-	22.061		
							117.12	**m3**

01.04.05 CONCRETO ARMADO

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
01.04.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURA CARAVISTA							
	Eje B-B	2	24.80	4.80	-	238.08		
	Entre Eje B-C	2	11.36	4.80	-	109.056		
	Eje C-C	2	16.97	4.80	-	162.912		
							510.05	**m2**

01.04.07	CONCRETO MUROS f'c=210 kg/cm2							
	Eje B-B	1	24.80	0.30	4.80	35.712		
	Entre Eje B-C	1	11.36	0.30	4.80	16.3584		
	Eje C-C	1	16.97	0.30	4.80	24.4368		
							40.80	**m3**

01.04.08	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MUROS DIVISION fy=4,200 kg/cm2	**6849.07**	**kg**

01.05 CAMARA DESRIPIADORA

01.05.01 MOVIMIENTO DE TIERRAS

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
01.05.02	EXCAVACION A MANO EN TERRENO NORMAL							
	Entre eje 1-2	1	12.30	6.50	1.00	79.95	**79.95**	**m3**

01.05.04 CONCRETO SIMPLE

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
01.05.05	SOLADO PARA CIMENTACIONES ARMADAS	1	-	-	-	78.5	**78.50**	**m2**

01.05.06 CONCRETO ARMADO

01.05.06.01 LOSA DE FONDO

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
01.05.06.01.01	CONCRETO LOSA DE FONDO f'c=210 kg/cm2							
	TANQUE	1	6.50	6.10	0.20	7.93		
	TRANSICION	1	21.50	-	0.20	4.30		
	CANAL	1	5.80	2.64	0.20	3.06		
							15.29	**m3**

01.05.06.01.02	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA LOSAS fy=4,200 kg/cm2	**1259.48**	**kg**

01.05.06.02 MUROS

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
01.05.06.02.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURA CARAVISTA							
	Eje 1-1	2	15.60	2.89	-	45.084		
	Eje 2-2	2	9.56	2.89	-	27.6284		
							72.71	**m2**

HOJA DE METRADO

OBRA: **"PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"**

UBIC. : **DEP. CUSCO - PROV. PARURO, DIST. PACCARITAMBO, TINCOC**

01.05.06.02.02	CONCRETO MUROS f'c=210 kg/cm2							
	Eje 1-1	1	5.70	0.20	2.90	3.31		
	Eje 2-2	1	15.80	0.20	2.90	9.16		
							12.47	**m2**

01.05.06.02.03	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MUROS fy=4,200 kg/cm2	**745.32**	**kg**

01.06 VERTEDERO DE DEMASIAS

01.06.01 MOVIMIENTO DE TIERRAS

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
01.06.02	EXCAVACION A MANO EN TERRENO NORMAL	1	5.20	2.00	1.00	10.4	**10.40**	**m3**

01.06.03 CONCRETO SIMPLE

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
01.06.04	SOLADO PARA CIMENTACIONES ARMADAS	1	5.32	2.00	-	10.64	**10.64**	**m2**

01.06.05 CONCRETO ARMADO

01.06.05.01 LOSA DE FONDO

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
01.06.05.01.01	CONCRETO LOSA DE FONDO f'c=210 kg/cm2	1	7.39	6.08	0.20	44.9312	**44.93**	**m3**
01.06.05.01.02	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA LOSAS fy=4,200 kg/cm2						**235.20**	**kg**

01.06.05.02 MUROS

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
01.06.05.02.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURA	2	12.20	3.00	-	36.6	**36.60**	**m2**
01.06.05.02.02	CONCRETO MUROS f'c=210 kg/cm2	1	12.20	0.20	3.00	2.44	**2.44**	**m3**
01.06.05.02.03	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MUROS fy=4,200 kg/cm2						**310.58**	**kg**

01.06.06 VARIOS

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
01.06.06.01	BARANDA DE FIERRO D1 1/2" H=1.10 m	1	22.70	-	-	22.70	**22.70**	**m**
01.06.06.02	COMPUERTA METALICA DE 1.30m X 1.00m.	2	-	-	-	2.00	**2.00**	**und**
01.06.06.03	COMPUERTA METALICA DE 1.30m X 0.85m	1	-	-	-	1.00	**1.00**	**und**
01.06.06.04	REJA METELICA DE CAPTACION 4.30X1.30m	1	-	-	-	1.00	**1.00**	**und**
01.06.06.05	ESCALERA METALICA DE GATO	8	-	-	-	8.00	**8.00**	**m**

02 DESARENADOR

02.01 OBRAS PRELIMINARES

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
02.02	LOCALIZACION Y REPLANTEO	1	45.00	10.30	-	463.50	**463.50**	**m2**

02.03 MOVIMIENTO DE TIERRAS

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
02.04	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL SUELTO EQUIPO							
	TANQUE	1	25.00	8.70	2.90	630.75		
	TRANSICION ENTRADA	1	-	-	-	85.4		
	TRANSICION SALIDA	1	-	-	-	90.1		
	CANAL AUXILIAR	1	49.80	2.45	0.56	68.33		
							874.58	**m3**

02.05 CONCRETO SIMPLE

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
02.06	SOLADO PARA ESTRUCTURAS (FC=100 KG/CM2)	1	-	-	-	287.1	**287.10**	**m2**

02.07 CONCRETO ARMADO

02.07.01 LOSA DE FONDO

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
02.07.01.01	CONCRETO LOSA DE FONDO f'c=210 kg/cm2							
	TANQUE	1	25.00	8.70	0.30	65.25		
	TRANSICION ENTRADA	1	40.50	-	0.30	12.15		

HOJA DE METRADO

OBRA: **"PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"**

UBIC. : **DEP. CUSCO - PROV. PARURO, DIST. PACCARITAMBO, TINCOC**

	TRANSICION SALIDA	1	36.08	-	0.30	10.82		
	CANAL AUXILIAR	1	49.80	2.45	0.20	24.40		
	VERTEDERO	1	0.58	-	23.97	13.90		
							61.28	**m3**

02.07.01.02	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA LOSAS fy=4,200 kg/cm2	**8740.13**	**kg**

02.07.02 MUROS

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
02.07.02.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURA CARAVISTA							
	TANQUE	4	25.00	3.60	-	360.00		
	TRANSICION ENTRADA	4	17.66	-	-	70.64		
	TRANSICION SALIDA	4	18.57	-	-	74.28		
	CANAL AUXILIAR	4	49.88	1.43	-	285.31		
							790.23	**m2**

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
02.07.02.02	CONCRETO MUROS f'c=210 kg/cm2							
	TANQUE	2	25.00	0.30	3.60	54.00		
	TRANSICION ENTRADA	2	17.66	0.30	-	10.60		
	TRANSICION SALIDA	2	18.57	0.30	-	11.14		
	CANAL AUXILIAR	1	49.90	0.15	1.43	10.70		
							86.44	**m3**

02.07.02.03	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MUROS fy=4,200 kg/cm2	**9155.92**	**kg**

02.08 REVESTIMIENTOS

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
02.08.01	TARRAJEO IMPERMEABILIZADO							
	TANQUE DESARENADOR	1	16.20	25.00	-	287.1		
	TRANSICION	1	-	-	-	46.7		
							333.80	**m2**

02.09 VARIOS

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
02.09.01	ESCALERA METALICA DE GATO	1	2.18	-	-	2.18	**2.18**	**m**
02.09.03	COMPUERTA METALICA DE 1.3 M X 0.83M.	1	-	-	-	1.00	**1.00**	**und**
02.09.03	COMPUERTA METALICA DE 2.20 M X 1.15M.	2	-	-	-	2.00	**2.00**	**und**

03 CANAL PRINCIPAL DE ADUCCION

03.01 OBRAS PRELIMINARES

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
03.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	1	510.00	3.00	-	1530.00	**1530.00**	**m2**
03.01.02	TRAZO, NIVELES Y REEPLANTEO DE CANAL	1	0.51	-	-	0.51	**0.51**	**km**

03.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
03.02.01	EXCAVACION A MANO EN TERRENO NORMAL	1	-	-	-	7701.86	**7701.86**	**m3**
03.02.02	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	1	-	-	-	2495.83	**2495.83**	**m3**
03.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	1	-	-	-	5206.03	**5206.03**	**m3**

03.03 CONCRETO SIMPLE

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
03.03.01	SOLADO PARA ESTRUCTURAS (FC=100 KG/CM2)	1	510.00	2.51	-	1280.10	**1280.10**	**m2**

03.04 CONCRETO ARMADO

03.04.01 LOSA DE FONDO

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
03.04.01.01	CONCRETO LOSA DE FONDO f'c=210 kg/cm2	1	510.00	2.51	0.15	192.02	**192.02**	**m3**

03.04.01.02	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA LOSAS fy=4,200 kg/cm2	**10483.28**	**kg**

HOJA DE METRADO

OBRA: **"PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"**
UBIC. : **DEP. CUSCO - PROV. PARURO, DIST. PACCARITAMBO, TINCOC**

03.04.02 MUROS

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
03.04.02.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURA	2	510.00	1.43	-	1458.60	**1458.60**	**m2**
03.04.02.02	CONCRETO MUROS f'c=210 kg/cm2	2	510.00	0.13	1.43	189.62	**189.62**	**m3**
03.04.02.03	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MUROS fy=4,200 kg/cm2						**12296.39**	**kg**

03.05 REVOQUES Y ENLUCIDOS

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
03.05.01	TARRAJEO IMPERMEABILIZADO	1	510.00	3.68	-	1876.80	**1876.80**	**m2**

03.06 VARIOS

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
03.06.01	JUNTA DE DILATACION e=1" (cada 5m)	1	375.36	-	-	375.36	**375.36**	**m**

04 TANQUE DE PRESION

04.01 OBRAS PRELIMINARES

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
04.02	LOCALIZACION Y REPLANTEO	1	19.10	4.50	-	85.95	**85.95**	**m2**

04.03 MOVIMIENTO DE TIERRAS

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
04.04	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL	1	-	-	-	159.48	**159.48**	**m3**

04.05 CONCRETO SIMPLE

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
04.06	SOLADO PARA ESTRUCTURAS (FC=100 KG/CM2)	1	-	-	-	73.3	**73.30**	**m3**

04.07 CONCRETO ARMADO

04.07.01 LOSA DE FONDO

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
04.07.01.01	CONCRETO LOSA DE FONDO f'c=210 kg/cm2							
	TANQUE	1	12.04	4.60	0.30	16.62		
	TRANSICION	1	4.52	-	0.30	1.36		
	ENTRADA A TRANSICION	1	4.19	2.65	0.30	3.33		
	SALIDA A TUBERIA	1	2.70	1.20	0.30	0.97		
							22.27	**m3**
04.07.01.02	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA LOSAS fy=4,200 kg/cm2						**2166.84**	**kg**

04.07.02 MUROS

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
04.07.02.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURA CARAVISTA							
	TANQUE	2	12.00	-	3.10	74.40		
	TANQUE - ALIVIADERO	2	12.00	-	2.50	60.00		
	TRANSICION	4	3.25	-	-	13.00		
	ENTRADA TRANSICION	4	3.00	-	1.43	17.16		
	CANAL DE SALIDA	2	15.10	-	3.10	93.62		
	SALIDA A TUBERIA	4	2.75	-	3.10	34.1		
							292.28	**m2**

04.07.02.02 CONCRETO MUROS f'c=210 kg/cm2

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
	TANQUE	1	12.00	0.20	3.20	7.68		
	ALIVIADERO	1	12.00	0.20	2.50	6.00		
	TRANSICION	2	3.25	0.20	-	1.30		
	ENTRADA TRANSICION	2	3.00	0.20	1.43	1.72		
	CANAL DE SALIDA	1	15.10	0.20	3.10	9.36		
	SALIDA TUBERIA	2	2.75	0.20	3.10	3.41		
							29.47	**m3**

HOJA DE METRADO

OBRA: **"PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"**

UBIC. : **DEP. CUSCO - PROV. PARURO, DIST. PACCARITAMBO, TINCOC**

04.07.02.03	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MUROS fy=4,200 kg/cm2	**2160.81**	**kg**

04.08 REVESTIMIENTOS

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
04.08.01	TARRAJEO IMPERMEABILIZADO							
	Tanque muros	1	105.50	-	-	105.50		
	Tanque fondo	1	54.97	-	-	54.97		
	Aliviadero muros	1	106.10	-	-	106.10		
	Aliviadero fondo	1	8.11	-	-	8.11		
							274.68	**m2**

04.09 VARIOS

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
04.09.01	ESCALERA EN VARILLA CORRUGADA N°8	1	2.70	-	-	2.70	**2.70**	**m**
04.09.02	COMPUERTA METALICA DE 1.83M X 1.83M.	1	-	-	-	1.00	**1.00**	**und**

05 TUBERIA FORZADA

05.01 OBRAS PRELIMINARES

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
05.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	1	631.00	3.00	-	1893.00	**1893.00**	**m2**
05.01.02	TRAZO, NIVELES Y REEPLANTEO DE EJE	1	0.63	-	-	0.63	**0.63**	**km**
05.01.03	REFINE, NIVELACION COMPATADO DE FONDOS	1	629.00	1.40	-	880.60	**880.60**	**M2**

05.02 ANCLAJES

05.02.01 MOVIMIENTO DE TIERRAS

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
05.02.01.01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL SUELTO MANUAL							
	ANCLAJE 1	1	3.40	2.70	0.70	6.43		
	ANCLAJE 2	1	3.40	2.70	1.30	11.93		
	ANCLAJE 3	1	3.40	2.70	1.23	11.29		
	ANCLAJE 4	1	3.40	2.70	0.70	6.43		
	ANCLAJE 5	1	3.40	2.70	1.36	12.48		
	ANCLAJE 6	1	3.40	2.70	1.24	11.38		
	ANCLAJE 7	1	3.40	2.70	1.00	9.18		
	ANCLAJE 8	1	3.40	2.70	1.45	13.31		
	ANCLAJE 9	1	3.40	2.70	1.28	11.75		
	ANCLAJE 10	1	3.40	2.70	1.30	11.93		
	ANCLAJE 11	1	3.40	2.70	1.13	10.37		
	ANCLAJE 12	1	3.00	2.70	0.83	6.72		
							123.22	**m3**

05.02.02 CONCRETO SIMPLE

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
05.02.02.01	SOLADO PARA ESTRUCTURAS (FC=100 KG/CM2)	12	3.40	2.70	-	110.16	**110.16**	**m2**

05.02.03 CONCRETO ARMADO

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
05.02.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURAS NORMAL							
	ANCLAJES 1,2,3,4,5,6,7,8,9	18	3.50	-	3.00	189.00		
		18	2.7	-	3.00	145.80		
	ANCLAJE 10	2	4.53	-	4.29	38.87		
		2	2.70	-	4.29	23.17		
	ANCLAJE 11	2	3.84	-	4.22	32.41		
		2	2.70	-	4.22	22.79		
	ANCLAJE 12	2	3.00	-	3.38	20.28		
		2	2.70	-	3.38	18.25		
							490.56	**m2**

05.02.03.02	CONCRETO ANCLAJES f'c=175 kg/cm2							
	ANCLAJES 1,2,3,4,5,6,7,8,9	9	9.06	-	2.70	220.16		
	ANCLAJE 10	1	13.92	-	2.70	37.58		
	ANCLAJE 11	1	11.10	-	2.70	29.97		
	ANCLAJE 12	1	7.87	-	2.70	21.25		
							308.96	**m2**

HOJA DE METRADO

OBRA: **"PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"**

UBIC. : **DEP. CUSCO - PROV. PARURO, DIST. PACCARITAMBO, TINCOC**

05.02.03.03	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA ANCLAJES fy=4,200 kg/cm2	**11113.90**	**kg**

05.03 APOYOS

05.03.01 MOVIMIENTO DE TIERRAS

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
05.03.01.01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL SUELTO MANUAL							
	Apoyos	43	2.00	2.00	0.90	154.80	**154.80**	**m3**

05.03.02 CONCRETO SIMPLE

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
05.03.02.01	SOLADO PARA ESTRUCTURAS (FC=100 KG/CM2)	43	2.00	2.00	-	172.00	**172.00**	**m2**

05.03.03 CONCRETO ARMADO

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
05.03.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURAS NORMAL							
	Lateral	44	2.00	-	1.60	140.80		
	Lateral	44	2.00	-	1.50	132.00		
	Frontal	44	2.00	-	1.60	140.80		
	Posterior	44	2.00	-	1.60	140.80		
							554.40	**m2**

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
05.03.03.02	CONCRETO APOYOS f'c=175 kg/cm2	44	2.00	2.00	1.55	272.80	**272.80**	**m3**

05.03.03.03	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA APOYOS fy=4,200 kg/cm2	**6501.59**	**kg**

06 CASA DE MAQUINAS

06.01 OBRAS PRELIMINARES

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
06.02	TRAZO Y REPLANTEO	1	18.35	9.20	-	168.82	**168.82**	**m2**

06.03 MOVIMIENTO DE TIERRAS

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
06.03.01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS							
	Solados							
	Z-1	3.00	3.30	1.30	0.10	1.29		
	Z-2	13.00	1.30	1.30	0.10	2.20		
	En eje 2 entre A-B	1.00	1.17	0.30	0.10	0.04		
	En eje 2 entre B-C	1.00	1.30	0.30	0.10	0.04		
	En eje 3 entre B-C	1.00	2.35	0.30	0.10	0.07		
	En eje B entre 1-3	1.00	1.51	0.30	0.10	0.05		
	En eje 1 entre A-C	1.00	6.25	0.30	0.10	0.19		
	En eje 7 entre B-C	1.00	5.44	0.30	0.10	0.16		
	En eje A entre 1-7	1.00	10.05	0.30	0.10	0.30		
	En eje B entre 5-7	1.00	4.50	0.30	0.10	0.14		
	En eje C entre 1-5	1.00	5.75	0.30	0.10	0.17		
	Zapatas							
	Z-1	3.00	3.30	1.30	0.65	8.37		
	Z-2	13.00	1.25	1.25	0.65	13.20		
	Cimientos Corridos							
	En eje 2 entre A-B	1.00	1.17	0.60	0.50	0.35		
	En eje 2 entre B-C	1.00	1.30	0.60	0.50	0.39		
	En eje 3 entre B-C	1.00	2.35	0.60	0.50	0.71		
	En eje B entre 1-3	1.00	1.51	0.60	0.50	0.45		
							28.10	**m3**

HOJA DE METRADO

OBRA: **"PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"**

UBIC. : **DEP. CUSCO - PROV. PARURO, DIST. PACCARITAMBO, TINCOC**

06.03.02	RELLENO Y COMPACTO CON MATERIAL PROPIO							
	En eje 2 entre A-B	1.00	1.17	0.60	0.50	0.35		
	En eje 2 entre B-C	1.00	1.30	0.60	0.50	0.39		
	En eje 3 entre B-C	1.00	2.35	0.60	0.50	0.71		
	En eje B entre 1-3	1.00	1.51	0.60	0.50	0.45		
	En eje 1 entre A-C	1.00	6.25	0.30	0.50	0.94		
	En eje 7 entre B-C	1.00	5.44	0.30	0.50	0.82		
	En eje A entre 1-7	1.00	10.05	0.30	0.50	1.51		
	En eje B entre 5-7	1.00	4.50	0.30	0.50	0.68		
	En eje C entre 1-5	1.00	5.75	0.30	0.50	0.86		
							6.70	**m3**

06.03.03	NIVELACION Y APISONADO PARA FALSO PISO Y VE	1	17.95	8.80	-	157.96	**12.87**	**m2**

06.03.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	1	-	-	-	34.80	**21.40**	**m3**

06.04 CONCRETO SIMPLE

06.04.01 SOLADOS F'C100 KG/CM2

06.04.01.01 SOLADOS PARA ESTRUCTURAS ARMADAS

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
	Z-1	3.00	3.30	1.30	-	12.87		
	Z-2	13.00	1.25	1.25	-	20.31		
	En eje 2 entre A-B	1.00	1.17	0.30	-	0.35		
	En eje 2 entre B-C	1.00	1.30	0.30	-	0.39		
	En eje 3 entre B-C	1.00	2.35	0.30	-	0.71		
	En eje B entre 1-3	1.00	1.51	0.30	-	0.45		
	En eje 1 entre A-C	1.00	6.25	0.30	-	1.88		
	En eje 7 entre B-C	1.00	5.44	0.30	-	1.63		
	En eje A entre 1-7	1.00	10.05	0.30	-	3.02		
	En eje B entre 5-7	1.00	4.50	0.30	-	1.35		
	En eje C entre 1-5	1.00	5.75	0.30	-	1.73		
							44.68	**m2**

06.04.02 CIMIENTO CORRIDO

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
06.04.02.01	CONCRETO CIMIENTOS CORRIDOS MEZCLA 1:10 CEMENTO-HORMIGON 30% PIEDRA							
	EJE 2-2	1	1.41	0.60	1.00	0.85		
	EJE 2-2	1	1.30	0.60	1.00	0.78		
	EJE 3-3	1	2.35	0.60	1.00	1.41		
	EJE B-B	1	0.62	0.60	1.00	0.37		
							3.41	**m3**

06.04.03 SOBRECIMIENTOS

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
06.04.03.01	CONCRETO SOBRECIMIENTOS f'c=140 kg/cm2 + 25% P.M.							
	EJE 2-2	1	1.81	0.20	0.50	0.18		
	EJE 2-2	1	2.10	0.60	0.50	0.63		
	EJE 3-3	1	2.76	0.60	0.50	0.83		
	EJE B-B	1	1.62	0.60	0.50	0.49		
							2.13	**m3**

06.04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMIENTOS							
	EJE 2-2	1	1.81	0.50	-	0.91		
	EJE 2-2	1	2.10	0.50	-	1.05		
	EJE 3-3	1	2.76	0.50	-	1.38		
	EJE B-B	1	1.62	0.50	-	0.81		
							4.15	**m2**

HOJA DE METRADO

OBRA: **"PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"**

UBIC. : **DEP. CUSCO - PROV. PARURO, DIST. PACCARITAMBO, TINCOC**

06.05 CONCRETO ARMADO

06.05.01 ZAPATAS

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
06.05.01.01	CONCRETO ZAPATAS f'c=210 kg/cm2							
	Z-1	3.00	3.30	1.25	0.65	8.04		
	Z-2	13.00	1.30	1.25	0.65	13.73		
							21.78	**m3**
06.05.01.02	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA ZAPATAS fy=4,200 kg/cm2						**354.23**	**kg**

06.05.02 VIGA DE CIMENTACION

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
06.05.02.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO VIGA DE CIMENTACION							
	En eje 1 entre A-C	2.00	7.86	-	0.50	7.86		
	En eje 7 entre A-B	2.00	6.25	-	0.50	6.25		
	En eje A y C entre 1-2	4.00	1.62	-	0.50	3.24		
	En eje A y C entre 2-3	4.00	2.09	-	0.50	4.18		
	En eje A y C entre 3-4	4.00	3.19	-	0.50	6.38		
	En eje A y C entre 4-5	4.00	2.85	-	0.50	5.70		
	En eje A y C entre 5-6	4.00	3.00	-	0.50	6.00		
	En eje A y C entre 6-7	4.00	3.51	-	0.50	7.02		
							46.63	**m2**
06.05.02.02	CONCRETO VIGA DE CIMENTACION f'c=210 kg/cm2							
	En eje 1 entre A-C	1.00	7.86	0.30	0.50	1.18		
	En eje 7 entre A-B	1.00	6.25	0.30	0.50	0.94		
	En eje A y C entre 1-2	2.00	1.62	0.30	0.50	0.49		
	En eje A y C entre 2-3	2.00	2.09	0.30	0.50	0.63		
	En eje A y C entre 3-4	2.00	3.19	0.30	0.50	0.96		
	En eje A y C entre 4-5	2.00	2.85	0.30	0.50	0.86		
	En eje A y C entre 5-6	2.00	3.00	0.30	0.50	0.90		
	En eje A y C entre 6-7	2.00	3.51	0.30	0.50	1.05		
							6.99	**m3**
06.05.02.03	ACERO ESTRUCTURAL PARA VIGA DE CIMENTACION fy=4,200 kg/cm2						**579.19**	**kg**

06.05.03 COLUMNAS

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
06.05.03.01	CONCRETO COLUMNAS f'c=210 kg/cm2							
	C-1	19.00	0.45	0.30	5.00	12.83	**12.83**	**m3**
06.05.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS							
	C-1							
	Largo	19.00	0.45	-	5.00	85.50		
	Ancho	19.00	-	0.30	5.00	57.00		
							142.50	**m2**
06.05.03.03	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA COLUMNAS fy=4,200 kg/cm2						**1135.10**	**kg**

06.05.04 VIGAS

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
06.05.04.01	CONCRETO VIGAS f'c=210 kg/cm2							
	1ER NIVEL							
	V-101	2.00	5.75	0.30	0.50	1.73		
	V-102	5.00	2.10	0.30	0.50	1.58		
	V-103	2.00	1.62	0.30	0.50	0.49		
	V-104	2.00	2.09	0.30	0.50	0.63		
	V-105	2.00	3.20	0.30	0.50	0.96		
	V-106	2.00	2.85	0.30	0.50	0.86		
	V-107	2.00	3.00	0.30	0.50	0.90		
	V-108	2.00	3.56	0.30	0.50	1.07		
	2DO NIVEL							

HOJA DE METRADO

OBRA: **"PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"**

UBIC. : **DEP. CUSCO - PROV. PARURO, DIST. PACCARITAMBO, TINCOC**

	V-101	2.00	5.75	0.30	0.30	1.04		
	V-102	5.00	2.10	0.30	0.30	0.95		
	V-103	2.00	1.62	0.30	0.30	0.29		
	V-104	2.00	2.09	0.30	0.30	0.38		
	V-105	2.00	3.20	0.30	0.30	0.58		
	V-106	2.00	2.85	0.30	0.30	0.51		
	V-107	2.00	3.00	0.30	0.30	0.54		
	V-108	2.00	3.56	0.30	0.30	0.64		
							5.37	**m3**

06.05.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN VIGAS							
	1ER NIVEL							
	V-101	2.00	5.75	0.30	0.50	7.48		
	V-102	5.00	2.10	0.30	0.50	2.73		
	V-103	2.00	1.62	0.30	0.50	2.11		
	V-104	2.00	2.09	0.30	0.50	2.72		
	V-105	2.00	3.20	0.30	0.50	4.16		
	V-106	2.00	2.85	0.30	0.50	3.71		
	V-107	2.00	3.00	0.30	0.50	3.90		
	V-108	2.00	3.56	0.30	0.50	4.63		
	2DO NIVEL							
	V-101	2.00	5.75	0.30	0.30	5.18		
	V-102	5.00	2.10	0.30	0.30	1.89		
	V-103	2.00	1.62	0.30	0.30	1.46		
	V-104	2.00	2.09	0.30	0.30	1.88		
	V-105	2.00	3.20	0.30	0.30	2.88		
	V-106	2.00	2.85	0.30	0.30	2.57		
	V-107	2.00	3.00	0.30	0.30	2.70		
	V-108	2.00	3.56	0.30	0.30	3.20		
							53.17	**m2**

06.05.04.03	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA VIGAS fy=4,200 kg/cm2	**1435.32**	**kg**

06.05.05 **GALERIA DE DESCARGA**

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
06.05.05.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO GALERIA							
	TURBINA 1							
	LOSA SUPERIOR	2	6.00	0.4	-	4.80		
	LOSA SUPERIOR	2	2.40	0.4	-	1.92		
	LOSA SUPERIOR	1	2.00	2.0	-	4.00		
	MUROS LATERALES	4	2.50	1.92	-	19.20		
	MUROS POSTERIOR	2	2.50	1.92	-	9.60		
	LOSA FONDO	4	2.90	0.3	-	3.48		
	TURBINA 2							
	LOSA SUPERIOR	2	6.00	0.4	-	4.80		
	LOSA SUPERIOR	2	2.40	0.4	-	1.92		
	LOSA SUPERIOR	1	2.00	2.0	-	4.00		
	MUROS LATERALES	4	2.50	1.92	-	19.20		
	MUROS POSTERIOR	2	2.50	1.92	-	9.60		
	LOSA FONDO	4	2.90	0.3	-	3.48		
							86.00	**m2**

06.05.05.02	CONCRETO GALERIA f'c=210 kg/cm2							
	TURBINA 1							
	LOSA SUPERIOR	1	6.00	2.4	0.4	5.76		
	MUROS LATERALES	3	2.50	1.9	0.2	2.85		
	LOSA DE FONDO	1	2.90	2.9	0.3	2.52		
	TURBINA 1							
	LOSA SUPERIOR	1	6.00	2.4	0.4	5.76		
	MUROS LATERALES	3	2.50	1.9	0.2	2.85		
	LOSA DE FONDO	1	2.90	2.9	0.3	2.52		
	CANAL DE SALIDA							
	TURBINA 1							

HOJA DE METRADO

OBRA: **"PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"**

UBIC. : **DEP. CUSCO - PROV. PARURO, DIST. PACCARITAMBO, TINCOC**

	LOSA SUPERIOR	1	11.00	1.3	0.2	2.86		
	LOSA INFERIOR	1	11.00	1.3	0.2	2.86		
	MUROS LATERALES	2	11.00	0.84	0.2	3.70		
	TURBINA 2							
	LOSA SUPERIOR	1	12.70	1.3	0.2	3.30		
	LOSA INFERIOR	1	12.70	1.3	0.2	3.30		
	MUROS LATERALES	2	12.70	0.84	0.2	4.27		
	FINAL CANAL							
	LOSA	2	3.30	1.6	0.2	2.11		
	MUROS	2	3.30	0.84	0.2	1.11		
							45.77	**m3**

06.05.05.03	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA GALERIA DE DESCARGA fy=4,200 kg/cm2	**2001.71**	**kg**

06.06 ESTRUCTURA PARA COBERTURA LIVIANA

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
06.06.01	TIJERAL DE MADERA DE 3"X6" L=11.00 m	6	-	-	-	-	**6.00**	**und**
06.06.02	CORREAS 3"X2"	16	-	-	-	-	**16.00**	**m**
06.06.03	COBERTURA CON TEJA ANDINA	2	19.75	5.19	-	205.01	**205.01**	**m2**
06.06.04	CUMBRERA TEJA ANDINA	1	19.75	-	-	19.75	**19.75**	**m**

06.07 ARQUITECTURA Y ACABADOS

06.07.01 MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA.

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
06.07.01.01	MUROS DE SOGA LADRILLO KK MECANIZADO, CEMENTO:ARENA 1:5							
	1ER NIVEL							
	EJE A-A /1-7	1	14.29	-	1.35	19.29		
	EJE B-B' /1-7	1	8.56	-	1.35	11.56		
	EJE C-C /1-7	1	10.05	-	1.35	13.57		
	VENTANAS	1	-2.00	-	1	-2.00		
	VENTANA BANO	1	-0.5	-	0.5	-0.25		
	EJE 1-1 / A-C	1	8.33	-	1.35	11.25		
	VENTANAS	1	-2.00	-	1	-2.00		
	EJE 2-2 / B-C	1	2.1	-	1.35	2.84		
	EJE 3-3 / B-C	1	2.55	-	1.35	3.44		
	EJE 5-5 / B-C	1	1.54	-	1.35	2.08		
	EJE 7-7 / A-C	1	8.30	-	1.35	11.21		
	PUERTA	1	-2.50	-	2	-5.00		
	2DO NIVEL							
	EJE A-A /1-7	1	14.29	-	2.2	31.44		
	VENTANAS	3	-2.00	-	1.2	-7.20		
	EJE B-B' /1-7	1	6.49	-	2.2	14.28		
	VENTANAS	1	-2.00	-	1.2	-2.40		
	EJE C-C /1-7	1	10.05	-	2.2	22.11		
	VENTANAS	2	-2.00	-	1.2	-4.80		
	EJE 1-1 / A-C	1	8.33	-	2.2	18.33		
	EJE 5-5 / B-C	1		-	2.2	2.20		
	VENTANAS	1	-1.54	-	1.2	-1.85		
	EJE 7-7 / A-C	1	8.30	-	2.2	18.26		
							156.34	**m2**

06.07.02 REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
06.07.02.01	TARRAJEO PRIMARIO O RAYADO							
	EJE 1-1 / B-C	1	2.60	-	-	2.60		
	EJE 2-2 / B-C	1	2.60	-	-	2.60		
	EJE B-B / 1-2	1	0.97	-	-	0.97		
	EJE C-C / 1-2	1	1.70	-	-	1.70		
							7.87	**m2**

HOJA DE METRADO

OBRA: **"PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"**

UBIC. : **DEP. CUSCO - PROV. PARURO, DIST. PACCARITAMBO, TINCOC**

06.07.02.02 TARRAJEO EN EXTERIORES

	EJE A-A /1-7	1	18.47	-	5	92.35		
	VENTANAS	3	-2.00	-	1.2	-7.20		
	EJE B-B' /1-7	1	6.90	-	5	34.50		
	VENTANAS	1	-2.00	-	1.2	-2.40		
	EJE C-C /1-7	1	11.25	-	5	56.25		
	VENTANAS	3	-2.00	-	1	-6.00		
	VENTANA BANO	1	-0.5	-	0.5	-0.25		
	EJE 1-1 / A-C	1	9.20	-	5	46.00		
	VENTANAS	1	-2.00	-	1	-2.00		
	EJE 5-5 / B-C	1	1.54	-	5	7.70		
	EJE 7-7 / A-C	1	9.20	-	5	46.00		
	PUERTA	1	-2.50	-	2	-5.00		
							259.95	**m2**

06.07.02.03 TARRAJEO EN MUROS INTERIORES

	EJE A-A /1-7	1	18.47	-	5	92.35		
	VENTANAS	3	-2.00	-	1.2	-7.20		
	EJE B-B' /1-7	1	6.90	-	5	34.50		
	SEPARACION	2	3.07	-	2.5	15.35		
	VENTANAS	1	-2.00	-	1.2	-2.40		
	EJE C-C /1-7	1	11.25	-	5	56.25		
	VENTANAS	3	-2.00	-	1	-6.00		
	VENTANA BANO	1	-0.5	-	0.5	-0.25		
	EJE 1-1 / A-C	1	9.20	-	5	46.00		
	VENTANAS	1	-2.00	-	1	-2.00		
	EJE 2-2 / A-C	2	4.20	-	2.5	21.00		
	EJE 3-3 / A-C	2	2.60	-	2.5	13.00		
	EJE 5-5 / B-C	1	1.54	-	5	7.70		
	EJE 7-7 / A-C	1	9.20	-	5	46.00		
	PUERTA	1	-2.50	-	2	-5.00		
							309.30	**m2**

06.07.02.04 VESTIDURAS Y DERRAMES C:A 1:5

	1ER NIVEL							
	EJE A-A /1-7	3	6.00	-	-	18.00		
	EJE B-B' /1-7	1	6.40	-	-	6.40		
	EJE C-C /1-7							
	VENTANAS SUP.	2	6.40	-	-	12.80		
	VENTANAS INF.	1	6.00	-	-	6.00		
	EJE 1-1 / A-C	1	6.00	-	-	6.00		
	EJE 7-7 / A-C	1	6.50	-	-	6.50		
							55.70	**m**

06.07.03 PISOS

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
06.07.03.01	PISO CERAMICO 40 X 40 ANTIDESLIZANTE							
	BAÑO		2.60	1.72	-	4.47		
	OFICINA		2.60	2.29	-	5.95		
							10.43	**m2**

06.07.04 CARPINTERIA DE MADERA

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
06.07.04.01	PUERTA MACIZA A DOS HOJAS 2.50X2.50m	1	-	-	-	-	**1.00**	**und**

06.07.05 VIDRIOS

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
06.07.05.01	VIDRIO BLANCO DE 6mm.							
	EJE A-A /1-7							
	VENTANAS	3	2.00	-	1.2	7.20		
	EJE B-B' /1-7							
	VENTANAS	1	2.00	-	1.2	2.40		
	EJE C-C /1-7							

HOJA DE METRADO

OBRA: **"PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"**

UBIC. : **DEP. CUSCO - PROV. PARURO, DIST. PACCARITAMBO, TINCOC**

	VENTANAS	3	2.00	-	1	6.00		
	VENTANA BANO	1	0.5	-	0.5	0.25		
	EJE 1-1 / A-C							
	VENTANAS	1	2.00	-	1	2.00		
							17.85	**p2**

06.07.06 **PINTURAS**

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
06.07.06.01	PINTURA VINILICA EN MUROS INTERIORES							
	EJE A-A /1-7	1	18.47	-	5	92.35		
	VENTANAS	3	-2.00	-	1.2	-7.20		
	EJE B-B' /1-7	1	6.90	-	5	34.50		
	SEPARACION	2	3.07	-	2.5	15.35		
	VENTANAS	1	-2.00	-	1.2	-2.40		
	EJE C-C /1-7	1	11.25	-	5	56.25		
	VENTANAS	3	-2.00	-	1	-6.00		
	VENTANA BANO	1	-0.5	-	0.5	-0.25		
	EJE 1-1 / A-C	1	9.20	-	5	46.00		
	VENTANAS	1	-2.00	-	1	-2.00		
	EJE 2-2 / A-C	2	4.20	-	2.5	21.00		
	EJE 3-3 / A-C	2	2.60	-	2.5	13.00		
	EJE 5-5 / B-C	1	1.54	-	5	7.70		
	EJE 7-7 / A-C	1	9.20	-	5	46.00		
	PUERTA	1	-2.50	-	2	-5.00		
							309.30	**m2**

06.07.06.02 PINTURA LATEX EN MUROS EXTERIORES

	EJE A-A /1-7	1	18.47	-	5	92.35		
	VENTANAS	3	-2.00	-	1.2	-7.20		
	EJE B-B' /1-7	1	6.90	-	5	34.50		
	VENTANAS	1	-2.00	-	1.2	-2.40		
	EJE C-C /1-7	1	11.25	-	5	56.25		
	VENTANAS	3	-2.00	-	1	-6.00		
	VENTANA BANO	1	-0.5	-	0.5	-0.25		
	EJE 1-1 / A-C	1	9.20	-	5	46.00		
	VENTANAS	1	-2.00	-	1	-2.00		
	EJE 5-5 / B-C	1	1.54	-	5	7.70		
	EJE 7-7 / A-C	1	9.20	-	5	46.00		
	PUERTA	1	-2.50	-	2	-5.00		
							259.95	**m2**

07 OBRAS MECANICAS

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
07.01	ALINEAMIENTO, COLOCACION Y APUNTALAMIENT	1	630	-	-	630	**630.00**	**m**
07.02	JUNTA DESOLDADURA CIRCUNFERENCIAL	240	4.08	-	-	979.2	**979.20**	**m**
07.03	COLOCACION DE JUNTA DE DILATACION SOLDAE	7	-	-	-	7	**7.00**	**pza**
07.04	COLOCACION DE VALVULA MARIPOSA, DN 54", PI	1	-	-	-	1	**1.00**	**und**
07.05	SOLDADO DE BRIDAS DE ANCLAJE	45	-	-	-	45	**45.00**	**pza**
07.06	ARENADO DE TUBERIA DE ACERO	1	630	4.08	-	2570.4	**2570.40**	**m2**
07.07	PINTURA EPOXICA DE TUBERIAS DE ACERO BAS	1	630	4.08	-	2570.4	**2570.40**	**m2**
07.08	PRUEBA HIDRAULICA	1	-	-	-	1	**1.00**	**und**
07.09	INSTALACION DE ABRAZADERAS	25	-	-	-	25	**25.00**	**pza**

08 EQUIPAMIENTO MECANICO DE LA CENTRAL

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
08.01	TURBINA FRANCIS, Q=5M3, HM=54M	2	-	-	-	2.00	**2.00**	und
08.02	REGULADOR DE VELOCIDAD	2	-	-	-	2.00	**2.00**	und
08.03	ACOPLAMIENTO FLEXIBLE	2	-	-	-	2.00	**2.00**	und
08.04	VALVULA MARIPOSA PRINCIPAL	2	-	-	-	2.00	**2.00**	und
08.05	TRANSPORTE, MONTAJE Y PRUEBAS (PART. MEC	1	-	-	-	1.00	**1.00**	glb

HOJA DE METRADO

OBRA: **"PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"**

UBIC. : **DEP. CUSCO - PROV. PARURO, DIST. PACCARITAMBO, TINCOC**

09 MITIGACION AMBIENTAL

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
09.01	REVEGETACION						**1.00**	**glb**
09.02	ACOMODO DE MATERIAL Y CIERRE DE CANTERAS						**1.00**	**glb**

10 TRANSPORTE

ITEM	DESCRIPCION	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTO	TOTAL	UND
10.01	TRANSPORTE EQUIPOS, MAQUINAS Y ACCESORIOS DE OBRA						**1.00**	glb
10.02	FLETE DE TRANSPORTE TERRESTRE DE ACCESORIOS, TUBERIAS CUSCO-OBRA						**245.00**	ton
10.03	FLETE TERRESTRE DE MATERIALES						**1.00**	glb

HOJA DE METRADO

OBRA: "PEQUENA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"
UBIC. : DEP. CUSCO - PROV. PARURO, DIST. PACCARITAMBO, TINCOC

01.03.08 ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MUROS DE CONTECION fy=4,200 kg/cm2

DESCRIPCION	PZA./ ELEM.	N° DE ELEM.	Ø	LONG ./	LONGITUD x DIAMETRO					
					1/4" (2)	3/8" (3)	1/2" (4)	5/8" (5)	3/4" (6)	1" (8)
MURO EJE A-A										
38.00 m										
Pantalla posterior										
	1.00	76.00	4.00	5.14	0.00	0.00	390.64	0.00	0.00	0.00
	1.00	17.00	4.00	38.00	0.00	0.00	646.00	0.00	0.00	0.00
Pantalla Anterior										
	1.00	95.00	5.00	5.25	0.00	0.00	0.00	498.75	0.00	0.00
	1.00	95.00	5.00	2.08	0.00	0.00	0.00	197.60	0.00	0.00
	1.00	15.00	4.00	38.00	0.00	0.00	570.00	0.00	0.00	0.00
BASE										
Malla Superior										
	1.00	114.00	5.00	2.81	0.00	0.00	0.00	320.34	0.00	0.00
	1.00	9	5.00	38	0.00	0.00	0.00	342.00	0.00	0.00
Malla Inferior										
	1.00	76.00	4.00	1.80	0.00	0.00	136.80	0.00	0.00	0.00
	1.00	4.00	4.00	38.00	0.00	0.00	152.00	0.00	0.00	0.00
MURO ENTRE C-D										
8.10 m										
Pantalla posterior										
	1.00	17.00	4.00	5.14	0.00	0.00	87.38	0.00	0.00	0.00
	1.00	17.00	4.00	8.10	0.00	0.00	137.70	0.00	0.00	0.00
Pantalla Anterior										
	1.00	21.00	5.00	5.25	0.00	0.00	0.00	110.25	0.00	0.00
	1.00	21.00	5.00	2.08	0.00	0.00	0.00	43.68	0.00	0.00
	1.00	15.00	4.00	8.10	0.00	0.00	121.50	0.00	0.00	0.00
BASE										
Malla Superior										
	1.00	25.00	5.00	2.81	0.00	0.00	0.00	70.25	0.00	0.00
	1.00	9	5.00	8.1	0.00	0.00	0.00	72.90	0.00	0.00
Malla Inferior										
	1.00	17.00	4.00	1.80	0.00	0.00	30.60	0.00	0.00	0.00
	1.00	4.00	4.00	8.10	0.00	0.00	32.40	0.00	0.00	0.00
MURO EJE D-D										
22.00 m										
Pantalla posterior										
	1.00	44.00	4.00	5.14	0.00	0.00	226.16	0.00	0.00	0.00
	1.00	17.00	4.00	22.00	0.00	0.00	374.00	0.00	0.00	0.00
Pantalla Anterior										
	1.00	55.00	5.00	5.25	0.00	0.00	0.00	288.75	0.00	0.00
	1.00	55.00	5.00	2.08	0.00	0.00	0.00	114.40	0.00	0.00
	1.00	15.00	4.00	22.00	0.00	0.00	330.00	0.00	0.00	0.00
BASE										
Malla Superior										
	1.00	66.00	5.00	2.81	0.00	0.00	0.00	185.46	0.00	0.00
	1.00	9	5.00	22	0.00	0.00	0.00	198.00	0.00	0.00

HOJA DE METRADO

OBRA: "PEQUENA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"

UBIC. : DEP. CUSCO - PROV. PARURO, DIST. PACCARITAMBO, TINCOC

Malla Inferior										
	1.00	44.00	4.00	1.80	0.00	0.00	79.20	0.00	0.00	0.00
	1.00	4.00	4.00	22.00	0.00	0.00	88.00	0.00	0.00	0.00
Longitud (m)					0.00	0.00	3402.38	2442.38	0.00	0.00
Peso (Kg/m)					0.250	0.580	0.990	1.560	2.235	3.970
Peso (Kg)					0.000	0.000	3368.356	3810.113	0.000	0.000
Desperdicios					0.000	0.000	269.468	381.011	0.000	0.000
TOTAL (Kg)					**7828.95**					

01.04.08 ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MUROS DE DIVISION fy=4,200 kg/cm2

DESCRIPCION	PZA./ ELEM.	N° DE ELEM.	Ø	LONG ./	LONGITUD x DIAMETRO 1/4" (2)	3/8" (3)	1/2" (4)	5/8" (5)	3/4" (6)	1" (8)
MURO EJE B-B										
24.80 m										
Pantalla										
	2.00	50.00	5.00	3.80	0.00	0.00	0.00	380.00	0.00	0.00
	2.00	60.00	5.00	5.60	0.00	0.00	0.00	672.00	0.00	0.00
	2.00	10.00	4.00	12.34	0.00	0.00	246.80	0.00	0.00	0.00
	2.00	16.00	4.00	14.87	0.00	0.00	475.84	0.00	0.00	0.00
MURO ENTRE B-C										
11.00 m										
	2.00	11.00	5.00	3.80	0.00	0.00	0.00	83.60	0.00	0.00
	2.00	34.00	5.00	5.60	0.00	0.00	0.00	380.80	0.00	0.00
	2.00	10.00	4.00	2.52	0.00	0.00	50.40	0.00	0.00	0.00
	2.00	16.00	4.00	8.84	0.00	0.00	282.88	0.00	0.00	0.00
MURO EJE C-C										
16.90 m										
	2.00	11.00	5.00	3.80	0.00	0.00	0.00	83.60	0.00	0.00
	2.00	39.00	5.00	5.60	0.00	0.00	0.00	436.80	0.00	0.00
	2.00	10.00	4.00	2.52	0.00	0.00	50.40	0.00	0.00	0.00
	2.00	16.00	4.00	14.00	0.00	0.00	448.00	0.00	0.00	0.00
	2.00	18.00	5.00	2.70	0.00	0.00	0.00	97.20	0.00	0.00
	2.00	18.00	5.00	2.10	0.00	0.00	0.00	75.60	0.00	0.00
BASE										
Malla Superior										
	1.00	8.00	4.00	24.80	0.00	0.00	198.40	0.00	0.00	0.00
	1.00	8.00	4.00	11.00	0.00	0.00	88.00	0.00	0.00	0.00
	1.00	36	4.00	3	0.00	0.00	108.00	0.00	0.00	0.00
	1.00	28	4	6	0.00	0.00	168.00	0.00	0.00	0.00
Malla Inferior										
	1.00	11.00	4.00	24.80	0.00	0.00	272.80	0.00	0.00	0.00
	1.00	10.00	4.00	11.00	0.00	0.00	110.00	0.00	0.00	0.00
	1.00	46	4.00	3	0.00	0.00	138.00	0.00	0.00	0.00
	1.00	37	4.00	6	0.00	0.00	222.00	0.00	0.00	0.00
Longitud (m)					0.00	0.00	2859.52	2209.60	0.00	0.00
Peso (Kg/m)					0.250	0.580	0.990	1.560	2.235	3.970
Peso (Kg)					0.000	0.000	2830.925	3446.976	0.000	0.000
Desperdicios					0.000	0.000	226.474	344.698	0.000	0.000
TOTAL (Kg)					**6849.07**					

01.05.06.01.02 ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA LOSAS fy=4,200 kg/cm2

DESCRIPCION	PZA./ ELEM.	N° DE ELEM.	Ø	LONG ./	LONGITUD x DIAMETRO 1/4" (2)	3/8" (3)	1/2" (4)	5/8" (5)	3/4" (6)	1" (8)
MALLA										
SENTIDO 1										
	1.00	13.00	5.00	14.37	0.00	0.00	0.00	186.81	0.00	0.00
	1.00	2.00	5.00	11.48	0.00	0.00	0.00	22.96	0.00	0.00
	1.00	2.00	5.00	11.18	0.00	0.00	0.00	22.36	0.00	0.00
	1.00	2.00	5.00	10.80	0.00	0.00	0.00	21.60	0.00	0.00
	1.00	2.00	5.00	10.37	0.00	0.00	0.00	20.74	0.00	0.00

HOJA DE METRADO

OBRA: **"PEQUENA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"**

UBIC. : **DEP. CUSCO - PROV. PARURO, DIST. PACCARITAMBO, TINCOC**

	1.00	2.00	5.00	9.98	0.00	0.00	0.00	19.96	0.00	0.00
	1.00	2.00	5.00	9.28	0.00	0.00	0.00	18.56	0.00	0.00
	1.00	2.00	5.00	9.02	0.00	0.00	0.00	18.04	0.00	0.00
	1.00	2.00	5.00	8.36	0.00	0.00	0.00	16.72	0.00	0.00
	1.00	2.00	5.00	7.55	0.00	0.00	0.00	15.10	0.00	0.00
SENTIDO 2	1.00	34.00	5.00	6.20	0.00	0.00	0.00	210.80	0.00	0.00
	1.00	1.00	5.00	6.14	0.00	0.00	0.00	6.14	0.00	0.00
	1.00	1.00	5.00	6.07	0.00	0.00	0.00	6.07	0.00	0.00
	1.00	1.00	5.00	6.04	0.00	0.00	0.00	6.04	0.00	0.00
	2.00	1.00	5.00	6.00	0.00	0.00	0.00	12.00	0.00	0.00
	2.00	1.00	5.00	5.90	0.00	0.00	0.00	11.80	0.00	0.00
	2.00	1.00	5.00	5.80	0.00	0.00	0.00	11.60	0.00	0.00
	2.00	1.00	5.00	5.68	0.00	0.00	0.00	11.36	0.00	0.00
	1.00	1.00	5.00	5.24	0.00	0.00	0.00	5.24	0.00	0.00
	1.00	1.00	5.00	5.10	0.00	0.00	0.00	5.10	0.00	0.00
	1.00	1.00	5.00	4.94	0.00	0.00	0.00	4.94	0.00	0.00
	1.00	1.00	5.00	4.78	0.00	0.00	0.00	4.78	0.00	0.00
	1.00	1.00	5.00	4.61	0.00	0.00	0.00	4.61	0.00	0.00
	1.00	1.00	5.00	4.43	0.00	0.00	0.00	4.43	0.00	0.00
	1.00	1.00	5.00	4.25	0.00	0.00	0.00	4.25	0.00	0.00
	1.00	1.00	5.00	4.06	0.00	0.00	0.00	4.06	0.00	0.00
	1.00	1.00	5.00	3.86	0.00	0.00	0.00	3.86	0.00	0.00
	1.00	1.00	5.00	3.44	0.00	0.00	0.00	3.44	0.00	0.00
	1.00	1.00	5.00	3.23	0.00	0.00	0.00	3.23	0.00	0.00
	1.00	1.00	5.00	3.07	0.00	0.00	0.00	3.07	0.00	0.00
	1.00	1.00	5.00	2.95	0.00	0.00	0.00	2.95	0.00	0.00
	1.00	1.00	5.00	2.84	0.00	0.00	0.00	2.84	0.00	0.00
	1.00	14.00	5.00	2.75	0.00	0.00	0.00	38.50	0.00	0.00
				Longitud (m)	0.00	0.00	0.00	733.96	0.00	0.00
				Peso (Kg/m)	0.250	0.580	0.990	1.560	2.235	3.970
				Peso (Kg)	0.000	0.000	0.000	1144.978	0.000	0.000
				Desperdicios	0.000	0.000	0.000	114.498	0.000	0.000
				TOTAL (Kg)	**1259.48**					

01.04.08 **ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MUROS DE DIVISION fy=4,200 kg/cm2**

DESCRIPCION	PZA./ ELEM.	N° DE ELEM.	Ø	LONG ./	LONGITUD x DIAMETRO					
					1/4" (2)	3/8" (3)	1/2" (4)	5/8" (5)	3/4" (6)	1" (8)
MURO EJE 1-1										
5.70 m										
Pantalla										
	1.00	29.00	5.00	3.34	0.00	0.00	0.00	96.86	0.00	0.00
	1.00	11.00	5.00	5.70	0.00	0.00	0.00	62.70	0.00	0.00
MURO EJE 2-2										
15.80 m										
	1.00	80.00	4.00	3.34	0.00	0.00	267.20	0.00	0.00	0.00
	1.00	11.00	4.00	15.80	0.00	0.00	173.80	0.00	0.00	0.00
				Longitud (m)	0.00	0.00	441.00	159.56	0.00	0.00
				Peso (Kg/m)	0.250	0.580	0.990	1.560	2.235	3.970
				Peso (Kg)	0.000	0.000	436.590	248.914	0.000	0.000
				Desperdicios	0.000	0.000	34.927	24.891	0.000	0.000
				TOTAL (Kg)	**745.32**					

HOJA DE METRADO

OBRA: "PEQUENA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"
UBIC. : DEP. CUSCO - PROV. PARURO, DIST. PACCARITAMBO, TINCOC

02.07.01.02 **ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA LOSA DESARENADOR fy=4,200 kg/cm2**

DESCRIPCION	PZA./ ELEM.	N° DE ELEM.	Ø	LONG ./	LONGITUD x DIAMETRO 1/4" (2)	3/8" (3)	1/2" (4)	5/8" (5)	3/4" (6)	1" (8)
TANQUE										
Fondo Malla Superior										
	1.00	14.00	4.00	25.60	0.00	0.00	358.40	0.00	0.00	0.00
	1.00	14.00	4.00	24.20	0.00	0.00	338.80	0.00	0.00	0.00
	1.00	126.00	4.00	4.10	0.00	0.00	516.60	0.00	0.00	0.00
	1.00	126.00	4.00	4.10	0.00	0.00	516.60	0.00	0.00	0.00
Fondo Malla Inferior										
	1.00	18.00	5.00	25.60	0.00	0.00	0.00	460.80	0.00	0.00
	1.00	18.00	5.00	24.20	0.00	0.00	0.00	435.60	0.00	0.00
	1.00	126.00	5.00	4.10	0.00	0.00	0.00	516.60	0.00	0.00
	1.00	126.00	5.00	4.10	0.00	0.00	0.00	516.60	0.00	0.00
Transicion Entrada										
Fondo Malla Superior										
	1.00	21.00	4.00	7.97	0.00	0.00	167.37	0.00	0.00	0.00
	1.00	37.00	4.00	5.00	0.00	0.00	185.00	0.00	0.00	0.00
Fondo Malla Inferior										
	1.00	21.00	5.00	7.97	0.00	0.00	0.00	167.37	0.00	0.00
	1.00	37.00	5.00	5.00	0.00	0.00	0.00	185.00	0.00	0.00
Transicion Salida										
Fondo Malla Superior					0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1.00	22.00	4.00	7.82	0.00	0.00	172.04	0.00	0.00	0.00
	1.00	37.00	4.00	5.20	0.00	0.00	192.40	0.00	0.00	0.00
Fondo Malla Inferior										
	1.00	22.00	5.00	7.97	0.00	0.00	0.00	175.34	0.00	0.00
	1.00	37.00	5.00	5.20	0.00	0.00	0.00	192.40	0.00	0.00
Canal Auxiliar										
	1.00	215.00	4.00	3.55	0.00	0.00	763.25	0.00	0.00	0.00
	1.00	215.00	4.00	1.68	0.00	0.00	361.20	0.00	0.00	0.00
	1.00	9.00	3.00	43.50	0.00	391.50	0.00	0.00	0.00	0.00
	1.00	5.00	3.00	43.50	0.00	217.50	0.00	0.00	0.00	0.00
				Longitud (m)	0.00	609.00	3571.66	2649.71	0.00	0.00
				Peso (Kg/m)	0.250	0.580	0.990	1.560	2.235	3.970
				Peso (Kg)	0.000	353.220	3535.943	4133.548	0.000	0.000
				Desperdicios	0.000	21.193	282.875	413.355	0.000	0.000
				TOTAL (Kg)	**8740.13**					

02.07.02.03 **ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MUROS fy=4,200 kg/cm2**

DESCRIPCION	PZA./ ELEM.	N° DE ELEM.	Ø	LONG ./	LONGITUD x DIAMETRO 1/4" (2)	3/8" (3)	1/2" (4)	5/8" (5)	3/4" (6)	1" (8)
TANQUE										
Muro Malla anterior										
	2.00	43.00	8.00	4.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	429.14
	2.00	43.00	8.00	2.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	227.04
	2.00	54.00	8.00	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	183.60
	2.00	10.00	5.00	25.00						
Muro Malla posterior										
	2.00	97.00	5.00	4.49	0.00	0.00	0.00	871.06	0.00	0.00
	2.00	15.00	4.00	25.00	0.00	0.00	750.00	0.00	0.00	0.00

HOJA DE METRADO

OBRA: **"PEQUENA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"**

UBIC. : **DEP. CUSCO - PROV. PARURO, DIST. PACCARITAMBO, TINCOC**

Transicion Entrada										
Muro Malla anterior										
	2.00	13.00	8.00	3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	87.88
	2.00	10.00	8.00	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	46.00
	2.00	12.00	8.00	1.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.36
	2.00	10.00	5.00	4.80	0.00	0.00	0.00	96.00	0.00	0.00
Muro Malla posterior										
	2.00	27.00	5.00	2.67	0.00	0.00	0.00	144.18	0.00	0.00
	2.00	15.00	4.00	4.80	0.00	0.00	144.00	0.00	0.00	0.00
	2.00	4.00	4.00	5.95	0.00	0.00	47.60	0.00	0.00	0.00
	2.00	32.00	5.00	1.93	0.00	0.00	0.00	123.52	0.00	0.00
Transicion Salida										
Muro Malla anterior										
	2.00	11.00	8.00	3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	74.36
	2.00	7.00	8.00	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	32.20
	2.00	11.00	8.00	1.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.58
	2.00	11.00	5.00	4.80	0.00	0.00	0.00	105.60	0.00	0.00
Muro Malla posterior										
	2.00	39.00	5.00	2.67	0.00	0.00	0.00	208.26	0.00	0.00
	2.00	15.00	4.00	5.23	0.00	0.00	156.90	0.00	0.00	0.00
	2.00	4.00	4.00	1.77	0.00	0.00	14.16	0.00	0.00	0.00
	2.00	6.00	5.00	1.93	0.00	0.00	0.00	23.16	0.00	0.00
Longitud (m)					0.00	0.00	1112.66	1571.78	0.00	1144.16
Peso (Kg/m)					0.250	0.580	0.990	1.560	2.235	3.970
Peso (Kg)					0.000	0.000	1101.533	2451.977	0.000	4542.315
Desperdicios					0.000	0.000	88.123	245.198	0.000	726.770
TOTAL (Kg)					**9155.92**					

03.04.01.02 **ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA LOSA DE CANAL fy=4,200 kg/cm2**

DESCRIPCION	PZA./ ELEM.	N° DE ELEM.	Ø	LONG ./	LONGITUD x DIAMETRO					
					1/4" (2)	3/8" (3)	1/2" (4)	5/8" (5)	3/4" (6)	1" (8)
CANAL										
Malla fondo										
	1.00	2550.00	4.00	2.81	0.00	0.00	7165.50	0.00	0.00	0.00
	1.00	9.00	3.00	510.00	0.00	4590.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Longitud (m)					0.00	4590.00	7165.50	0.00	0.00	0.00
Peso (Kg/m)					0.250	0.580	0.990	1.560	2.235	3.970
Peso (Kg)					0.000	2662.200	7093.845	0.000	0.000	0.000
Desperdicios					0.000	159.732	567.508	0.000	0.000	0.000
TOTAL (Kg)					**10483.28**					

03.04.02.03 **ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MUROS fy=4,200 kg/cm2**

DESCRIPCION	PZA./ ELEM.	N° DE ELEM.	Ø	LONG ./	LONGITUD x DIAMETRO					
					1/4" (2)	3/8" (3)	1/2" (4)	5/8" (5)	3/4" (6)	1" (8)
CANAL										
Malla fondo										
	2.00	2550.00	4.00	1.68	0.00	0.00	8568.00	0.00	0.00	0.00
	2.00	5.00	3.00	510.00	0.00	5100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Longitud (m)					0.00	5100.00	8568.00	0.00	0.00	0.00
Peso (Kg/m)					0.250	0.580	0.990	1.560	2.235	3.970
Peso (Kg)					0.000	2958.000	8482.320	0.000	0.000	0.000
Desperdicios					0.000	177.480	678.586	0.000	0.000	0.000
TOTAL (Kg)					**12296.39**					

HOJA DE METRADO

OBRA: "PEQUENA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"
UBIC. : DEP. CUSCO - PROV. PARURO, DIST. PACCARITAMBO, TINCOC

04.07.01.02 ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA LOSAS fy=4,200 kg/cm2

DESCRIPCION	PZA./ ELEM.	N° DE ELEM.	Ø	LONG ./	LONGITUD x DIAMETRO 1/4" (2)	3/8" (3)	1/2" (4)	5/8" (5)	3/4" (6)	1" (8)
TANQUE										
	1.00	50.00	8.00	6.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	325.00
	1.00	8.00	8.00	3.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28.80
	1.00	11.00	5.00	14.98	0.00	0.00	0.00	164.78	0.00	0.00
	1.00	7.00	5.00	12.00	0.00	0.00	0.00	84.00	0.00	0.00
CANAL /TRANSICION										
	1.00	11.00	5.00	5.86	0.00	0.00	0.00	64.46	0.00	0.00
				Longitud (m)	0.00	0.00	0.00	313.24	0.00	353.80
				Peso (Kg/m)	0.250	0.580	0.990	1.560	2.235	3.970
				Peso (Kg)	0.000	0.000	0.000	488.654	0.000	1404.586
				Desperdicios	0.000	0.000	0.000	48.865	0.000	224.734
				TOTAL (Kg)	2166.84					

04.07.02.03 ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MUROS fy=4,200 kg/cm2

DESCRIPCION	PZA./ ELEM.	N° DE ELEM.	Ø	LONG ./	LONGITUD x DIAMETRO 1/4" (2)	3/8" (3)	1/2" (4)	5/8" (5)	3/4" (6)	1" (8)
Muros Tanque										
	2.00	30.00	8.00	4.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	264.00
	2.00	28.00	8.00	2.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	120.96
	1.00	32.00	5.00	3.00	0.00	0.00	0.00	96.00	0.00	0.00
Canal transicion										
	2.00	4.00	8.00	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.80
	2.00	2.00	8.00	3.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.60
	2.00	2.00	8.00	2.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.56
	2.00	2.00	8.00	1.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.52
				Longitud (m)	0.00	0.00	0.00	96.00	0.00	433.44
				Peso (Kg/m)	0.250	0.580	0.990	1.560	2.235	3.970
				Peso (Kg)	0.000	0.000	0.000	149.760	0.000	1720.757
				Desperdicios	0.000	0.000	0.000	14.976	0.000	275.321
				TOTAL (Kg)	2160.81					

05.02.03.03 ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA ANCLAJES fy=4,200 kg/cm2

DESCRIPCION	PZA./ ELEM.	N° DE ELEM.	Ø	LONG ./	LONGITUD x DIAMETRO 1/4" (2)	3/8" (3)	1/2" (4)	5/8" (5)	3/4" (6)	1" (8)
ANCLAJES	9.00	14.00	4.00	4.62	0.00	0.00	582.12	0.00	0.00	0.00
1,2,3,4,5,6,7,8,9	9.00	14.00	4.00	3.75	0.00	0.00	472.50	0.00	0.00	0.00
	9.00	14.00	4.00	6.49	0.00	0.00	817.74	0.00	0.00	0.00
	9.00	14.00	4.00	5.72	0.00	0.00	720.72	0.00	0.00	0.00
	9.00	16.00	4.00	8.61	0.00	0.00	1239.84	0.00	0.00	0.00
	9.00	16.00	4.00	7.00	0.00	0.00	1008.00	0.00	0.00	0.00
	18.00	12.00	4.00	3.30	0.00	0.00	712.80	0.00	0.00	0.00
	18.00	12.00	4.00	3.30	0.00	0.00	712.80	0.00	0.00	0.00
	18.00	14.00	4.00	2.00	0.00	0.00	504.00	0.00	0.00	0.00
	18.00	14.00	4.00	2.60	0.00	0.00	655.20	0.00	0.00	0.00
ANCLAJE 10	1.00	14.00	4.00	5.93	0.00	0.00	83.02	0.00	0.00	0.00
	1.00	14.00	4.00	5.22	0.00	0.00	73.08	0.00	0.00	0.00
	1.00	14.00	4.00	7.29	0.00	0.00	102.06	0.00	0.00	0.00
	1.00	14.00	4.00	8.14	0.00	0.00	113.96	0.00	0.00	0.00
	1.00	17.00	4.00	8.78	0.00	0.00	149.26	0.00	0.00	0.00
	1.00	17.00	4.00	6.55	0.00	0.00	111.35	0.00	0.00	0.00
	2.00	20.00	4.00	3.25	0.00	0.00	130.00	0.00	0.00	0.00
	2.00	20.00	4.00	3.25	0.00	0.00	130.00	0.00	0.00	0.00
	2.00	12.00	4.00	2.60	0.00	0.00	62.40	0.00	0.00	0.00
	2.00	12.00	4.00	2.60	0.00	0.00	62.40	0.00	0.00	0.00

HOJA DE METRADO

OBRA: **"PEQUENA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"**
UBIC. : **DEP. CUSCO - PROV. PARURO, DIST. PACCARITAMBO, TINCOC**

ANCLAJE 11	1.00	14.00	4.00	5.93	0.00	0.00	83.02	0.00	0.00	0.00
	1.00	14.00	4.00	6.88	0.00	0.00	96.32	0.00	0.00	0.00
	1.00	14.00	4.00	5.87	0.00	0.00	82.18	0.00	0.00	0.00
	1.00	**14.00**	4.00	**6.41**	0.00	0.00	89.74	0.00	0.00	0.00
	1.00	18.00	4.00	10.03	0.00	0.00	180.54	0.00	0.00	0.00
	1.00	18.00	4.00	8.43	0.00	0.00	151.74	0.00	0.00	0.00
	2.00	14.00	4.00	3.30	0.00	0.00	92.40	0.00	0.00	0.00
	2.00	14.00	4.00	3.30	0.00	0.00	92.40	0.00	0.00	0.00
	2.00	20.00	4.00	2.60	0.00	0.00	104.00	0.00	0.00	0.00
	2.00	20.00	4.00	2.60	0.00	0.00	104.00	0.00	0.00	0.00
ANCLAJE 12	1.00	14.00	4.00	5.11	0.00	0.00	71.54	0.00	0.00	0.00
	1.00	14.00	4.00	4.16	0.00	0.00	58.24	0.00	0.00	0.00
	1.00	14.00	4.00	5.65	0.00	0.00	79.10	0.00	0.00	0.00
	1.00	14.00	4.00	6.52	0.00	0.00	91.28	0.00	0.00	0.00
	1.00	15.00	4.00	9.70	0.00	0.00	145.50	0.00	0.00	0.00
	1.00	15.00	4.00	8.10	0.00	0.00	121.50	0.00	0.00	0.00
	2.00	13.00	4.00	2.92	0.00	0.00	75.92	0.00	0.00	0.00
	2.00	13.00	4.00	2.92	0.00	0.00	75.92	0.00	0.00	0.00
	2.00	15.00	4.00	2.60	0.00	0.00	78.00	0.00	0.00	0.00
	2.00	15.00	4.00	2.60	0.00	0.00	78.00	0.00	0.00	0.00
				Longitud (m)	0.00	0.00	10394.59	0.00	0.00	0.00
				Peso (Kg/m)	0.250	0.580	0.990	1.560	2.235	3.970
				Peso (Kg)	0.000	0.000	10290.644	0.000	0.000	0.000
				Desperdicios	0.000	0.000	823.252	0.000	0.000	0.000
				TOTAL (Kg)	**11113.90**					

05.03.03.03 **ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA APOYOS fy=4,200 kg/cm2**

DESCRIPCION	PZA./ ELEM.	N° DE ELEM.	Ø	LONG ./	LONGITUD x DIAMETRO 1/4" (2)	3/8" (3)	1/2" (4)	5/8" (5)	3/4" (6)	1" (8)
APOYOS	44.00	7.00	4.00	3.90	0.00	0.00	1201.20	0.00	0.00	0.00
	44.00	7.00	4.00	3.80	0.00	0.00	1170.40	0.00	0.00	0.00
	44.00	7.00	4.00	3.80	0.00	0.00	1170.40	0.00	0.00	0.00
	44.00	7.00	4.00	3.90	0.00	0.00	1201.20	0.00	0.00	0.00
	44.00	4.00	4.00	7.60	0.00	0.00	1337.60	0.00	0.00	0.00
				Longitud (m)	0.00	0.00	6080.80	0.00	0.00	0.00
				Peso (Kg/m)	0.250	0.580	0.990	1.560	2.235	3.970
				Peso (Kg)	0.000	0.000	6019.992	0.000	0.000	0.000
				Desperdicios	0.000	0.000	481.599	0.000	0.000	0.000
				TOTAL (Kg)	**6501.59**					

06.05.05.03 **ACERO TRABAJADO PARA GALERIA DE DESCARGA fy=4,200 kg/cm2**

DESCRIPCION	PZA./ ELEM.	N° DE ELEM.	Ø	LONG ./	LONGITUD x DIAMETRO 1/4" (2)	3/8" (3)	1/2" (4)	5/8" (5)	3/4" (6)	1" (8)
Turbina 1										
Losa superior	1.00	21.00	4.00	2.70	0.00	0.00	56.70	0.00	0.00	0.00
	1.00	21.00	4.00	2.90	0.00	0.00	60.90	0.00	0.00	0.00
	1.00	9.00	4.00	6.30	0.00	0.00	56.70	0.00	0.00	0.00
	1.00	9.00	4.00	6.30	0.00	0.00	56.70	0.00	0.00	0.00
Muros laterales	2.00	9.00	4.00	2.45	0.00	0.00	44.10	0.00	0.00	0.00
	2.00	9.00	4.00	2.45	0.00	0.00	44.10	0.00	0.00	0.00
	2.00	13.00	4.00	2.50	0.00	0.00	65.00	0.00	0.00	0.00
	2.00	13.00	4.00	2.50	0.00	0.00	65.00	0.00	0.00	0.00
Muro posterior	2.00	10.00	4.00	2.50	0.00	0.00	50.00	0.00	0.00	0.00
	2.00	9.00	4.00	2.36	0.00	0.00	42.48	0.00	0.00	0.00
Losa de fondo	1.00	15.00	4.00	3.20	0.00	0.00	48.00	0.00	0.00	0.00
	1.00	8.00	4.00	3.20	0.00	0.00	25.60	0.00	0.00	0.00
	1.00	15.00	4.00	3.20	0.00	0.00	48.00	0.00	0.00	0.00
	1.00	8.00	4.00	3.20	0.00	0.00	25.60	0.00	0.00	0.00

HOJA DE METRADO

OBRA: **"PEQUENA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"**
UBIC. : **DEP. CUSCO - PROV. PARURO, DIST. PACCARITAMBO, TINCOC**

Canal salida										
Losa Sup	1.00	5.00	4.00	11.00	0.00	0.00	55.00	0.00	0.00	0.00
Losa Inf.	1.00	5.00	4.00	11.00	0.00	0.00	55.00	0.00	0.00	0.00
muros de canal	1.00	4.00	4.00	11.00	0.00	0.00	44.00	0.00	0.00	0.00
	1.00	4.00	4.00	11.00	0.00	0.00	44.00	0.00	0.00	0.00
Turbina 2										
Losa superior	1.00	21.00	4.00	2.70	0.00	0.00	56.70	0.00	0.00	0.00
	1.00	21.00	4.00	2.90	0.00	0.00	60.90	0.00	0.00	0.00
	1.00	9.00	4.00	6.30	0.00	0.00	56.70	0.00	0.00	0.00
	1.00	9.00	4.00	6.30	0.00	0.00	56.70	0.00	0.00	0.00
Muros laterales	2.00	9.00	4.00	2.45	0.00	0.00	44.10	0.00	0.00	0.00
	2.00	9.00	4.00	2.45	0.00	0.00	44.10	0.00	0.00	0.00
	2.00	13.00	4.00	2.50	0.00	0.00	65.00	0.00	0.00	0.00
	2.00	13.00	4.00	2.50	0.00	0.00	65.00	0.00	0.00	0.00
Muro posterior	2.00	10.00	4.00	2.50	0.00	0.00	50.00	0.00	0.00	0.00
	2.00	9.00	4.00	2.36	0.00	0.00	42.48	0.00	0.00	0.00
Losa de fondo	1.00	15.00	4.00	3.20	0.00	0.00	48.00	0.00	0.00	0.00
	1.00	8.00	4.00	3.20	0.00	0.00	25.60	0.00	0.00	0.00
	1.00	15.00	4.00	3.20	0.00	0.00	48.00	0.00	0.00	0.00
	1.00	8.00	4.00	3.20	0.00	0.00	25.60	0.00	0.00	0.00
Canal salida										
Losa Sup	1.00	5.00	4.00	12.80	0.00	0.00	64.00	0.00	0.00	0.00
Losa Inf.	1.00	5.00	4.00	12.80	0.00	0.00	64.00	0.00	0.00	0.00
muros de canal	1.00	4.00	4.00	12.80	0.00	0.00	51.20	0.00	0.00	0.00
	1.00	4.00	4.00	12.80	0.00	0.00	51.20	0.00	0.00	0.00
canal final	2.00	6.00	4.00	3.30	0.00	0.00	39.60	0.00	0.00	0.00
	2.00	4.00	4.00	3.30	0.00	0.00	26.40	0.00	0.00	0.00
			Longitud (m)		0.00	0.00	1872.16	0.00	0.00	0.00
			Peso (Kg/m)		0.250	0.580	0.990	1.560	2.235	3.970
			Peso (Kg)		0.000	0.000	1853.438	0.000	0.000	0.000
			Desperdicios		0.000	0.000	148.275	0.000	0.000	0.000
			TOTAL (Kg)		**2001.71**					

06.05.01.02 **ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA ZAPATAS fy=4,200 kg/cm2**

DESCRIPCION	PZA./ Pza/El	N° DE Nº de	Ø Ø	LONG Long./	LONGITUD x DIAMETRO 1/4" (2)	3/8" (3)	1/2" (4)	5/8" (5)	3/4" (6)	1" (8)
ZAPATAS										
Z-1	3.00	7.00	4.00	3.30	0.00	0.00	69.30	0.00	0.00	0.00
	3.00	17.00	4.00	1.25	0.00	0.00	63.75	0.00	0.00	0.00
Z-2	13.00	5.00	4.00	1.30	0.00	0.00	84.50	0.00	0.00	0.00
	13.00	7.00	4.00	1.25	0.00	0.00	113.75	0.00	0.00	0.00
			Longitud (m)		0.00	0.00	331.30	0.00	0.00	0.00
			Peso (Kg/m)		0.250	0.580	0.990	1.560	2.235	3.970
			Peso (Kg)		0.000	0.000	327.987	0.000	0.000	0.000
			Desperdicios		0.000	0.000	26.239	0.000	0.000	0.000
			TOTAL (Kg)		**354.23**					

06.05.02.03 **ACERO ESTRUCTURAL PARA VIGA DE CIMENTACION fy=4,200 kg/cm2**

DESCRIPCION	PZA./ ELEM.	N° DE ELEM.	Ø	LONG ./	LONGITUD x DIAMETRO 1/4" (2)	3/8" (3)	1/2" (4)	5/8" (5)	3/4" (6)	1" (8)
VIGAS DE CONEXION										
Eje 1 entre A-B	1.00	6.00	4.00	6.05	0.00	0.00	36.30	0.00	0.00	0.00
	1.00	29.00	3.00	1.60	0.00	46.40	0.00	0.00	0.00	0.00
Eje 1 entre B-C	1.00	6.00	4.00	2.41	0.00	0.00	14.46	0.00	0.00	0.00
	1.00	14.00	3.00	1.60	0.00	22.40	0.00	0.00	0.00	0.00
Eje 7 entre A-C	1.00	6.00	4.00	6.85	0.00	0.00	41.10	0.00	0.00	0.00
	1.00	31.00	3.00	1.60	0.00	49.60	0.00	0.00	0.00	0.00
Eje A y C entre 1-2	2.00	6.00	4.00	1.92	0.00	0.00	23.04	0.00	0.00	0.00
	2.00	11.00	3.00	1.60	0.00	35.20	0.00	0.00	0.00	0.00
Eje A y C entre 2-3	2.00	6.00	4.00	2.09	0.00	0.00	25.08	0.00	0.00	0.00
	2.00	14.00	3.00	1.60	0.00	44.80	0.00	0.00	0.00	0.00

HOJA DE METRADO

OBRA: **"PEQUENA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"**
UBIC. : **DEP. CUSCO - PROV. PARURO, DIST. PACCARITAMBO, TINCOC**

Eje A y C entre 3-4	2.00	6.00	4.00	2.19	0.00	0.00	26.28	0.00	0.00	0.00
	2.00	21.00	3.00	1.60	0.00	67.20	0.00	0.00	0.00	0.00
Eje A y C entre 4-5	2.00	6.00	4.00	2.85	0.00	0.00	34.20	0.00	0.00	0.00
	2.00	19.00	3.00	1.60	0.00	60.80	0.00	0.00	0.00	0.00
Eje A y C entre 5-6	2.00	6.00	4.00	3.00	0.00	0.00	36.00	0.00	0.00	0.00
	2.00	20.00	3.00	1.60	0.00	64.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Eje A y C entre 6-7	2.00	6.00	4.00	3.51	0.00	0.00	42.12	0.00	0.00	0.00
	2.00	21.00	3.00	1.60	0.00	67.20	0.00	0.00	0.00	0.00
Longitud (m)					0.00	457.60	278.58	0.00	0.00	0.00
Peso (Kg/m)					0.250	0.580	0.990	1.560	2.235	3.970
Peso (Kg)					0.000	265.408	275.794	0.000	0.000	0.000
Desperdicios					0.000	15.924	22.064	0.000	0.000	0.000
TOTAL (Kg)					**579.19**					

06.05.03.03 **ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA COLUMNAS fy=4,200 kg/cm2**

DESCRIPCION		PZA./ ELEM.	N° DE ELEM.	Ø	LONG ./	LONGITUD x DIAMETRO 1/4" (2)	3/8" (3)	1/2" (4)	5/8" (5)	3/4" (6)	1" (8)
COLUMNAS											
1er Nivel	C-1	19.00	6.00	4.00	2.50	0.00	0.00	285.00	0.00	0.00	0.00
		19.00	15.00	3.00	1.50	0.00	427.50	0.00	0.00	0.00	0.00
2do Nivel	C-1	19.00	6.00	4.00	2.50	0.00	0.00	285.00	0.00	0.00	0.00
		19.00	15.00	3.00	1.50	0.00	427.50	0.00	0.00	0.00	0.00
Longitud (m)						0.00	855.00	570.00	0.00	0.00	0.00
Peso (Kg/m)						0.250	0.580	0.990	1.560	2.235	3.970
Peso (Kg)						0.000	495.900	564.300	0.000	0.000	0.000
Desperdicios						0.000	29.754	45.144	0.000	0.000	0.000
TOTAL (Kg)						**1135.10**					

06.05.04.03 **ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA VIGAS fy=4,200 kg/cm2**

DESCRIPCION		PZA./ ELEM.	N° DE ELEM.	Ø	LONG ./	LONGITUD x DIAMETRO 1/4" (2)	3/8" (3)	1/2" (4)	5/8" (5)	3/4" (6)	1" (8)
VIGAS											
1er Nivel	V-101	2.00	6.00	4.00	6.05	0.00	0.00	72.60	0.00	0.00	0.00
		2.00	35.00	3.00	1.60	0.00	112.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		2.00	1.00	4.00	2.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00
	V-102	5.00	6.00	4.00	2.10	0.00	0.00	63.00	0.00	0.00	0.00
		5.00	21.00	3.00	1.60	0.00	168.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		5.00	1.00	4.00	2.65	0.00	0.00	13.25	0.00	0.00	0.00
	V-103	2.00	6.00	4.00	1.62	0.00	0.00	19.44	0.00	0.00	0.00
		2.00	23.00	3.00	1.60	0.00	73.60	0.00	0.00	0.00	0.00
		2.00	1.00	4.00	1.95	0.00	0.00	3.90	0.00	0.00	0.00
	V-104	2.00	6.00	4.00	2.09	0.00	0.00	25.08	0.00	0.00	0.00
		2.00	26.00	3.00	1.60	0.00	83.20	0.00	0.00	0.00	0.00
		2.00	1.00	4.00	2.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00
	V-105	2.00	6.00	4.00	3.20	0.00	0.00	38.40	0.00	0.00	0.00
		2.00	24.00	3.00	1.60	0.00	76.80	0.00	0.00	0.00	0.00
		2.00	1.00	4.00	2.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00
	V-106	2.00	6.00	4.00	2.85	0.00	0.00	34.20	0.00	0.00	0.00
		2.00	25.00	3.00	1.60	0.00	80.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		2.00	1.00	4.00	2.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00
	V-107	2.00	6.00	4.00	3.00	0.00	0.00	36.00	0.00	0.00	0.00
		2.00	21.00	3.00	1.60	0.00	67.20	0.00	0.00	0.00	0.00
	V-108	2.00	6.00	4.00	3.56	0.00	0.00	42.72	0.00	0.00	0.00
		2.00	19.00	3.00	1.60	0.00	60.80	0.00	0.00	0.00	0.00
2do Nivel	V-101	2.00	4.00	4.00	5.75	0.00	0.00	46.00	0.00	0.00	0.00
		2.00	35.00	3.00	1.20	0.00	84.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		2.00	1.00	4.00	2.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00
	V-102	5.00	4.00	4.00	2.10	0.00	0.00	42.00	0.00	0.00	0.00
		5.00	21.00	3.00	1.20	0.00	126.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		5.00	1.00	4.00	2.65	0.00	0.00	13.25	0.00	0.00	0.00

HOJA DE METRADO

OBRA: **"PEQUENA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"**
UBIC. : **DEP. CUSCO - PROV. PARURO, DIST. PACCARITAMBO, TINCOC**

V-103	2.00	4.00	4.00	1.62	0.00	0.00	12.96	0.00	0.00	0.00
	2.00	23.00	3.00	1.20	0.00	55.20	0.00	0.00	0.00	0.00
	2.00	1.00	4.00	1.95	0.00	0.00	3.90	0.00	0.00	0.00
V-104	2.00	4.00	4.00	2.09	0.00	0.00	16.72	0.00	0.00	0.00
	2.00	26.00	3.00	1.20	0.00	62.40	0.00	0.00	0.00	0.00
	2.00	1.00	4.00	2.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00
V-105	2.00	4.00	4.00	3.20	0.00	0.00	25.60	0.00	0.00	0.00
	2.00	24.00	3.00	1.20	0.00	57.60	0.00	0.00	0.00	0.00
	2.00	1.00	4.00	2.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00
V-106	2.00	4.00	4.00	2.85	0.00	0.00	22.80	0.00	0.00	0.00
	2.00	25.00	3.00	1.20	0.00	60.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2.00	1.00	4.00	2.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00
V-107	2.00	4.00	4.00	3.00	0.00	0.00	24.00	0.00	0.00	0.00
	2.00	21.00	3.00	1.20	0.00	50.40	0.00	0.00	0.00	0.00
V-108	2.00	4.00	4.00	3.56	0.00	0.00	28.48	0.00	0.00	0.00
	2.00	19.00	3.00	1.20	0.00	45.60	0.00	0.00	0.00	0.00

Longitud (m)	0.00	1262.80	616.30	0.00	0.00	0.00
Peso (Kg/m)	0.250	0.580	0.990	1.560	2.235	3.970
Peso (Kg)	0.000	732.424	610.137	0.000	0.000	0.000
Desperdicios	0.000	43.945	48.811	0.000	0.000	0.000
TOTAL (Kg)	**1435.32**					

Presupuesto

Presupuesto 1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC
Cliente S10 S.A.C.
Lugar CUSCO - PARURO - PACCARITAMBO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	BOCATOMA LATERAL				992,961.87
01.01	OBRAS PRELIMINARES				22,045.71
01.01.01	CAMPAMENTO PROVISIONAL PARA OBRA Y SUPERVISION	glb	1.00	20,000.00	20,000.00
01.01.02	CARTEL DE OBRA	und	1.00	824.08	824.08
01.01.03	TRAZO Y REPLANTEO	m2	1,745.19	0.70	1,221.63
01.02	BARRAJE FIJO				673,024.70
01.02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				19,811.32
01.02.01.01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL SUELTO EQUIPO	m3	1,652.32	11.99	19,811.32
01.02.02	CONCRETO SIMPLE				653,213.38
01.02.02.01	EMBOQUILLADO DE PIEDRA CON CONCRETO f'c=140 kg/cm2	m3	793.54	204.23	162,064.67
01.02.02.02	ENCOFRADO DE BARRAJE	m2	89.80	57.37	5,151.83
01.02.02.03	CONCRETO f'c=175 kg/cm2 + 25% PG. (TAM. MAX 6")	m3	1,652.32	294.13	485,996.88
01.03	MUROS DE ENCAUZAMIENTO				169,671.50
01.03.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
01.03.02	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CIMIENTOS	m3	823.58	29.53	24,320.32
01.03.03	CONCRETO SIMPLE				
01.03.04	SOLADO PARA CIMENTACIONES ARMADAS	m2	202.95	19.51	3,959.55
01.03.05	CONCRETO ARMADO				
01.03.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURA CARAVISTA	m2	608.85	48.67	29,632.73
01.03.07	CONCRETO MUROS f'c=210 kg/cm2	m3	208.02	401.01	83,418.10
01.03.08	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MUROS fy=4,200 kg/cm2	kg	7,828.95	3.62	28,340.80
01.04	MUROS DE DIVISION				71,030.65
01.04.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
01.04.02	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CIMIENTOS	m3	93.69	29.53	2,766.67
01.04.03	CONCRETO SIMPLE				
01.04.04	SOLADO PARA CIMENTACIONES ARMADAS	m2	117.12	19.51	2,285.01
01.04.05	CONCRETO ARMADO				
01.04.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURA CARAVISTA	m2	510.05	48.67	24,824.13
01.04.07	CONCRETO MUROS f'c=210 kg/cm2	m3	40.80	401.01	16,361.21
01.04.08	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MUROS fy=4,200 kg/cm2	kg	6,849.07	3.62	24,793.63
01.05	CAMARA DESRIPIADORA				25,484.08
01.05.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
01.05.02	EXCAVACION A MANO EN TERRENO NORMAL	m3	79.95	25.32	2,024.33
01.05.03	CONCRETO SIMPLE				
01.05.04	SOLADO PARA CIMENTACIONES ARMADAS	m2	78.50	19.51	1,531.54
01.05.05	CONCRETO ARMADO				21,928.21
01.05.05.01	LOSA DE FONDO				10,690.76
01.05.05.01.01	CONCRETO LOSA DE FONDO f'c=210 kg/cm2	m3	15.29	401.01	6,131.44
01.05.05.01.02	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA LOSAS fy=4,200 kg/cm2	kg	1,259.48	3.62	4,559.32
01.05.05.02	MUROS				11,237.45
01.05.05.02.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURA CARAVISTA	m2	72.71	48.67	3,538.80
01.05.05.02.02	CONCRETO MUROS f'c=210 kg/cm2	m3	12.47	401.01	5,000.59
01.05.05.02.03	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MUROS fy=4,200 kg/cm2	kg	745.32	3.62	2,698.06
01.06	VERTEDERO DE DEMASIAS				31,705.23
01.06.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
01.06.02	EXCAVACION A MANO EN TERRENO NORMAL	m3	10.40	25.32	263.33

Presupuesto

Presupuesto 1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC
Cliente S10 S.A.C.
Lugar CUSCO - PARURO - PACCARITAMBO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01.06.03	CONCRETO SIMPLE				
01.06.04	SOLADO PARA CIMENTACIONES ARMADAS	m2	10.64	19.51	207.59
01.06.05	CONCRETO ARMADO				22,752.88
01.06.05.01	LOSA DE FONDO				18,868.80
01.06.05.01.01	CONCRETO LOSA DE FONDO f'c=210 kg/cm2	m3	44.93	401.01	18,017.38
01.06.05.01.02	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA LOSAS fy=4,200 kg/cm2	kg	235.20	3.62	851.42
01.06.05.02	MUROS				3,884.08
01.06.05.02.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURA CARAVISTA	m2	36.60	48.67	1,781.32
01.06.05.02.02	CONCRETO MUROS f'c=210 kg/cm2	m3	2.44	401.01	978.46
01.06.05.02.03	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MUROS fy=4,200 kg/cm2	kg	310.58	3.62	1,124.30
01.06.06	VARIOS				8,481.43
01.06.06.01	BARANDA DE TUBO DE FIERRO NEGRO = 1 1/2", H=1.10M	m	22.70	85.52	1,941.30
01.06.06.02	COMPUERTA METALICA DE 1.30X1.00 m	und	2.00	1,188.42	2,376.84
01.06.06.03	COMPUERTA METALICA DE 1.30X0.85 m	und	1.00	1,188.42	1,188.42
01.06.06.04	REJILLA METALLICA DE CAPTACION 4.30X1.30m	und	1.00	2,587.35	2,587.35
01.06.06.05	ESCALERA METALICA TIPO GATO D=1 1/2"	m	8.00	48.44	387.52
02	DESARENADOR				194,172.75
02.01	OBRAS PRELIMINARES				
02.02	LOCALIZACION, TRAZO Y REEPLANTEO DE OBRAS	m2	463.50	2.56	1,186.56
02.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
02.04	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL SUELTO EQUIPO	m3	874.58	11.99	10,486.21
02.05	CONCRETO SIMPLE				
02.06	SOLADO PARA ESTRUCTURAS ARMADAS (FC=100 KG/CM2)	m2	287.58	19.51	5,610.69
02.07	CONCRETO ARMADO				162,481.38
02.07.01	LOSA DE FONDO				56,213.16
02.07.01.01	CONCRETO LOSA DE FONDO f'c=210 kg/cm2	m3	61.28	401.01	24,573.89
02.07.01.02	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA LOSAS fy=4,200 kg/cm2	kg	8,740.13	3.62	31,639.27
02.07.02	MUROS				106,268.22
02.07.02.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURA CARAVISTA	m2	790.23	48.67	38,460.49
02.07.02.02	CONCRETO MUROS f'c=210 kg/cm2	m3	86.44	401.01	34,663.30
02.07.02.03	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MUROS fy=4,200 kg/cm2	kg	9,155.92	3.62	33,144.43
02.08	REVESTIMIENTOS				8,448.48
02.08.01	TARRAJEO IMPERMEABILIZADO	m2	333.80	25.31	8,448.48
02.09	VARIOS				5,959.43
02.09.01	ESCALERA METALICA TIPO GATO D=1 1/2"	m	2.80	48.44	135.63
02.09.02	COMPUERTA METALICA DE 1.30X0.85 m	und	1.00	1,188.42	1,188.42
02.09.03	COMPUERTA METALICA DE 2.20 X 1.15 M	und	2.00	2,317.69	4,635.38
03	CANAL PRINCIPAL DE ADUCCIÓN				645,552.68
03.01	OBRAS PRELIMINARES				2,974.59
03.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	1,530.00	1.75	2,677.50
03.01.02	TRAZO, NIVELES Y REEPLANTEO DE CANAL	km	0.51	582.53	297.09
03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				258,649.28
03.02.01	EXCAVACION A MANO EN TERRENO NORMAL	m3	7,701.86	25.32	195,011.10
03.02.02	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	2,495.83	14.38	35,890.04
03.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	5,206.03	5.33	27,748.14
03.03	CONCRETO SIMPLE				24,974.75
03.03.01	SOLADO PARA ESTRUCTURAS ARMADAS	m2	1,280.10	19.51	24,974.75

Presupuesto

Presupuesto 1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC
Cliente S10 S.A.C.
Lugar CUSCO - PARURO - PACCARITAMBO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
03.04	CONCRETO ARMADO				306,493.74
03.04.01	LOSA DE FONDO				114,951.23
03.04.01.01	CONCRETO LOSA DE FONDO f'c=210 kg/cm2	m3	192.02	401.01	77,001.94
03.04.01.02	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA LOSAS fy=4,200 kg/cm2	kg	10,483.23	3.62	37,949.29
03.04.02	MUROS				191,542.51
03.04.02.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURA CARAVISTA	m2	1,458.60	48.67	70,990.06
03.04.02.02	CONCRETO MUROS f'c=210 kg/cm2	m3	189.62	401.01	76,039.52
03.04.02.03	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MUROS fy=4,200 kg/cm2	kg	12,296.39	3.62	44,512.93
03.05	REVOQUES Y ENLUCIDOS				47,501.81
03.05.01	TARRAJEO IMPERMEABILIZADO	m2	1,876.80	25.31	47,501.81
03.06	VARIOS				4,958.51
03.06.01	JUNTA DE DILATACION e=1"	m	375.36	13.21	4,958.51
04	TANQUE DE PRESION				62,473.25
04.01	OBRAS PRELIMINARES				
04.02	LOCALIZACION, TRAZO Y REEPLANTEO DE OBRAS	m2	85.95	2.56	220.03
04.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
04.04	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL SUELTO EQUIPO	m3	159.48	11.99	1,912.17
04.05	CONCRETO SIMPLE				
04.06	SOLADO PARA ESTRUCTURAS ARMADAS (FC=100KG/CM2)	m2	73.30	19.51	1,430.08
04.07	CONCRETO ARMADO				50,639.61
04.07.01	LOSA DE FONDO				16,774.45
04.07.01.01	CONCRETO LOSA DE FONDO f'c=210 kg/cm2	m3	22.27	401.01	8,930.49
04.07.01.02	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA LOSAS fy=4,200 kg/cm2	kg	2,166.84	3.62	7,843.96
04.07.02	MUROS				33,865.16
04.07.02.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURA CARAVISTA	m2	292.28	48.67	14,225.27
04.07.02.02	CONCRETO MUROS f'c=210 kg/cm2	m3	29.47	401.01	11,817.76
04.07.02.03	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MUROS fy=4,200 kg/cm2	kg	2,160.81	3.62	7,822.13
04.08	REVESTIMIENTOS				6,952.15
04.08.01	TARRAJEO IMPERMEABILIZADO	m2	274.68	25.31	6,952.15
04.09	VARIOS				1,319.21
04.09.01	ESCALERA METALICA TIPO GATO D=1 1/2"	m	2.70	48.44	130.79
04.09.02	COMPUERTA METALICA DE 1.30X0.85 m	und	1.00	1,188.42	1,188.42
05	TUBERIA FORZADA				314,870.56
05.01	OBRAS PRELIMINARES				24,470.71
05.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	1,893.00	1.75	3,312.75
05.01.02	TRAZO, NIVELES Y REEPLANTEO DE EJE	km	0.63	582.53	366.99
05.01.03	REFINE, NIVELACION COMPACTADO DE FONDOS	m2	880.60	23.61	20,790.97
05.02	ANCLAJES				156,542.20
05.02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				3,256.70
05.02.01.01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL SUELTO MANUAL	m3	123.22	26.43	3,256.70
05.02.02	CONCRETO SIMPLE				2,149.22
05.02.02.01	SOLADO PARA ESTRUCTURAS ARMADAS (FC=100KG/CM2)	m2	110.16	19.51	2,149.22
05.02.03	CONCRETO ARMADO				151,136.28
05.02.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURAS NORMAL	m2	490.56	40.83	20,029.56
05.02.03.02	CONCRETO ANCLAJES f'c=175 kg/cm2	m3	308.96	294.13	90,874.40
05.02.03.03	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA ANCLAJES fy=4,200	kg	11,113.90	3.62	40,232.32

Presupuesto

Presupuesto 1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC
Cliente S10 S.A.C.
Lugar CUSCO - PARURO - PACCARITAMBO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
05.03	APOYOS				133,857.65
05.03.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				4,091.36
05.03.01.01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL SUELTO MANUAL	m3	154.80	26.43	4,091.36
05.03.02	CONCRETO SIMPLE				3,355.72
05.03.02.01	SOLADO PARA ESTRUCTURAS ARMADAS	m2	172.00	19.51	3,355.72
05.03.03	CONCRETO ARMADO				126,410.57
05.03.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURAS NORMAL	m2	554.40	40.83	22,636.15
05.03.03.02	CONCRETO APOYOS f'c=175 kg/cm2	m3	272.80	294.13	80,238.66
05.03.03.03	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA APOYOS fy=4,200 kg/cm2	kg	6,501.59	3.62	23,535.76
06	CASA DE MAQUINAS				119,235.97
06.01	OBRAS PRELIMINARES				
06.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	168.82	0.70	118.17
06.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,084.73
06.03.01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CIMIENTOS	m3	28.10	29.53	829.79
06.03.02	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	6.70	14.38	96.35
06.03.03	NIVELACION Y APISONADO PARA FALSO PISO Y VEREDAS	m2	12.87	3.46	44.53
06.03.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	21.40	5.33	114.06
06.04	CONCRETO SIMPLE				1,957.52
06.04.01	SOLADO PARA F'C=100 KG/CM2				871.71
06.04.01.01	SOLADO PARA ESTRUCTURAS ARMADAS	m2	44.68	19.51	871.71
06.04.02	CIMIENTO CORRIDO				531.76
06.04.02.01	CONCRETO CIMIENTOS CORRIDOS MEZCLA 1:10 CEMENTO-HORMIGON 30% PIEDRA	m3	3.41	155.94	531.76
06.04.03	SOBRECIMIENTOS				554.05
06.04.03.01	CONCRETO SOBRECIMIENTOS f'c=140 kg/cm2 + 25% P.M.	m3	2.13	199.89	425.77
06.04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMIENTOS	m2	4.15	30.91	128.28
06.05	CONCRETO ARMADO				67,373.48
06.05.01	ZAPATAS				7,601.44
06.05.01.01	CONCRETO ZAPATAS f'c=210 kg/cm2	m3	21.78	294.20	6,407.68
06.05.01.02	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA ZAPATAS fy=4,200 kg/cm2	kg	354.23	3.37	1,193.76
06.05.02	VIGAS DE CONEXION				6,762.62
06.05.02.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO VIGA DE CIMENTACION	m2	46.63	40.82	1,903.44
06.05.02.02	CONCRETO VIGA DE CIMENTACION f'c=210 kg/cm2	m3	6.99	401.01	2,803.06
06.05.02.03	ACERO ESTRUCTURAL PARA VIGA DE CIMENTACION fy=4,200	kg	579.19	3.55	2,056.12
06.05.03	COLUMNAS				14,747.30
06.05.03.01	CONCRETO COLUMNAS f'c=210 kg/cm2	m3	12.83	375.79	4,821.39
06.05.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS	m2	142.50	40.82	5,816.85
06.05.03.03	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA COLUMNAS fy=4,200	kg	1,135.10	3.62	4,109.06
06.05.04	VIGAS				9,291.30
06.05.04.01	CONCRETO VIGAS f'c=210 kg/cm2	m3	5.37	294.61	1,582.06
06.05.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO VIGAS	m2	53.17	50.78	2,699.97
06.05.04.03	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA VIGAS fy=4,200 kg/cm2	kg	1,435.32	3.49	5,009.27
06.05.05	GALERIA DE DESCARGA				28,970.82
06.05.05.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO GALERIA	m2	86.00	40.82	3,510.52
06.05.05.02	CONCRETO GALERIA f'c=210 kg/cm2	m3	45.77	401.01	18,354.23
06.05.05.03	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA GALERIA DE DESCARGA fy=4,200 kg/cm2	kg	2,001.71	3.55	7,106.07

Presupuesto

Presupuesto 1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC
Cliente S10 S.A.C.
Lugar CUSCO - PARURO - PACCARITAMBO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
06.06	ESTRUCTURA PARA COBERTURA LIVIANA				19,402.97
06.06.01	TIJERAL DE MADERA DE 3"X6" L=11.00 m	und	6.00	1,727.58	10,365.48
06.06.02	CORREAS 3"X2"	m	16.00	8.92	142.72
06.06.03	COBERTURA CON TEJA ANDINA	m2	205.01	40.81	8,366.46
06.06.04	CUMBRERA TEJA ANDINA	m	19.75	26.75	528.31
06.07	ARQUITECTURA Y ACABADOS				29,299.10
06.07.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA.				10,538.88
06.07.01.01	MUROS DE SOGA LADRILLO KK MECANIZADO, CEMENTO:ARENA	m2	156.34	67.41	10,538.88
06.07.02	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS				9,825.22
06.07.02.01	TARRAJEO PRIMARIO O RAYADO	m2	7.87	14.65	115.30
06.07.02.02	TARRAJEO EN EXTERIORES	m2	259.95	16.12	4,190.39
06.07.02.03	TARRAJEO EN MUROS INTERIORES	m2	309.30	16.12	4,985.92
06.07.02.04	VESTIDURAS Y DERRAMES C:A 1:5	m	55.70	9.58	533.61
06.07.03	PISOS				506.38
06.07.03.01	PISO CERAMICO 40 X 40 ANTIDESLIZANTE	m2	10.43	48.55	506.38
06.07.04	CARPINTERIA DE MADERA				3,912.25
06.07.04.01	PUERTA MACIZA A DOS HOJAS 1.20X2.40m	und	1.00	3,912.25	3,912.25
06.07.05	VIDRIOS				209.38
06.07.05.01	VIDRIO BLANCO DE 6mm.	p2	17.85	11.73	209.38
06.07.06	PINTURAS				4,306.99
06.07.06.01	PINTURA VINILICA EN MUROS INTERIORES	m2	309.30	7.63	2,359.96
06.07.06.02	PINTURA LATEX EN MUROS EXTERIORES	m2	259.95	7.49	1,947.03
07	OBRAS MECANICAS				4,657,876.19
07.01	ALINEAMIENTO, COLOCACION Y APUNTALAMIENTO DE TUBO	m	630.00	6,574.09	4,141,676.70
07.02	JUNTA DESOLDADURA CIRCUNFERENCIAL	m	979.20	170.42	166,875.26
07.03	COLOCACION DE JUNTA DE DILATACION SOLDABLE	pza	7.00	17,900.77	125,305.39
07.04	COLOCACION DE VALVULA MARIPOSA, DN 54", CIERRE POR	und	1.00	64,577.79	64,577.79
07.05	SOLDADO DE BRIDAS DE ANCLAJE	pza	45.00	470.97	21,193.65
07.06	ARENADO DE TUBERIA DE ACERO	m2	2,570.40	24.10	61,946.64
07.07	PINTURA EPOXICA DE TUBERIAS DE ACERO BASE Y ACABADO	m2	2,570.40	22.95	58,990.68
07.08	PRUEBA HIDRAULICA	und	1.00	2,473.58	2,473.58
07.09	INSTALACION DE ABRAZADERAS	pza	25.00	593.46	14,836.50
08	EQUIPAMIENTO MECANICO DE LA CENTRAL				1,793,090.00
08.01	TURBINA FRANCIS, Q=5M3, HM=54M	und	2.00	655,932.00	1,311,864.00
08.02	REGULADOR DE VELOCIDAD	und	2.00	101,690.00	203,380.00
08.03	ACOPLAMIENTO FLEXIBLE	und	2.00	25,423.00	50,846.00
08.04	VALVULA MARIPOSA PRINCIPAL	und	2.00	61,000.00	122,000.00
08.05	TRANSPORTE, MONTAJE Y PRUEBAS (PART. MECANICA)	glb	1.00	105,000.00	105,000.00
09	MITIGACION AMBIENTAL				14,600.00
09.01	REVEGETACION	glb	1.00	10,000.00	10,000.00
09.02	ACOMODO DE MATERIAL Y CIERRE DE CANTERAS	glb	1.00	4,600.00	4,600.00
10	TRANSPORTE				249,000.00
10.01	TRANSPORTE EQUIPOS, MAQUINAS Y ACCESORIOS DE OBRA	glb	1.00	100,000.00	100,000.00
10.02	FLETE DE TRANSPORTE TERRESTRE DE ACCESORIOS, TUBERIAS CUSCO-OBRA	ton	245.00	200.00	49,000.00
10.03	FLETE TERRESTRE MATERIALES	glb	1.00	100,000.00	100,000.00

Presupuesto

Presupuesto 1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC
Cliente S10 S.A.C.
Lugar CUSCO - PARURO - PACCARITAMBO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
	COSTO DIRECTO				9,043,833.27
	GASTOS GENERALES 10%				904,383.33
	UTILIDAD 5%				452,191.66

	SUB TOTAL				10,400,408.26
	IGV 18%				1,872,073.49
					==========
	TOTAL PRESUPUESTO				12,272,481.75

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201002	PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC			
Subpresupuesto	001	BOCATOMA		Fecha presupuesto	20/05/2013

Partida 01.01.01 CAMPAMENTO PROVISIONAL PARA OBRA Y SUPERVISION

Rendimiento glb/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : glb **20,000.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
0292020003	CAMPAMENTO PROVICIONAL	glb			1.0000	20,000.00	20,000.00
						20,000.00	

Partida 01.01.02 CARTEL DE OBRA

Rendimiento und/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : und **824.08**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.5000	4.0000	13.14	52.56
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	8.0000	12.02	96.16
0101010005	PEON		hh	2.0000	16.0000	9.44	151.04
						299.76	
	Materiales						
02041200010004	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"		kg		1.5000	4.20	6.30
0207030001	HORMIGON		m3		0.5000	38.00	19.00
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.9000	19.70	17.73
0231010005	MADERA TORNILLO CEPILLADA		p2		70.0000	3.00	210.00
02310500010007	TRIPLAY DE 4´X8´X 4 mm		pln		4.0000	25.60	102.40
0240020017	PINTURA ESMALTE SINTETICO		gal		0.6000	34.00	20.40
02460700010008	PERNOS HEXAGONALES DE 3/4"X 3 1/2"		pza		9.0000	15.50	139.50
						515.33	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	299.76	8.99
						8.99	

Partida 01.01.03 TRAZO Y REPLANTEO

Rendimiento m2/DIA MO. 400.0000 EQ. 400.0000 Costo unitario directo por : m2 **0.70**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0020	13.14	0.03
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0200	12.02	0.24
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.0200	9.44	0.19
						0.46	
	Materiales						
02130300010001	YESO BOLSA 18 kg		bol		0.0050	15.55	0.08
0292010001	CORDEL		m		0.1824	0.80	0.15
						0.23	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.46	0.01
						0.01	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC
Subpresupuesto 001 BOCATOMA Fecha presupuesto 20/05/2013

Partida 01.02.01.01 EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL SUELTO EQUIPO

Rendimiento m3/DIA MO. 100.0000 EQ. 100.0000 Costo unitario directo por : m3 **11.99**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.1600	9.44	1.51
						1.51	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	1.51	0.08
03011700020001	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 58 HP 1/2 y3		hm	1.0000	0.0800	130.00	10.40
						10.48	

Partida 01.02.02.01 EMBOQUILLADO DE PIEDRA CON CONCRETO f'c=140 kg/cm2 e=0.30m

Rendimiento m3/DIA MO. 18.0000 EQ. 18.0000 Costo unitario directo por : m3 **204.23**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	0.8889	12.02	10.68
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.8889	9.44	8.39
						19.07	
	Materiales						
0207010006	PIEDRA GRANDE DE 8"		m3		0.4800	40.00	19.20
0207030001	HORMIGON		m3		1.1300	38.00	42.94
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		6.0000	19.70	118.20
0290130022	AGUA		m3		0.1900	1.68	0.32
						180.66	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	19.07	0.95
03012900010002	VIBRADOR DE 3/4"-2" CONCRETO		hm	1.8000	0.8000	4.00	3.20
0301290004	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3		hm	0.1238	0.0550	6.39	0.35
						4.50	

Partida 01.02.02.02 ENCOFRADO DE BARRAJE

Rendimiento m2/DIA MO. 8.0000 EQ. 8.0000 Costo unitario directo por : m2 **57.37**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.2000	0.2000	13.14	2.63
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	1.0000	12.02	12.02
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	2.0000	10.45	20.90
						35.55	
	Materiales						
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg		0.1200	3.89	0.47
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.2000	4.20	0.84
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"		kg		0.1000	4.20	0.42
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		5.2300	3.50	18.31
						20.04	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201002	PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC	
Subpresupuesto	001	BOCATOMA	Fecha presupuesto 20/05/2013

	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	5.0000	35.55	1.78	
				1.78		

Partida 01.02.02.03 CONCRETO f'c=175 kg/cm2 + 25% PG. (TAM. MAX 6")

Rendimiento m3/DIA MO. 12.0000 EQ. 12.0000 Costo unitario directo por : m3 **294.13**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh		1.0000	0.6667	12.02	8.01
0101010004	OFICIAL	hh		1.0000	0.6667	10.45	6.97
0101010005	PEON	hh		9.0000	6.0000	9.44	56.64
						71.62	
	Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3			0.9000	45.00	40.50
02070200010002	ARENA GRUESA	m3			0.4000	48.00	19.20
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3			0.1850	1.68	0.31
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol			8.0000	19.70	157.60
0231010001	MADERA TORNILLO	p2			0.0833	3.50	0.29
						217.90	
	Equipos						
03012900010004	VIBRADOR A GASOLINA	día		1.0000	0.0833	4.20	0.35
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm		1.0000	0.6667	6.39	4.26
						4.61	

Partida 01.03.02 EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CIMIENTOS

Rendimiento m3/DIA MO. 3.0000 EQ. 3.0000 Costo unitario directo por : m3 **29.53**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh		0.1000	0.2667	13.14	3.50
0101010005	PEON	hh		1.0000	2.6667	9.44	25.17
						28.67	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	28.67	0.86
						0.86	

Partida 01.03.04 SOLADO PARA CIMENTACIONES ARMADAS

Rendimiento m2/DIA MO. EQ. Costo unitario directo por : m2 **19.51**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh			0.0800	12.02	0.96
0101010004	OFICIAL	hh			0.1200	10.45	1.25
0101010005	PEON	hh			0.5600	9.44	5.29
						7.50	
	Materiales						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC					
Subpresupuesto	001 BOCATOMA				Fecha presupuesto	20/05/2013
0201030001	GASOLINA	gal		0.0600	12.50	0.75
0207030001	HORMIGON	m3		0.0890	38.00	3.38
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0100	1.68	0.02
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.3960	19.70	7.80
					11.95	
	Equipos					
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm		0.0100	6.39	0.06
					0.06	

Partida 01.03.06 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURA CARAVISTA

Rendimiento m2/DIA MO. 8.0000 EQ. 8.0000 Costo unitario directo por : m2 **48.67**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	1.0000	12.02	12.02
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	2.0000	10.45	20.90
						32.92	
	Materiales						
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg		0.2000	3.89	0.78
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.1000	4.20	0.42
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"		kg		0.1000	4.20	0.42
02221400020001	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS		gal		0.0200	25.00	0.50
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		2.8000	3.50	9.80
02310500010004	TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 19 mm		pln		0.0868	25.10	2.18
						14.10	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	32.92	1.65
						1.65	

Partida 01.03.07 CONCRETO MUROS f'c=210 kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO. 10.0000 EQ. 10.0000 Costo unitario directo por : m3 **401.01**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0800	13.14	1.05
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	1.6000	12.02	19.23
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.8000	10.45	8.36
0101010005	PEON		hh	12.0000	9.6000	9.44	90.62
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	2.0000	1.6000	12.30	19.68
						138.94	
	Materiales						
0201010022	ACEITE PARA MOTOR SAE-30		gal		0.0080	15.00	0.12
02010300010001	GASOLINA 84		gal		0.3600	12.50	4.50
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		0.6100	45.00	27.45
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.4700	48.00	22.56
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		9.8800	19.70	194.64
0290130022	AGUA		m3		0.1890	1.68	0.32
						249.59	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201002	PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC	
Subpresupuesto	001	BOCATOMA	Fecha presupuesto 20/05/2013

	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	138.94	4.17
03012900010002	VIBRADOR DE 3/4"-2" CONCRETO	hm	1.0000	0.8000	4.00	3.20
0301290004	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1.0000	0.8000	6.39	5.11
					12.48	

Partida 01.03.08 ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MUROS fy=4,200 kg/cm2

Rendimiento kg/DIA MO. 270.0000 EQ. 270.0000 osto unitario directo por : kg **3.62**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh		0.1000	0.0030	13.14	0.04
0101010003	OPERARIO	hh		1.0000	0.0296	12.02	0.36
0101010004	OFICIAL	hh		1.0000	0.0296	10.45	0.31
						0.71	
	Materiales					
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg			0.0500	3.89	0.19
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg			1.0700	2.50	2.68
						2.87	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.71	0.02
03013300020003	CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO	hm		1.0000	0.0296	0.59	0.02
						0.04	

Partida 01.04.02 EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CIMIENTOS

Rendimiento m3/DIA MO. 3.0000 EQ. 3.0000 osto unitario directo por : m3 **29.53**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh		0.1000	0.2667	13.14	3.50
0101010005	PEON	hh		1.0000	2.6667	9.44	25.17
						28.67	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	28.67	0.86
						0.86	

Partida 01.04.04 SOLADO PARA CIMENTACIONES ARMADAS

Rendimiento m2/DIA MO. EQ. Costo unitario directo por : m2 **19.51**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh			0.0800	12.02	0.96
0101010004	OFICIAL	hh			0.1200	10.45	1.25
0101010005	PEON	hh			0.5600	9.44	5.29
						7.50	
	Materiales					
0201030001	GASOLINA	gal			0.0600	12.50	0.75

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201002	PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC	
Subpresupuesto	001	BOCATOMA	Fecha presupuesto 20/05/2013

0207030001	HORMIGON	m3	0.0890	38.00	3.38
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3	0.0100	1.68	0.02
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	0.3960	19.70	7.80
				11.95	
	Equipos				
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	0.0100	6.39	0.06
				0.06	

Partida 01.04.06 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURA CARAVISTA

Rendimiento m2/DIA MO. 8.0000 EQ. 8.0000 Costo unitario directo por : m2 **48.67**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh		1.0000	1.0000	12.02	12.02
0101010004	OFICIAL	hh		2.0000	2.0000	10.45	20.90
						32.92	
	Materiales						
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg			0.2000	3.89	0.78
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg			0.1000	4.20	0.42
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg			0.1000	4.20	0.42
02221400020001	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS	gal			0.0200	25.00	0.50
0231010001	MADERA TORNILLO	p2			2.8000	3.50	9.80
02310500010004	TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 19 mm	pln			0.0868	25.10	2.18
						14.10	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			5.0000	32.92	1.65
						1.65	

Partida 01.04.07 CONCRETO MUROS f'c=210 kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO. 10.0000 EQ. 10.0000 Costo unitario directo por : m3 **401.01**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh		0.1000	0.0800	13.14	1.05
0101010003	OPERARIO	hh		2.0000	1.6000	12.02	19.23
0101010004	OFICIAL	hh		1.0000	0.8000	10.45	8.36
0101010005	PEON	hh		12.0000	9.6000	9.44	90.62
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh		2.0000	1.6000	12.30	19.68
						138.94	
	Materiales						
0201010022	ACEITE PARA MOTOR SAE-30	gal			0.0080	15.00	0.12
02010300010001	GASOLINA 84	gal			0.3600	12.50	4.50
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3			0.6100	45.00	27.45
02070200010002	ARENA GRUESA	m3			0.4700	48.00	22.56
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol			9.8800	19.70	194.64
0290130022	AGUA	m3			0.1890	1.68	0.32
						249.59	
	Equipos						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC					
Subpresupuesto	001 BOCATOMA				Fecha presupuesto	20/05/2013
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	138.94	4.17
03012900010002	VIBRADOR DE 3/4"-2" CONCRETO	hm	1.0000	0.8000	4.00	3.20
0301290004	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1.0000	0.8000	6.39	5.11
					12.48	

Partida 01.04.08 ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MUROS fy=4,200 kg/cm2

Rendimiento kg/DIA MO. 270.0000 EQ. 270.0000 osto unitario directo por : kg **3.62**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh		0.1000	0.0030	13.14	0.04
0101010003	OPERARIO	hh		1.0000	0.0296	12.02	0.36
0101010004	OFICIAL	hh		1.0000	0.0296	10.45	0.31
						0.71	
	Materiales						
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg			0.0500	3.89	0.19
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg			1.0700	2.50	2.68
						2.87	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.71	0.02
03013300020003	CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO	hm		1.0000	0.0296	0.59	0.02
						0.04	

Partida 01.05.02 EXCAVACION A MANO EN TERRENO NORMAL

Rendimiento m3/DIA MO. EQ. Costo unitario directo por : m3 **25.32**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh			0.2286	13.14	3.00
0101010005	PEON	hh			2.2857	9.44	21.58
						24.58	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	24.58	0.74
						0.74	

Partida 01.05.04 SOLADO PARA CIMENTACIONES ARMADAS

Rendimiento m2/DIA MO. EQ. Costo unitario directo por : m2 **19.51**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh			0.0800	12.02	0.96
0101010004	OFICIAL	hh			0.1200	10.45	1.25
0101010005	PEON	hh			0.5600	9.44	5.29
						7.50	
	Materiales						
0201030001	GASOLINA	gal			0.0600	12.50	0.75
0207030001	HORMIGON	m3			0.0890	38.00	3.38

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC		
Subpresupuesto	001 BOCATOMA	Fecha presupuesto	20/05/2013

0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3	0.0100	1.68	0.02
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	0.3960	19.70	7.80
				11.95	
	Equipos				
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	0.0100	6.39	0.06
				0.06	

Partida 01.05.05.01.01 CONCRETO LOSA DE FONDO f'c=210 kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO. 10.0000 EQ. 10.0000 osto unitario directo por : m3 **401.01**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh		0.1000	0.0800	13.14	1.05
0101010003	OPERARIO	hh		2.0000	1.6000	12.02	19.23
0101010004	OFICIAL	hh		1.0000	0.8000	10.45	8.36
0101010005	PEON	hh		12.0000	9.6000	9.44	90.62
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh		2.0000	1.6000	12.30	19.68
						138.94	
	Materiales						
0201010022	ACEITE PARA MOTOR SAE-30	gal			0.0080	15.00	0.12
02010300010001	GASOLINA 84	gal			0.3600	12.50	4.50
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3			0.6100	45.00	27.45
02070200010002	ARENA GRUESA	m3			0.4700	48.00	22.56
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol			9.8800	19.70	194.64
0290130022	AGUA	m3			0.1890	1.68	0.32
						249.59	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	138.94	4.17
03012900010002	VIBRADOR DE 3/4"-2" CONCRETO	hm		1.0000	0.8000	4.00	3.20
0301290004	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm		1.0000	0.8000	6.39	5.11
						12.48	

Partida 01.05.05.01.02 ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA LOSAS fy=4,200 kg/cm2

Rendimiento kg/DIA MO. 270.0000 EQ. 270.0000 osto unitario directo por : kg **3.62**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh		0.1000	0.0030	13.14	0.04
0101010003	OPERARIO	hh		1.0000	0.0296	12.02	0.36
0101010004	OFICIAL	hh		1.0000	0.0296	10.45	0.31
						0.71	
	Materiales						
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg			0.0500	3.89	0.19
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg			1.0700	2.50	2.68
						2.87	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.71	0.02
03013300020003	CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO	hm		1.0000	0.0296	0.59	0.02

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC		
Subpresupuesto	001 BOCATOMA	Fecha presupuesto	20/05/2013

0.04

Partida 01.05.05.02.01 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURA CARAVISTA

Rendimiento m2/DIA MO. 8.0000 EQ. 8.0000 Costo unitario directo por : m2 **48.67**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh		1.0000	1.0000	12.02	12.02
0101010004	OFICIAL	hh		2.0000	2.0000	10.45	20.90
						32.92	
	Materiales						
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg			0.2000	3.89	0.78
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg			0.1000	4.20	0.42
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg			0.1000	4.20	0.42
02221400020001	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS	gal			0.0200	25.00	0.50
0231010001	MADERA TORNILLO	p2			2.8000	3.50	9.80
02310500010004	TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 19 mm	pln			0.0868	25.10	2.18
						14.10	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			5.0000	32.92	1.65
						1.65	

Partida 01.05.05.02.02 CONCRETO MUROS f'c=210 kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO. 10.0000 EQ. 10.0000 Costo unitario directo por : m3 **401.01**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh		0.1000	0.0800	13.14	1.05
0101010003	OPERARIO	hh		2.0000	1.6000	12.02	19.23
0101010004	OFICIAL	hh		1.0000	0.8000	10.45	8.36
0101010005	PEON	hh		12.0000	9.6000	9.44	90.62
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh		2.0000	1.6000	12.30	19.68
						138.94	
	Materiales						
0201010022	ACEITE PARA MOTOR SAE-30	gal			0.0080	15.00	0.12
02010300010001	GASOLINA 84	gal			0.3600	12.50	4.50
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3			0.6100	45.00	27.45
02070200010002	ARENA GRUESA	m3			0.4700	48.00	22.56
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol			9.8800	19.70	194.64
0290130022	AGUA	m3			0.1890	1.68	0.32
						249.59	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	138.94	4.17
03012900010002	VIBRADOR DE 3/4"-2" CONCRETO	hm		1.0000	0.8000	4.00	3.20
0301290004	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm		1.0000	0.8000	6.39	5.11
						12.48	

Partida 01.05.05.02.03 ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MUROS fy=4,200 kg/cm2

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC
Subpresupuesto 001 BOCATOMA Fecha presupuesto 20/05/2013

Rendimiento kg/DIA MO. 270.0000 EQ. 270.0000 osto unitario directo por : kg **3.62**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0030	13.14	0.04
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0296	12.02	0.36
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0296	10.45	0.31
						0.71	
	Materiales						
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16		kg		0.0500	3.89	0.19
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		1.0700	2.50	2.68
						2.87	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.71	0.02
03013300020003	CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO		hm	1.0000	0.0296	0.59	0.02
						0.04	

Partida 01.06.02 EXCAVACION A MANO EN TERRENO NORMAL

Rendimiento m3/DIA MO. EQ. Costo unitario directo por : m3 **25.32**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh		0.2286	13.14	3.00
0101010005	PEON		hh		2.2857	9.44	21.58
						24.58	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	24.58	0.74
						0.74	

Partida 01.06.04 SOLADO PARA CIMENTACIONES ARMADAS

Rendimiento m2/DIA MO. EQ. Costo unitario directo por : m2 **19.51**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh		0.0800	12.02	0.96
0101010004	OFICIAL		hh		0.1200	10.45	1.25
0101010005	PEON		hh		0.5600	9.44	5.29
						7.50	
	Materiales						
0201030001	GASOLINA		gal		0.0600	12.50	0.75
0207030001	HORMIGON		m3		0.0890	38.00	3.38
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.0100	1.68	0.02
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.3960	19.70	7.80
						11.95	
	Equipos						
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO		hm		0.0100	6.39	0.06
						0.06	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC
Subpresupuesto 001 BOCATOMA Fecha presupuesto 20/05/2013

Partida 01.06.05.01.01 CONCRETO LOSA DE FONDO f'c=210 kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO. 10.0000 EQ. 10.0000 osto unitario directo por : m3 **401.01**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0800	13.14	1.05
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	1.6000	12.02	19.23
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.8000	10.45	8.36
0101010005	PEON		hh	12.0000	9.6000	9.44	90.62
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	2.0000	1.6000	12.30	19.68
						138.94	
	Materiales						
0201010022	ACEITE PARA MOTOR SAE-30		gal		0.0080	15.00	0.12
02010300010001	GASOLINA 84		gal		0.3600	12.50	4.50
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		0.6100	45.00	27.45
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.4700	48.00	22.56
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		9.8800	19.70	194.64
0290130022	AGUA		m3		0.1890	1.68	0.32
						249.59	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	138.94	4.17
03012900010002	VIBRADOR DE 3/4"-2" CONCRETO		hm	1.0000	0.8000	4.00	3.20
0301290004	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3		hm	1.0000	0.8000	6.39	5.11
						12.48	

Partida 01.06.05.01.02 ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA LOSAS fy=4,200 kg/cm2

Rendimiento kg/DIA MO. 270.0000 EQ. 270.0000 osto unitario directo por : kg **3.62**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0030	13.14	0.04
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0296	12.02	0.36
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0296	10.45	0.31
						0.71	
	Materiales						
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16		kg		0.0500	3.89	0.19
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		1.0700	2.50	2.68
						2.87	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.71	0.02
03013300020003	CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO		hm	1.0000	0.0296	0.59	0.02
						0.04	

Partida 01.06.05.02.01 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURA CARAVISTA

Rendimiento m2/DIA MO. 8.0000 EQ. 8.0000 osto unitario directo por : m2 **48.67**

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC
Subpresupuesto 001 BOCATOMA Fecha presupuesto 20/05/2013

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	1.0000	12.02	12.02
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	2.0000	10.45	20.90
						32.92	
	Materiales						
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg		0.2000	3.89	0.78
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.1000	4.20	0.42
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"		kg		0.1000	4.20	0.42
02221400020001	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS		gal		0.0200	25.00	0.50
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		2.8000	3.50	9.80
02310500010004	TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 19 mm		pln		0.0868	25.10	2.18
						14.10	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	32.92	1.65
						1.65	

Partida 01.06.05.02.02 CONCRETO MUROS f'c=210 kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO. 10.0000 EQ. 10.0000 osto unitario directo por : m3 **401.01**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0800	13.14	1.05
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	1.6000	12.02	19.23
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.8000	10.45	8.36
0101010005	PEON		hh	12.0000	9.6000	9.44	90.62
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	2.0000	1.6000	12.30	19.68
						138.94	
	Materiales						
0201010022	ACEITE PARA MOTOR SAE-30		gal		0.0080	15.00	0.12
02010300010001	GASOLINA 84		gal		0.3600	12.50	4.50
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		0.6100	45.00	27.45
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.4700	48.00	22.56
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		9.8800	19.70	194.64
0290130022	AGUA		m3		0.1890	1.68	0.32
						249.59	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	138.94	4.17
03012900010002	VIBRADOR DE 3/4"-2" CONCRETO		hm	1.0000	0.8000	4.00	3.20
0301290004	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3		hm	1.0000	0.8000	6.39	5.11
						12.48	

Partida 01.06.05.02.03 ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MUROS fy=4,200 kg/cm2

Rendimiento kg/DIA MO. 270.0000 EQ. 270.0000 osto unitario directo por : kg **3.62**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0030	13.14	0.04

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC						
Subpresupuesto	001 BOCATOMA					Fecha presupuesto	20/05/2013
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0296		12.02	0.36
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0296		10.45	0.31
						0.71	
	Materiales						
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.0500		3.89	0.19
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0700		2.50	2.68
						2.87	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000		0.71	0.02
03013300020003	CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO	hm	1.0000	0.0296		0.59	0.02
						0.04	

Partida 01.06.06.01 BARANDA DE TUBO DE FIERRO NEGRO = 1 1/2", H=1.10M

Rendimiento m/DIA MO. 50.0000 EQ. 50.0000 Costo unitario directo por : m **85.52**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh		2.0000	0.3200	12.02	3.85
0101010005	PEON	hh		1.0000	0.1600	9.44	1.51
						5.36	
	Materiales						
02671100060005	BARANDA FIERRO NEGRO D=1 1/2" (Según diseño)	m			1.0000	80.00	80.00
						80.00	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	5.36	0.16
						0.16	

Partida 01.06.06.02 COMPUERTA METALICA DE 1.30X1.00 m

Rendimiento und/DIA MO. 2.0000 EQ. 2.0000 sto unitario directo por : und **1,188.42**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh		1.0000	4.0000	12.02	48.08
0101010005	PEON	hh		1.0000	4.0000	9.44	37.76
						85.84	
	Materiales						
02902400010033	COMPUERTA PLANA 1.30X1.00M	und			1.0000	1,100.00	1,100.00
						1,100.00	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	85.84	2.58
						2.58	

Partida 01.06.06.03 COMPUERTA METALICA DE 1.30X0.85 m

Rendimiento und/DIA MO. 2.0000 EQ. 2.0000 sto unitario directo por : und **1,188.42**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC						
Subpresupuesto	001 BOCATOMA					Fecha presupuesto	20/05/2013
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	4.0000	12.02	48.08
0101010005	PEON		hh	1.0000	4.0000	9.44	37.76
						85.84	
	Materiales						
02902400010034	COMPUERTA PLANA 1.30X0.85M		und		1.0000	1,100.00	1,100.00
						1,100.00	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	85.84	2.58
						2.58	
Partida	01.06.06.04		REJILLA METALLICA DE CAPTACION 4.30X1.30m				
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000		EQ. 1.0000		sto unitario directo por : und	**2,587.35**
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	3.0000	24.0000	12.02	288.48
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	16.0000	10.45	167.20
						455.68	
	Materiales						
0271050148	REJA METALICA DE CAPTACION 4.30X1.30m		glb		1.0000	2,118.00	2,118.00
						2,118.00	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	455.68	13.67
						13.67	
Partida	01.06.06.05		ESCALERA METALICA TIPO GATO D=1 1/2"				
Rendimiento	m/DIA	MO. 40.0000		EQ. 40.0000		Costo unitario directo por : m	**48.44**
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.2000	12.02	2.40
0101010005	PEON		hh	0.5000	0.1000	9.44	0.94
						3.34	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	3.34	0.10
						0.10	
	Subcontratos						
04110400020007	SC ESCALERA DE GATO D=1 1/2"		m		1.0000	45.00	45.00
						45.00	
Partida	02.02		LOCALIZACION, TRAZO Y REEPLANTEO DE OBRAS				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 200.0000		EQ. 200.0000		sto unitario directo por : m2	**2.56**
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.0800	9.44	0.76
01010300000005	OPERARIO TOPOGRAFO		hh	1.0000	0.0400	13.00	0.52
						1.28	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC					
Subpresupuesto	001 BOCATOMA				Fecha presupuesto	20/05/2013
	Materiales					
0207030001	HORMIGON	m3		0.0020	38.00	0.08
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0006	1.68	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.0180	19.70	0.35
02130400010001	TIZA BOLSA DE 40 kg	und		0.0200	14.32	0.29
02130600010001	OCRE ROJO	kg		0.0100	8.70	0.09
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0.0050	22.00	0.11
					0.92	
	Equipos					
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	día	1.0000	0.0050	30.00	0.15
03010000110001	TEODOLITO	día	1.0000	0.0050	40.00	0.20
03014900010001	CORDEL	rll		0.0015	6.80	0.01
					0.36	

Partida 02.04 EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL SUELTO EQUIPO

Rendimiento m3/DIA MO. 100.0000 EQ. 100.0000 Costo unitario directo por : m3 **11.99**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.1600	9.44	1.51
						1.51	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	1.51	0.08
03011700020001	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 58 HP 1/2 y3		hm	1.0000	0.0800	130.00	10.40
						10.48	

Partida 02.06 SOLADO PARA ESTRUCTURAS ARMADAS (FC=100 KG/CM2)

Rendimiento m2/DIA MO. EQ. Costo unitario directo por : m2 **19.51**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh		0.0800	12.02	0.96
0101010004	OFICIAL		hh		0.1200	10.45	1.25
0101010005	PEON		hh		0.5600	9.44	5.29
						7.50	
	Materiales						
0201030001	GASOLINA		gal		0.0600	12.50	0.75
0207030001	HORMIGON		m3		0.0890	38.00	3.38
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.0100	1.68	0.02
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.3960	19.70	7.80
						11.95	
	Equipos						
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO		hm		0.0100	6.39	0.06
						0.06	

Partida 02.07.01.01 CONCRETO LOSA DE FONDO f'c=210 kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO. 10.0000 EQ. 10.0000 Costo unitario directo por : m3 **401.01**

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC
Subpresupuesto 001 BOCATOMA Fecha presupuesto 20/05/2013

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0800	13.14	1.05
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	1.6000	12.02	19.23
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.8000	10.45	8.36
0101010005	PEON		hh	12.0000	9.6000	9.44	90.62
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	2.0000	1.6000	12.30	19.68
						138.94	
	Materiales						
0201010022	ACEITE PARA MOTOR SAE-30		gal		0.0080	15.00	0.12
02010300010001	GASOLINA 84		gal		0.3600	12.50	4.50
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		0.6100	45.00	27.45
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.4700	48.00	22.56
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		9.8800	19.70	194.64
0290130022	AGUA		m3		0.1890	1.68	0.32
						249.59	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	138.94	4.17
03012900010002	VIBRADOR DE 3/4"-2" CONCRETO		hm	1.0000	0.8000	4.00	3.20
0301290004	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3		hm	1.0000	0.8000	6.39	5.11
						12.48	

Partida 02.07.01.02 ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA LOSAS fy=4,200 kg/cm2

Rendimiento kg/DIA MO. 270.0000 EQ. 270.0000 osto unitario directo por : kg **3.62**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0030	13.14	0.04
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0296	12.02	0.36
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0296	10.45	0.31
						0.71	
	Materiales						
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16		kg		0.0500	3.89	0.19
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		1.0700	2.50	2.68
						2.87	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.71	0.02
03013300020003	CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO		hm	1.0000	0.0296	0.59	0.02
						0.04	

Partida 02.07.02.01 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURA CARAVISTA

Rendimiento m2/DIA MO. 8.0000 EQ. 8.0000 osto unitario directo por : m2 **48.67**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	1.0000	12.02	12.02
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	2.0000	10.45	20.90

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC		
Subpresupuesto	001 BOCATOMA	Fecha presupuesto	20/05/2013

				32.92	
	Materiales				
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg	0.2000	3.89	0.78
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	0.1000	4.20	0.42
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg	0.1000	4.20	0.42
02221400020001	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS	gal	0.0200	25.00	0.50
0231010001	MADERA TORNILLO	p2	2.8000	3.50	9.80
02310500010004	TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 19 mm	pln	0.0868	25.10	2.18
				14.10	
	Equipos				
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	5.0000	32.92	1.65
				1.65	

Partida 02.07.02.02 CONCRETO MUROS f'c=210 kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO. 10.0000 EQ. 10.0000 osto unitario directo por : m3 **401.01**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh		0.1000	0.0800	13.14	1.05
0101010003	OPERARIO	hh		2.0000	1.6000	12.02	19.23
0101010004	OFICIAL	hh		1.0000	0.8000	10.45	8.36
0101010005	PEON	hh		12.0000	9.6000	9.44	90.62
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh		2.0000	1.6000	12.30	19.68
						138.94	
	Materiales						
0201010022	ACEITE PARA MOTOR SAE-30	gal			0.0080	15.00	0.12
02010300010001	GASOLINA 84	gal			0.3600	12.50	4.50
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3			0.6100	45.00	27.45
02070200010002	ARENA GRUESA	m3			0.4700	48.00	22.56
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol			9.8800	19.70	194.64
0290130022	AGUA	m3			0.1890	1.68	0.32
						249.59	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	138.94	4.17
03012900010002	VIBRADOR DE 3/4"-2" CONCRETO	hm		1.0000	0.8000	4.00	3.20
0301290004	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm		1.0000	0.8000	6.39	5.11
						12.48	

Partida 02.07.02.03 ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MUROS fy=4,200 kg/cm2

Rendimiento kg/DIA MO. 270.0000 EQ. 270.0000 osto unitario directo por : kg **3.62**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh		0.1000	0.0030	13.14	0.04
0101010003	OPERARIO	hh		1.0000	0.0296	12.02	0.36
0101010004	OFICIAL	hh		1.0000	0.0296	10.45	0.31
						0.71	
	Materiales						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC						
Subpresupuesto	001 BOCATOMA					Fecha presupuesto	20/05/2013
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.0500		3.89	0.19
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0700		2.50	2.68
						2.87	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000		0.71	0.02
03013300020003	CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO	hm	1.0000	0.0296		0.59	0.02
						0.04	
Partida	02.08.01	TARRAJEO IMPERMEABILIZADO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 10.0000		EQ. 10.0000		sto unitario directo por : m2	**25.31**
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh		1.0000	0.8000	12.02	9.62
0101010005	PEON	hh		0.5000	0.4000	9.44	3.78
						13.40	
	Materiales						
0207020001	ARENA	m3			0.0237	55.00	1.30
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol			0.1683	19.70	3.32
02130200020001	CAL HIDRATADA BOLSA 14 kg	bol			0.1045	15.50	1.62
0222030002	SIKA 1 (balde de 20 kg)	bal			0.1431	36.00	5.15
0231010001	MADERA TORNILLO	p2			0.1330	3.50	0.47
						11.86	
	Equipos						
03010600020001	REGLA DE ALUMINIO 1" X 4" X 8"	und			0.0020	25.00	0.05
						0.05	
Partida	02.09.01	ESCALERA METALICA TIPO GATO D=1 1/2"					
Rendimiento	m/DIA	MO. 40.0000		EQ. 40.0000		osto unitario directo por : m	**48.44**
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh		1.0000	0.2000	12.02	2.40
0101010005	PEON	hh		0.5000	0.1000	9.44	0.94
						3.34	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	3.34	0.10
						0.10	
	Subcontratos						
04110400020007	SC ESCALERA DE GATO D=1 1/2"	m			1.0000	45.00	45.00
						45.00	
Partida	02.09.02	COMPUERTA METALICA DE 1.30X0.85 m					
Rendimiento	und/DIA	MO. 2.0000		EQ. 2.0000		sto unitario directo por : und	**1,188.42**
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC						
Subpresupuesto	001 BOCATOMA					Fecha presupuesto	20/05/2013
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	4.0000	12.02	48.08
0101010005	PEON		hh	1.0000	4.0000	9.44	37.76
						85.84	
	Materiales						
02902400010034	COMPUERTA PLANA 1.30X0.85M		und		1.0000	1,100.00	1,100.00
						1,100.00	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	85.84	2.58
						2.58	
Partida	02.09.03		COMPUERTA METALICA DE 2.20 X 1.15 M				
Rendimiento	und/DIA		MO. 10.0000		EQ. 10.0000	sto unitario directo por : und	**2,317.69**
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.8000	12.02	9.62
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.8000	9.44	7.55
						17.17	
	Materiales						
02902400010035	COMPUERTA PLANA 2.20X1.15 M		und		1.0000	2,300.00	2,300.00
						2,300.00	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	17.17	0.52
						0.52	
Partida	03.01.01		LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL				
Rendimiento	m2/DIA		MO. 50.0000		EQ. 50.0000	sto unitario directo por : m2	**1.75**
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	0.1000	0.0160	12.02	0.19
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.1600	9.44	1.51
						1.70	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.70	0.05
						0.05	
Partida	03.01.02		TRAZO, NIVELES Y REEPLANTEO DE CANAL				
Rendimiento	km/DIA		MO. 0.2500		EQ. 0.2500	sto unitario directo por : km	**582.53**
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
01010300000005	OPERARIO TOPOGRAFO		hh	0.2500	8.0000	13.00	104.00
01010300030001	AYUDANTE DE TOPOGRAFIA		día	1.0000	4.0000	10.44	41.76
						145.76	
	Materiales						
0231040001	ESTACAS DE MADERA		und		8.0000	7.50	60.00

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC
Subpresupuesto 001 BOCATOMA Fecha presupuesto 20/05/2013

0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0.2000	22.00	4.40
					64.40	
	Equipos					
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	día	1.0000	4.0000	30.00	120.00
03010000110001	TEODOLITO	día	1.0000	4.0000	40.00	160.00
0301000014	MIRAS	día	2.0000	8.0000	5.00	40.00
0301000015	JALONES	día	4.0000	16.0000	3.00	48.00
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	145.76	4.37
					372.37	

Partida 03.02.01 EXCAVACION A MANO EN TERRENO NORMAL

Rendimiento m3/DIA MO. EQ. Costo unitario directo por : m3 **25.32**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh			0.2286	13.14	3.00
0101010005	PEON	hh			2.2857	9.44	21.58
						24.58	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	24.58	0.74
						0.74	

Partida 03.02.02 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO

Rendimiento m3/DIA MO. 50.0000 EQ. 50.0000 Costo unitario directo por : m3 **14.38**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh		0.1000	0.0160	13.14	0.21
0101010004	OFICIAL	hh		1.0000	0.1600	10.45	1.67
0101010005	PEON	hh		8.0000	1.2800	9.44	12.08
						13.96	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	13.96	0.42
						0.42	

Partida 03.02.03 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE

Rendimiento m3/DIA MO. 75.0000 EQ. 75.0000 Costo unitario directo por : m3 **5.33**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh		0.1000	0.0107	13.14	0.14
0101010005	PEON	hh		5.0000	0.5333	9.44	5.03
						5.17	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	5.17	0.16
						0.16	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC
Subpresupuesto 001 BOCATOMA Fecha presupuesto 20/05/2013

Partida 03.03.01 SOLADO PARA ESTRUCTURAS ARMADAS

Rendimiento m2/DIA MO. EQ. Costo unitario directo por : m2 **19.51**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh		0.0800	12.02	0.96
0101010004	OFICIAL		hh		0.1200	10.45	1.25
0101010005	PEON		hh		0.5600	9.44	5.29
						7.50	
	Materiales						
0201030001	GASOLINA		gal		0.0600	12.50	0.75
0207030001	HORMIGON		m3		0.0890	38.00	3.38
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.0100	1.68	0.02
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.3960	19.70	7.80
						11.95	
	Equipos						
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO		hm		0.0100	6.39	0.06
						0.06	

Partida 03.04.01.01 CONCRETO LOSA DE FONDO f'c=210 kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO. 10.0000 EQ. 10.0000 osto unitario directo por : m3 **401.01**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0800	13.14	1.05
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	1.6000	12.02	19.23
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.8000	10.45	8.36
0101010005	PEON		hh	12.0000	9.6000	9.44	90.62
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	2.0000	1.6000	12.30	19.68
						138.94	
	Materiales						
0201010022	ACEITE PARA MOTOR SAE-30		gal		0.0080	15.00	0.12
02010300010001	GASOLINA 84		gal		0.3600	12.50	4.50
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		0.6100	45.00	27.45
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.4700	48.00	22.56
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		9.8800	19.70	194.64
0290130022	AGUA		m3		0.1890	1.68	0.32
						249.59	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	138.94	4.17
03012900010002	VIBRADOR DE 3/4"-2" CONCRETO		hm	1.0000	0.8000	4.00	3.20
0301290004	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3		hm	1.0000	0.8000	6.39	5.11
						12.48	

Partida 03.04.01.02 ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA LOSAS fy=4,200 kg/cm2

Rendimiento kg/DIA MO. 270.0000 EQ. 270.0000 osto unitario directo por : kg **3.62**

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC
Subpresupuesto 001 BOCATOMA Fecha presupuesto 20/05/2013

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0030	13.14	0.04
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0296	12.02	0.36
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0296	10.45	0.31
						0.71	
	Materiales						
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16		kg		0.0500	3.89	0.19
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		1.0700	2.50	2.68
						2.87	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.71	0.02
03013300020003	CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO		hm	1.0000	0.0296	0.59	0.02
						0.04	

Partida 03.04.02.01 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURA CARAVISTA

Rendimiento m2/DIA MO. 8.0000 EQ. 8.0000 Costo unitario directo por : m2 **48.67**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	1.0000	12.02	12.02
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	2.0000	10.45	20.90
						32.92	
	Materiales						
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg		0.2000	3.89	0.78
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.1000	4.20	0.42
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"		kg		0.1000	4.20	0.42
02221400020001	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS		gal		0.0200	25.00	0.50
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		2.8000	3.50	9.80
02310500010004	TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 19 mm		pln		0.0868	25.10	2.18
						14.10	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	32.92	1.65
						1.65	

Partida 03.04.02.02 CONCRETO MUROS f'c=210 kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO. 10.0000 EQ. 10.0000 Costo unitario directo por : m3 **401.01**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0800	13.14	1.05
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	1.6000	12.02	19.23
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.8000	10.45	8.36
0101010005	PEON		hh	12.0000	9.6000	9.44	90.62
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	2.0000	1.6000	12.30	19.68
						138.94	
	Materiales						
0201010022	ACEITE PARA MOTOR SAE-30		gal		0.0080	15.00	0.12

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC					
Subpresupuesto	001 BOCATOMA				Fecha presupuesto	20/05/2013
02010300010001	GASOLINA 84	gal		0.3600	12.50	4.50
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.6100	45.00	27.45
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.4700	48.00	22.56
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.8800	19.70	194.64
0290130022	AGUA	m3		0.1890	1.68	0.32
					249.59	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	138.94	4.17
03012900010002	VIBRADOR DE 3/4"-2" CONCRETO	hm	1.0000	0.8000	4.00	3.20
0301290004	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1.0000	0.8000	6.39	5.11
					12.48	

Partida 03.04.02.03 ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MUROS fy=4,200 kg/cm2

Rendimiento kg/DIA MO. 270.0000 EQ. 270.0000 osto unitario directo por : kg **3.62**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh		0.1000	0.0030	13.14	0.04
0101010003	OPERARIO	hh		1.0000	0.0296	12.02	0.36
0101010004	OFICIAL	hh		1.0000	0.0296	10.45	0.31
						0.71	
	Materiales						
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg			0.0500	3.89	0.19
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg			1.0700	2.50	2.68
						2.87	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.71	0.02
03013300020003	CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO	hm		1.0000	0.0296	0.59	0.02
						0.04	

Partida 03.05.01 TARRAJEO IMPERMEABILIZADO

Rendimiento m2/DIA MO. 10.0000 EQ. 10.0000 osto unitario directo por : m2 **25.31**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh		1.0000	0.8000	12.02	9.62
0101010005	PEON	hh		0.5000	0.4000	9.44	3.78
						13.40	
	Materiales						
0207020001	ARENA	m3			0.0237	55.00	1.30
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol			0.1683	19.70	3.32
02130200020001	CAL HIDRATADA BOLSA 14 kg	bol			0.1045	15.50	1.62
0222030002	SIKA 1 (balde de 20 kg)	bal			0.1431	36.00	5.15
0231010001	MADERA TORNILLO	p2			0.1330	3.50	0.47
						11.86	
	Equipos						
03010600020001	REGLA DE ALUMINIO 1" X 4" X 8"	und			0.0020	25.00	0.05
						0.05	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC
Subpresupuesto 001 BOCATOMA Fecha presupuesto 20/05/2013

Partida 03.06.01 JUNTA DE DILATACION e=1"

Rendimiento m/DIA MO. 30.0000 EQ. 30.0000 Costo unitario directo por : m **13.21**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.2667	12.02	3.21
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.2667	9.44	2.52
						5.73	
	Materiales						
0201020003	GRASA DE USO GENERAL		kg		0.2000	5.00	1.00
0201050002	EMULSION ASFALTICA		gal		0.0375	12.50	0.47
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg		0.3525	3.89	1.37
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		0.0896	2.50	0.22
02040600010002	ACERO LISO EN VARILLAS DE 1/2" X 6 m		var		0.1111	2.58	0.29
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.0600	4.20	0.25
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		0.2511	3.50	0.88
02410100020003	CINTA AUTOADHESIVA MASKING TAPE 19 X 50 m		pza		2.0000	1.50	3.00
						7.48	

Partida 04.02 LOCALIZACION, TRAZO Y REEPLANTEO DE OBRAS

Rendimiento m2/DIA MO. 200.0000 EQ. 200.0000 Costo unitario directo por : m2 **2.56**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.0800	9.44	0.76
01010300000005	OPERARIO TOPOGRAFO		hh	1.0000	0.0400	13.00	0.52
						1.28	
	Materiales						
0207030001	HORMIGON		m3		0.0020	38.00	0.08
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.0006	1.68	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.0180	19.70	0.35
02130400010001	TIZA BOLSA DE 40 kg		und		0.0200	14.32	0.29
02130600010001	OCRE ROJO		kg		0.0100	8.70	0.09
0240020001	PINTURA ESMALTE		gal		0.0050	22.00	0.11
						0.92	
	Equipos						
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO		día	1.0000	0.0050	30.00	0.15
03010000110001	TEODOLITO		día	1.0000	0.0050	40.00	0.20
03014900010001	CORDEL		rll		0.0015	6.80	0.01
						0.36	

Partida 04.04 EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL SUELTO EQUIPO

Rendimiento m3/DIA MO. 100.0000 EQ. 100.0000 Costo unitario directo por : m3 **11.99**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC
Subpresupuesto 001 BOCATOMA Fecha presupuesto 20/05/2013

0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1600	9.44	1.51
					1.51	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.51	0.08
03011700020001	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 58 HP 1/2 y3	hm	1.0000	0.0800	130.00	10.40
					10.48	

Partida 04.06 SOLADO PARA ESTRUCTURAS ARMADAS (FC=100KG/CM2)

Rendimiento m2/DIA MO. EQ. Costo unitario directo por : m2 **19.51**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh		0.0800	12.02	0.96
0101010004	OFICIAL		hh		0.1200	10.45	1.25
0101010005	PEON		hh		0.5600	9.44	5.29
						7.50	
	Materiales						
0201030001	GASOLINA		gal		0.0600	12.50	0.75
0207030001	HORMIGON		m3		0.0890	38.00	3.38
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.0100	1.68	0.02
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.3960	19.70	7.80
						11.95	
	Equipos						
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO		hm		0.0100	6.39	0.06
						0.06	

Partida 04.07.01.01 CONCRETO LOSA DE FONDO f'c=210 kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO. 10.0000 EQ. 10.0000 Costo unitario directo por : m3 **401.01**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0800	13.14	1.05
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	1.6000	12.02	19.23
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.8000	10.45	8.36
0101010005	PEON		hh	12.0000	9.6000	9.44	90.62
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	2.0000	1.6000	12.30	19.68
						138.94	
	Materiales						
0201010022	ACEITE PARA MOTOR SAE-30		gal		0.0080	15.00	0.12
02010300010001	GASOLINA 84		gal		0.3600	12.50	4.50
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		0.6100	45.00	27.45
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.4700	48.00	22.56
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		9.8800	19.70	194.64
0290130022	AGUA		m3		0.1890	1.68	0.32
						249.59	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	138.94	4.17
03012900010002	VIBRADOR DE 3/4"-2" CONCRETO		hm	1.0000	0.8000	4.00	3.20

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC
Subpresupuesto 001 BOCATOMA Fecha presupuesto 20/05/2013

0301290004	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1.0000	0.8000	6.39	5.11
					12.48	

Partida 04.07.01.02 ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA LOSAS fy=4,200 kg/cm2

Rendimiento kg/DIA MO. 270.0000 EQ. 270.0000 osto unitario directo por : kg **3.62**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0030	13.14	0.04
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0296	12.02	0.36
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0296	10.45	0.31
						0.71	
	Materiales						
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16		kg		0.0500	3.89	0.19
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		1.0700	2.50	2.68
						2.87	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.71	0.02
03013300020003	CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO		hm	1.0000	0.0296	0.59	0.02
						0.04	

Partida 04.07.02.01 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURA CARAVISTA

Rendimiento m2/DIA MO. 8.0000 EQ. 8.0000 osto unitario directo por : m2 **48.67**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	1.0000	12.02	12.02
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	2.0000	10.45	20.90
						32.92	
	Materiales						
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg		0.2000	3.89	0.78
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.1000	4.20	0.42
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"		kg		0.1000	4.20	0.42
02221400020001	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS		gal		0.0200	25.00	0.50
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		2.8000	3.50	9.80
02310500010004	TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 19 mm		pln		0.0868	25.10	2.18
						14.10	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	32.92	1.65
						1.65	

Partida 04.07.02.02 CONCRETO MUROS f'c=210 kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO. 10.0000 EQ. 10.0000 osto unitario directo por : m3 **401.01**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0800	13.14	1.05

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC					
Subpresupuesto	001 BOCATOMA				Fecha presupuesto	20/05/2013
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.6000	12.02	19.23
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	10.45	8.36
0101010005	PEON	hh	12.0000	9.6000	9.44	90.62
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	1.6000	12.30	19.68
					138.94	
	Materiales					
0201010022	ACEITE PARA MOTOR SAE-30	gal		0.0080	15.00	0.12
02010300010001	GASOLINA 84	gal		0.3600	12.50	4.50
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.6100	45.00	27.45
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.4700	48.00	22.56
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.8800	19.70	194.64
0290130022	AGUA	m3		0.1890	1.68	0.32
					249.59	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	138.94	4.17
03012900010002	VIBRADOR DE 3/4"-2" CONCRETO	hm	1.0000	0.8000	4.00	3.20
0301290004	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1.0000	0.8000	6.39	5.11
					12.48	

Partida	04.07.02.03	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MUROS fy=4,200 kg/cm2				
Rendimiento	kg/DIA	MO. 270.0000	EQ. 270.0000	osto unitario directo por : kg		**3.62**
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh		0.1000	0.0030	13.14	0.04
0101010003	OPERARIO	hh		1.0000	0.0296	12.02	0.36
0101010004	OFICIAL	hh		1.0000	0.0296	10.45	0.31
						0.71	
	Materiales					
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg			0.0500	3.89	0.19
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg			1.0700	2.50	2.68
						2.87	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.71	0.02
03013300020003	CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO	hm		1.0000	0.0296	0.59	0.02
						0.04	

Partida	04.08.01	TARRAJEO IMPERMEABILIZADO				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	osto unitario directo por : m2		**25.31**
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh		1.0000	0.8000	12.02	9.62
0101010005	PEON	hh		0.5000	0.4000	9.44	3.78
						13.40	
	Materiales					
0207020001	ARENA	m3			0.0237	55.00	1.30

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC					
Subpresupuesto	001 BOCATOMA				Fecha presupuesto	20/05/2013
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1683	19.70	3.32
02130200020001	CAL HIDRATADA BOLSA 14 kg	bol		0.1045	15.50	1.62
0222030002	SIKA 1 (balde de 20 kg)	bal		0.1431	36.00	5.15
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.1330	3.50	0.47
					11.86	
	Equipos					
03010600020001	REGLA DE ALUMINIO 1" X 4" X 8"	und		0.0020	25.00	0.05
					0.05	

Partida	04.09.01	ESCALERA METALICA TIPO GATO D=1 1/2"			
Rendimiento	m/DIA	MO. 40.0000	EQ. 40.0000	Costo unitario directo por : m	**48.44**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.2000	12.02	2.40
0101010005	PEON		hh	0.5000	0.1000	9.44	0.94
						3.34	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	3.34	0.10
						0.10	
	Subcontratos						
04110400020007	SC ESCALERA DE GATO D=1 1/2"		m		1.0000	45.00	45.00
						45.00	

Partida	04.09.02	COMPUERTA METALICA DE 1.30X0.85 m			
Rendimiento	und/DIA	MO. 2.0000	EQ. 2.0000	sto unitario directo por : und	**1,188.42**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	4.0000	12.02	48.08
0101010005	PEON		hh	1.0000	4.0000	9.44	37.76
						85.84	
	Materiales						
02902400010034	COMPUERTA PLANA 1.30X0.85M		und		1.0000	1,100.00	1,100.00
						1,100.00	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	85.84	2.58
						2.58	

Partida	05.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL			
Rendimiento	m2/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	sto unitario directo por : m2	**1.75**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	0.1000	0.0160	12.02	0.19
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.1600	9.44	1.51
						1.70	
	Equipos						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC
Subpresupuesto 001 BOCATOMA Fecha presupuesto 20/05/2013

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	3.0000	1.70	0.05
				0.05	

Partida 05.01.02 TRAZO, NIVELES Y REEPLANTEO DE EJE

Rendimiento km/DIA MO. 0.2500 EQ. 0.2500 Costo unitario directo por : km **582.53**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
01010300000005	OPERARIO TOPOGRAFO		hh	0.2500	8.0000	13.00	104.00
01010300030001	AYUDANTE DE TOPOGRAFIA		día	1.0000	4.0000	10.44	41.76
						145.76	
	Materiales						
0231040001	ESTACAS DE MADERA		und		8.0000	7.50	60.00
0240020001	PINTURA ESMALTE		gal		0.2000	22.00	4.40
						64.40	
	Equipos						
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO		día	1.0000	4.0000	30.00	120.00
03010000110001	TEODOLITO		día	1.0000	4.0000	40.00	160.00
0301000014	MIRAS		día	2.0000	8.0000	5.00	40.00
0301000015	JALONES		día	4.0000	16.0000	3.00	48.00
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	145.76	4.37
						372.37	

Partida 05.01.03 REFINE, NIVELACION COMPACTADO DE FONDOS

Rendimiento m2/DIA MO. 40.0000 EQ. 40.0000 Costo unitario directo por : m2 **23.61**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0200	13.14	0.26
0101010005	PEON		hh	12.0000	2.4000	9.44	22.66
						22.92	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	22.92	0.69
						0.69	

Partida 05.02.01.01 EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL SUELTO MANUAL

Rendimiento m3/DIA MO. 30.0000 EQ. 30.0000 Costo unitario directo por : m3 **26.43**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh	10.0000	2.6667	9.44	25.17
						25.17	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	25.17	1.26
						1.26	

Partida 05.02.02.01 SOLADO PARA ESTRUCTURAS ARMADAS (FC=100KG/CM2)

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC
Subpresupuesto 001 BOCATOMA Fecha presupuesto 20/05/2013

Rendimiento m2/DIA MO. EQ. Costo unitario directo por : m2 **19.51**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh		0.0800	12.02	0.96
0101010004	OFICIAL		hh		0.1200	10.45	1.25
0101010005	PEON		hh		0.5600	9.44	5.29
						7.50	
	Materiales						
0201030001	GASOLINA		gal		0.0600	12.50	0.75
0207030001	HORMIGON		m3		0.0890	38.00	3.38
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.0100	1.68	0.02
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.3960	19.70	7.80
						11.95	
	Equipos						
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO		hm		0.0100	6.39	0.06
						0.06	

Partida 05.02.03.01 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURAS NORMAL

Rendimiento m2/DIA MO. 10.0000 EQ. 10.0000 Costo unitario directo por : m2 **40.83**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.8000	12.02	9.62
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	1.6000	10.45	16.72
						26.34	
	Materiales						
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg		0.2000	3.89	0.78
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.1000	4.20	0.42
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"		kg		0.1000	4.20	0.42
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		3.3000	3.50	11.55
						13.17	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	26.34	1.32
						1.32	

Partida 05.02.03.02 CONCRETO ANCLAJES f'c=175 kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO. 12.0000 EQ. 12.0000 Costo unitario directo por : m3 **294.13**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.6667	12.02	8.01
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.6667	10.45	6.97
0101010005	PEON		hh	9.0000	6.0000	9.44	56.64
						71.62	
	Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		0.9000	45.00	40.50

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC						
Subpresupuesto	001 BOCATOMA					Fecha presupuesto	20/05/2013
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.4000	48.00	19.20
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.1850	1.68	0.31
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		8.0000	19.70	157.60
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		0.0833	3.50	0.29
						217.90	
	Equipos						
03012900010004	VIBRADOR A GASOLINA		día	1.0000	0.0833	4.20	0.35
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO		hm	1.0000	0.6667	6.39	4.26
						4.61	

Partida	05.02.03.03	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA ANCLAJES fy=4,200 kg/cm2					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 270.0000	EQ. 270.0000		osto unitario directo por : kg		**3.62**
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0030	13.14	0.04
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0296	12.02	0.36
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0296	10.45	0.31
						0.71	
	Materiales						
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16		kg		0.0500	3.89	0.19
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		1.0700	2.50	2.68
						2.87	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.71	0.02
03013300020003	CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO		hm	1.0000	0.0296	0.59	0.02
						0.04	

Partida	05.03.01.01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL SUELTO MANUAL					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000		osto unitario directo por : m3		**26.43**
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh	10.0000	2.6667	9.44	25.17
						25.17	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	25.17	1.26
						1.26	

Partida	05.03.02.01	SOLADO PARA ESTRUCTURAS ARMADAS					
Rendimiento	m2/DIA	MO.	EQ.		Costo unitario directo por : m2		**19.51**
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh		0.0800	12.02	0.96
0101010004	OFICIAL		hh		0.1200	10.45	1.25
0101010005	PEON		hh		0.5600	9.44	5.29

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC		
Subpresupuesto	001 BOCATOMA	Fecha presupuesto	20/05/2013

				7.50	
	Materiales				
0201030001	GASOLINA	gal	0.0600	12.50	0.75
0207030001	HORMIGON	m3	0.0890	38.00	3.38
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3	0.0100	1.68	0.02
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	0.3960	19.70	7.80
				11.95	
	Equipos				
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	0.0100	6.39	0.06
				0.06	

Partida 05.03.03.01 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURAS NORMAL

Rendimiento m2/DIA MO. 10.0000 EQ. 10.0000 Costo unitario directo por : m2 **40.83**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.8000	12.02	9.62
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	1.6000	10.45	16.72
						26.34	
	Materiales						
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg		0.2000	3.89	0.78
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.1000	4.20	0.42
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"		kg		0.1000	4.20	0.42
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		3.3000	3.50	11.55
						13.17	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	26.34	1.32
						1.32	

Partida 05.03.03.02 CONCRETO APOYOS f'c=175 kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO. 12.0000 EQ. 12.0000 Costo unitario directo por : m3 **294.13**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.6667	12.02	8.01
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.6667	10.45	6.97
0101010005	PEON		hh	9.0000	6.0000	9.44	56.64
						71.62	
	Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		0.9000	45.00	40.50
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.4000	48.00	19.20
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.1850	1.68	0.31
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		8.0000	19.70	157.60
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		0.0833	3.50	0.29
						217.90	
	Equipos						
03012900010004	VIBRADOR A GASOLINA		día	1.0000	0.0833	4.20	0.35
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO		hm	1.0000	0.6667	6.39	4.26

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC
Subpresupuesto 001 BOCATOMA Fecha presupuesto 20/05/2013

4.61

Partida 05.03.03.03 ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA APOYOS fy=4,200 kg/cm2

Rendimiento kg/DIA MO. 270.0000 EQ. 270.0000 osto unitario directo por : kg **3.62**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0030	13.14	0.04
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0296	12.02	0.36
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0296	10.45	0.31
						0.71	
	Materiales						
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16		kg		0.0500	3.89	0.19
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		1.0700	2.50	2.68
						2.87	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.71	0.02
03013300020003	CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO		hm	1.0000	0.0296	0.59	0.02
						0.04	

Partida 06.02 TRAZO Y REPLANTEO

Rendimiento m2/DIA MO. 400.0000 EQ. 400.0000 osto unitario directo por : m2 **0.70**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0020	13.14	0.03
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0200	12.02	0.24
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.0200	9.44	0.19
						0.46	
	Materiales						
02130300010001	YESO BOLSA 18 kg		bol		0.0050	15.55	0.08
0292010001	CORDEL		m		0.1824	0.80	0.15
						0.23	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.46	0.01
						0.01	

Partida 06.03.01 EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CIMIENTOS

Rendimiento m3/DIA MO. 3.0000 EQ. 3.0000 osto unitario directo por : m3 **29.53**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.2667	13.14	3.50
0101010005	PEON		hh	1.0000	2.6667	9.44	25.17
						28.67	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	28.67	0.86

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC
Subpresupuesto 001 BOCATOMA Fecha presupuesto 20/05/2013

0.86

Partida 06.03.02 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO

Rendimiento m3/DIA MO. 50.0000 EQ. 50.0000 Costo unitario directo por : m3 **14.38**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0160	13.14	0.21
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.1600	10.45	1.67
0101010005	PEON		hh	8.0000	1.2800	9.44	12.08
						13.96	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	13.96	0.42
						0.42	

Partida 06.03.03 NIVELACION Y APISONADO PARA FALSO PISO Y VEREDAS

Rendimiento m2/DIA MO. 45.0000 EQ. 45.0000 Costo unitario directo por : m2 **3.46**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.3556	9.44	3.36
						3.36	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	3.36	0.10
						0.10	

Partida 06.03.04 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE

Rendimiento m3/DIA MO. 75.0000 EQ. 75.0000 Costo unitario directo por : m3 **5.33**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0107	13.14	0.14
0101010005	PEON		hh	5.0000	0.5333	9.44	5.03
						5.17	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	5.17	0.16
						0.16	

Partida 06.04.01.01 SOLADO PARA ESTRUCTURAS ARMADAS

Rendimiento m2/DIA MO. EQ. Costo unitario directo por : m2 **19.51**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh		0.0800	12.02	0.96
0101010004	OFICIAL		hh		0.1200	10.45	1.25
0101010005	PEON		hh		0.5600	9.44	5.29

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201002	PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC	
Subpresupuesto	001	BOCATOMA	Fecha presupuesto 20/05/2013

				7.50	
	Materiales				
0201030001	GASOLINA	gal	0.0600	12.50	0.75
0207030001	HORMIGON	m3	0.0890	38.00	3.38
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3	0.0100	1.68	0.02
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	0.3960	19.70	7.80
				11.95	
	Equipos				
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	0.0100	6.39	0.06
				0.06	

Partida 06.04.02.01 CONCRETO CIMIENTOS CORRIDOS MEZCLA 1:10 CEMENTO-HORMIGON 30% PIEDRA

Rendimiento m3/DIA MO. 25.0000 EQ. 25.0000 Costo unitario directo por : m3 **155.94**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh		0.1000	0.0320	13.14	0.42
0101010003	OPERARIO	hh		2.0000	0.6400	12.02	7.69
0101010004	OFICIAL	hh		1.0000	0.3200	10.45	3.34
0101010005	PEON	hh		8.0000	2.5600	9.44	24.17
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh		1.0000	0.3200	12.30	3.94
						39.56	
	Materiales						
0207010006	PIEDRA GRANDE DE 8"	m3			0.5000	40.00	20.00
0207030001	HORMIGON	m3			0.8700	38.00	33.06
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol			3.0500	19.70	60.09
						113.15	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	39.56	1.19
0301290004	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm		1.0000	0.3200	6.39	2.04
						3.23	

Partida 06.04.03.01 CONCRETO SOBRECIMIENTOS f'c=140 kg/cm2 + 25% P.M.

Rendimiento m3/DIA MO. 12.0000 EQ. 12.0000 Costo unitario directo por : m3 **199.89**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh		0.1000	0.0667	13.14	0.88
0101010003	OPERARIO	hh		2.0000	1.3333	12.02	16.03
0101010004	OFICIAL	hh		2.0000	1.3333	10.45	13.93
0101010005	PEON	hh		8.0000	5.3333	9.44	50.35
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh				12.30	
						81.19	
	Materiales						
0201030001	GASOLINA	gal			0.2400	12.50	3.00
0207030001	HORMIGON	m3			0.9700	38.00	36.86
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol			3.6500	19.70	71.91
0290130022	AGUA	m3			0.1391	1.68	0.23

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC
Subpresupuesto 001 BOCATOMA Fecha presupuesto 20/05/2013

					112.00	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	81.19	2.44
0301290004	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1.0000	0.6667	6.39	4.26
					6.70	

Partida 06.04.03.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMIENTOS

Rendimiento m2/DIA MO. 13.0000 EQ. 13.0000 Costo unitario directo por : m2 **30.91**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh		0.2000	0.1231	13.14	1.62
0101010003	OPERARIO	hh		1.0000	0.6154	12.02	7.40
0101010004	OFICIAL	hh		1.0000	0.6154	10.45	6.43
						15.45	
	Materiales						
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg			0.3500	3.89	1.36
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg			0.2300	4.20	0.97
0231010001	MADERA TORNILLO	p2			3.6200	3.50	12.67
						15.00	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	15.45	0.46
						0.46	

Partida 06.05.01.01 CONCRETO ZAPATAS f'c=210 kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO. 22.0000 EQ. 22.0000 Costo unitario directo por : m3 **294.20**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh		0.2000	0.0727	13.14	0.96
0101010003	OPERARIO	hh		1.0000	0.3636	12.02	4.37
0101010004	OFICIAL	hh		1.0000	0.3636	10.45	3.80
0101010005	PEON	hh		6.0000	2.1818	9.44	20.60
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh		2.0000	0.7273	12.30	8.95
						38.68	
	Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3			0.8500	45.00	38.25
02070200010002	ARENA GRUESA	m3			0.4200	48.00	20.16
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3			0.1800	1.68	0.30
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol			9.7400	19.70	191.88
						250.59	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	38.68	1.16
03012900010002	VIBRADOR DE 3/4"-2" CONCRETO	hm		1.0000	0.3636	4.00	1.45
0301290004	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm		1.0000	0.3636	6.39	2.32
						4.93	

Partida 06.05.01.02 ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA ZAPATAS fy=4,200 kg/cm2

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201002	PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC	
Subpresupuesto	001	BOCATOMA	Fecha presupuesto 20/05/2013

Rendimiento	kg/DIA	MO. 400.0000	EQ. 400.0000	osto unitario directo por : kg		**3.37**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh		0.1000	0.0020	13.14	0.03
0101010003	OPERARIO	hh		1.0000	0.0200	12.02	0.24
0101010004	OFICIAL	hh		1.0000	0.0200	10.45	0.21
						0.48	
	Materiales						
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg			0.0500	3.89	0.19
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg			1.0700	2.50	2.68
						2.87	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.48	0.01
03013300020003	CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO	hm		1.0000	0.0200	0.59	0.01
						0.02	

Partida	06.05.02.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO VIGA DE CIMENTACION				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	osto unitario directo por : m2		**40.82**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh		0.1000	0.0800	13.14	1.05
0101010003	OPERARIO	hh		1.0000	0.8000	12.02	9.62
0101010004	OFICIAL	hh		1.0000	0.8000	10.45	8.36
						19.03	
	Materiales						
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg			0.3000	3.89	1.17
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg			0.3400	4.20	1.43
0231010001	MADERA TORNILLO	p2			5.3200	3.50	18.62
						21.22	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	19.03	0.57
						0.57	

Partida	06.05.02.02	CONCRETO VIGA DE CIMENTACION f'c=210 kg/cm2				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	osto unitario directo por : m3		**401.01**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh		0.1000	0.0800	13.14	1.05
0101010003	OPERARIO	hh		2.0000	1.6000	12.02	19.23
0101010004	OFICIAL	hh		1.0000	0.8000	10.45	8.36
0101010005	PEON	hh		12.0000	9.6000	9.44	90.62
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh		2.0000	1.6000	12.30	19.68
						138.94	
	Materiales						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC
Subpresupuesto 001 BOCATOMA Fecha presupuesto 20/05/2013

0201010022	ACEITE PARA MOTOR SAE-30	gal		0.0080	15.00	0.12
02010300010001	GASOLINA 84	gal		0.3600	12.50	4.50
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.6100	45.00	27.45
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.4700	48.00	22.56
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.8800	19.70	194.64
0290130022	AGUA	m3		0.1890	1.68	0.32
					249.59	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	138.94	4.17
03012900010002	VIBRADOR DE 3/4"-2" CONCRETO	hm	1.0000	0.8000	4.00	3.20
0301290004	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1.0000	0.8000	6.39	5.11
					12.48	

Partida 06.05.02.03 ACERO ESTRUCTURAL PARA VIGA DE CIMENTACION fy=4,200 kg/cm2

Rendimiento kg/DIA MO. 300.0000 EQ. 300.0000 osto unitario directo por : kg **3.55**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0027	13.14	0.04
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0267	12.02	0.32
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0267	10.45	0.28
						0.64	
	Materiales						
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16		kg		0.0500	3.89	0.19
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		1.0700	2.50	2.68
						2.87	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.64	0.02
03013300020003	CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO		hm	1.0000	0.0267	0.59	0.02
						0.04	

Partida 06.05.03.01 CONCRETO COLUMNAS f'c=210 kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO. 12.0000 EQ. 12.0000 sto unitario directo por : m3 **375.79**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0667	13.14	0.88
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	1.3333	12.02	16.03
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.6667	10.45	6.97
0101010005	PEON		hh	12.0000	8.0000	9.44	75.52
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	2.0000	1.3333	12.30	16.40
						115.80	
	Materiales						
0201010022	ACEITE PARA MOTOR SAE-30		gal		0.0080	15.00	0.12
0201030001	GASOLINA		gal		0.3600	12.50	4.50
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		0.6100	45.00	27.45
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.4700	48.00	22.56
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		9.8800	19.70	194.64

Análisis de precios unitarios

Presupuesto		1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC					
Subpresupuesto		001 BOCATOMA				Fecha presupuesto	20/05/2013
0290130022	AGUA	m3		0.1890	1.68		0.32
					249.59		
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	115.80		3.47
03012900010002	VIBRADOR DE 3/4"-2" CONCRETO	hm	1.0000	0.6667	4.00		2.67
0301290004	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1.0000	0.6667	6.39		4.26
					10.40		

Partida 06.05.03.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS

Rendimiento m2/DIA MO. 10.0000 EQ. 10.0000 osto unitario directo por : m2 **40.82**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh		0.1000	0.0800	13.14	1.05
0101010003	OPERARIO	hh		1.0000	0.8000	12.02	9.62
0101010004	OFICIAL	hh		1.0000	0.8000	10.45	8.36
						19.03	
	Materiales						
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg			0.3000	3.89	1.17
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg			0.3400	4.20	1.43
0231010001	MADERA TORNILLO	p2			5.3200	3.50	18.62
						21.22	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	19.03	0.57
						0.57	

Partida 06.05.03.03 ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA COLUMNAS fy=4,200 kg/cm2

Rendimiento kg/DIA MO. 270.0000 EQ. 270.0000 osto unitario directo por : kg **3.62**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh		0.1000	0.0030	13.14	0.04
0101010003	OPERARIO	hh		1.0000	0.0296	12.02	0.36
0101010004	OFICIAL	hh		1.0000	0.0296	10.45	0.31
						0.71	
	Materiales						
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg			0.0500	3.89	0.19
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg			1.0700	2.50	2.68
						2.87	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.71	0.02
03013300020003	CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO	hm		1.0000	0.0296	0.59	0.02
						0.04	

Partida 06.05.04.01 CONCRETO VIGAS f'c=210 kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO. 18.0000 EQ. 18.0000 osto unitario directo por : m3 **294.61**

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC
Subpresupuesto 001 BOCATOMA Fecha presupuesto 20/05/2013

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0444	13.14	0.58
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.4444	12.02	5.34
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.4444	10.45	4.64
0101010005	PEON		hh	6.0000	2.6667	9.44	25.17
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	1.0000	0.4444	12.30	5.47
						41.20	
	Materiales						
0201010022	ACEITE PARA MOTOR SAE-30		gal		0.0050	15.00	0.08
0201030001	GASOLINA		gal		0.2000	12.50	2.50
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		0.6100	45.00	27.45
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.4700	48.00	22.56
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		9.8800	19.70	194.64
0290130022	AGUA		m3		0.1890	1.68	0.32
						247.55	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	41.20	1.24
03012900010002	VIBRADOR DE 3/4"-2" CONCRETO		hm	1.0000	0.4444	4.00	1.78
0301290004	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3		hm	1.0000	0.4444	6.39	2.84
						5.86	

Partida 06.05.04.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO VIGAS

Rendimiento m2/DIA MO. 8.0000 EQ. 8.0000 osto unitario directo por : m2 **50.78**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.1000	13.14	1.31
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	1.0000	12.02	12.02
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	1.0000	10.45	10.45
						23.78	
	Materiales						
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg		0.2100	3.89	0.82
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.4800	4.20	2.02
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		6.7000	3.50	23.45
						26.29	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	23.78	0.71
						0.71	

Partida 06.05.04.03 ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA VIGAS fy=4,200 kg/cm2

Rendimiento kg/DIA MO. 320.0000 EQ. 320.0000 osto unitario directo por : kg **3.49**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0025	13.14	0.03
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0250	12.02	0.30
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0250	10.45	0.26

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC		
Subpresupuesto	001 BOCATOMA	Fecha presupuesto	20/05/2013

					0.59	
	Materiales					
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.0500	3.89	0.19
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0700	2.50	2.68
					2.87	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.59	0.02
03013300020003	CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO	hm	1.0000	0.0250	0.59	0.01
					0.03	

Partida 06.05.05.01 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO GALERIA

Rendimiento m2/DIA MO. 10.0000 EQ. 10.0000 Costo unitario directo por : m2 **40.82**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0800	13.14	1.05
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.8000	12.02	9.62
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.8000	10.45	8.36
						19.03	
	Materiales						
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg		0.3000	3.89	1.17
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.3400	4.20	1.43
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		5.3200	3.50	18.62
						21.22	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	19.03	0.57
						0.57	

Partida 06.05.05.02 CONCRETO GALERIA f'c=210 kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO. 10.0000 EQ. 10.0000 Costo unitario directo por : m3 **401.01**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0800	13.14	1.05
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	1.6000	12.02	19.23
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.8000	10.45	8.36
0101010005	PEON		hh	12.0000	9.6000	9.44	90.62
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	2.0000	1.6000	12.30	19.68
						138.94	
	Materiales						
0201010022	ACEITE PARA MOTOR SAE-30		gal		0.0080	15.00	0.12
02010300010001	GASOLINA 84		gal		0.3600	12.50	4.50
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		0.6100	45.00	27.45
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.4700	48.00	22.56
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		9.8800	19.70	194.64
0290130022	AGUA		m3		0.1890	1.68	0.32
						249.59	
	Equipos						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201002	PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC	
Subpresupuesto	001	BOCATOMA	Fecha presupuesto 20/05/2013

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	138.94	4.17
03012900010002	VIBRADOR DE 3/4"-2" CONCRETO	hm	1.0000	0.8000	4.00	3.20
0301290004	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1.0000	0.8000	6.39	5.11
					12.48	

Partida 06.05.05.03 ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA GALERIA DE DESCARGA fy=4,200 kg/cm2

Rendimiento kg/DIA MO. 300.0000 EQ. 300.0000 osto unitario directo por : kg **3.55**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh		0.1000	0.0027	13.14	0.04
0101010003	OPERARIO	hh		1.0000	0.0267	12.02	0.32
0101010004	OFICIAL	hh		1.0000	0.0267	10.45	0.28
						0.64	
	Materiales					
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg			0.0500	3.89	0.19
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg			1.0700	2.50	2.68
						2.87	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.64	0.02
03013300020003	CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO	hm		1.0000	0.0267	0.59	0.02
						0.04	

Partida 06.06.01 TIJERAL DE MADERA DE 3"X6" L=11.00 m

Rendimiento und/DIA MO. 2.0000 EQ. 2.0000 sto unitario directo por : und **1,727.58**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh		0.1000	0.4000	13.14	5.26
0101010005	PEON	hh		0.7500	3.0000	9.44	28.32
						33.58	
	Materiales					
0231010006	TIJERAL DE MADERA DE 3"X6" L=11.00m	und			1.0000	1,694.00	1,694.00
						1,694.00	

Partida 06.06.02 CORREAS 3"X2"

Rendimiento m/DIA MO. 400.0000 EQ. 400.0000 Costo unitario directo por : m **8.92**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh		0.1000	0.0020	13.14	0.03
0101010003	OPERARIO	hh		0.5000	0.0100	12.02	0.12
0101010005	PEON	hh		0.1000	0.0020	9.44	0.02
						0.17	
	Materiales					
0231010004	CORREAS DE 3"X2"	p2			1.6400	5.33	8.74
						8.74	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC				
Subpresupuesto	001 BOCATOMA			Fecha presupuesto	20/05/2013

	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	3.0000	0.17	0.01
				0.01	

Partida 06.06.03 COBERTURA CON TEJA ANDINA

Rendimiento m2/DIA MO. 17.0000 EQ. 17.0000 Costo unitario directo por : m2 **40.81**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh		1.0000	0.4706	12.02	5.66
0101010005	PEON	hh		1.0000	0.4706	9.44	4.44
						10.10	
	Materiales						
0228180002	TEJA ANDINA (1.16x0.70 m.)	pln			1.4500	21.18	30.71
						30.71	

Partida 06.06.04 CUMBRERA TEJA ANDINA

Rendimiento m/DIA MO. 40.0000 EQ. 40.0000 Costo unitario directo por : m **26.75**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh		1.0000	0.2000	12.02	2.40
0101010005	PEON	hh		1.0000	0.2000	9.44	1.89
						4.29	
	Materiales						
0228030005	CUMBRERA SUPERIOR TEJA ANDINA 0.72m	und			0.6800	16.52	11.23
0228030006	CUMBRERA INFERIOR TEJA ANDINA 0.72m	und			0.6800	16.52	11.23
						22.46	

Partida 06.07.01.01 MUROS DE SOGA LADRILLO KK MECANIZADO, CEMENTO:ARENA 1:5

Rendimiento m2/DIA MO. 10.0000 EQ. 10.0000 Costo unitario directo por : m2 **67.41**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh		0.1000	0.0800	13.14	1.05
0101010003	OPERARIO	hh		1.0000	0.8000	12.02	9.62
0101010005	PEON	hh		0.5000	0.4000	9.44	3.78
						14.45	
	Materiales						
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg			0.0220	4.20	0.09
02070200010002	ARENA GRUESA	m3			0.0305	48.00	1.46
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol			0.2145	19.70	4.23
02160100010004	LADRILLO KK 18 HUECOS 9X14X24 cm	und			39.2200	1.14	44.71
0231010001	MADERA TORNILLO	p2			0.5800	3.50	2.03
0290130022	AGUA	m3			0.0078	1.68	0.01
						52.53	
	Equipos						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC
Subpresupuesto 001 BOCATOMA Fecha presupuesto 20/05/2013

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	3.0000	14.45	0.43
				0.43	

Partida 06.07.02.01 TARRAJEO PRIMARIO O RAYADO

Rendimiento m2/DIA MO. 15.0000 EQ. 15.0000 Costo unitario directo por : m2 **14.65**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh		0.1000	0.0533	13.14	0.70
0101010003	OPERARIO	hh		1.0000	0.5333	12.02	6.41
0101010005	PEON	hh		0.5000	0.2667	9.44	2.52
						9.63	
	Materiales						
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg			0.0300	4.20	0.13
02070200010001	ARENA FINA	m3			0.0150	55.00	0.83
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol			0.1200	19.70	2.36
0231010001	MADERA TORNILLO	p2			0.4000	3.50	1.40
0290130022	AGUA	m3			0.0050	1.68	0.01
						4.73	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	9.63	0.29
						0.29	

Partida 06.07.02.02 TARRAJEO EN EXTERIORES

Rendimiento m2/DIA MO. 14.0000 EQ. 14.0000 Costo unitario directo por : m2 **16.12**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh		0.1000	0.0571	13.14	0.75
0101010003	OPERARIO	hh		1.0000	0.5714	12.02	6.87
0101010005	PEON	hh		0.5000	0.2857	9.44	2.70
						10.32	
	Materiales						
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg			0.0300	4.20	0.13
02070200010001	ARENA FINA	m3			0.0180	55.00	0.99
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol			0.1500	19.70	2.96
0231010001	MADERA TORNILLO	p2			0.4000	3.50	1.40
0290130022	AGUA	m3			0.0050	1.68	0.01
						5.49	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	10.32	0.31
						0.31	

Partida 06.07.02.03 TARRAJEO EN MUROS INTERIORES

Rendimiento m2/DIA MO. 14.0000 EQ. 14.0000 Costo unitario directo por : m2 **16.12**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC
Subpresupuesto 001 BOCATOMA Fecha presupuesto 20/05/2013

	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0571	13.14	0.75
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	12.02	6.87
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.2857	9.44	2.70
					10.32	
	Materiales					
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.0300	4.20	0.13
02070200010001	ARENA FINA	m3		0.0180	55.00	0.99
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1500	19.70	2.96
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.4000	3.50	1.40
0290130022	AGUA	m3		0.0040	1.68	0.01
					5.49	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	10.32	0.31
					0.31	

Partida 06.07.02.04 VESTIDURAS Y DERRAMES C:A 1:5

Rendimiento m/DIA MO. 16.0000 EQ. 16.0000 Costo unitario directo por : m **9.58**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0500	13.14	0.66
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.5000	12.02	6.01
0101010005	PEON		hh	0.3300	0.1650	9.44	1.56
						8.23	
	Materiales						
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.0100	4.20	0.04
02070200010001	ARENA FINA		m3		0.0025	55.00	0.14
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.0200	19.70	0.39
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		0.1500	3.50	0.53
0290130022	AGUA		m3		0.0010	1.68	
						1.10	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	8.23	0.25
						0.25	

Partida 06.07.03.01 PISO CERAMICO 40 X 40 ANTIDESLIZANTE

Rendimiento m2/DIA MO. 10.0000 EQ. 10.0000 Costo unitario directo por : m2 **48.55**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0800	13.14	1.05
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.8000	12.02	9.62
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.8000	9.44	7.55
						18.22	
	Materiales						
0213070001	FRAGUA		kg		0.2857	8.70	2.49
0222080017	PEGAMENTO CERAMICO (25kg)		bol		0.2000	16.00	3.20

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC						
Subpresupuesto	001 BOCATOMA					Fecha presupuesto	20/05/2013
0222080017	LOSETA CERAMICA DE 40X40 ANTIDESLIZANTE DE	m2			1.0700	22.50	24.08
0290130022	AGUA	m3			0.0060	1.68	0.01
						29.78	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	18.22	0.55
						0.55	
Partida	06.07.04.01	PUERTA MACIZA A DOS HOJAS 1.20X2.40m					
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000		EQ. 1.0000		sto unitario directo por : und	**3,912.25**
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh		0.1000	0.8000	13.14	10.51
0101010003	OPERARIO	hh		2.0000	16.0000	12.02	192.32
0101010005	PEON	hh		0.3000	2.4000	9.44	22.66
						225.49	
	Materiales						
0271050146	PUERTA MACIZA MADERA CEDRO 2 HOJAS 1.20mX	glb			1.0000	3,680.00	3,680.00
						3,680.00	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	225.49	6.76
						6.76	
Partida	06.07.05.01	VIDRIO BLANCO DE 6mm.					
Rendimiento	p2/DIA	MO. 64.0000		EQ. 64.0000		osto unitario directo por : p2	**11.73**
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh		0.1000	0.0125	13.14	0.16
0101010003	OPERARIO	hh		1.0000	0.1250	12.02	1.50
0101010005	PEON	hh		0.5000	0.0625	9.44	0.59
						2.25	
	Materiales						
0222100001	SILICONA	und			0.2500	6.50	1.63
0243120002	VIDRIO TRANSPARENTE 6mm SISTEMA MODUGLAS	p2			1.0100	7.70	7.78
						9.41	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	2.25	0.07
						0.07	
Partida	06.07.06.01	PINTURA VINILICA EN MUROS INTERIORES					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 30.0000		EQ. 30.0000		sto unitario directo por : m2	**7.63**
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh		0.1000	0.0267	13.14	0.35
0101010003	OPERARIO	hh		1.0000	0.2667	12.02	3.21

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201002	PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC			
Subpresupuesto	001	BOCATOMA		Fecha presupuesto	20/05/2013

				3.56	
	Materiales				
02380100020003	LIJA DE FIERRO #80	und	0.2500	1.80	0.45
02400100090002	PINTURA VINILICA	gal	0.0500	26.50	1.33
02401500010004	IMPRIMANTE	kg	0.1500	14.50	2.18
				3.96	
	Equipos				
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	3.0000	3.56	0.11
				0.11	

Partida 06.07.06.02 PINTURA LATEX EN MUROS EXTERIORES

Rendimiento m2/DIA MO. 30.0000 EQ. 30.0000 Costo unitario directo por : m2 **7.49**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.2667	12.02	3.21
						3.21	
	Materiales						
02380100020003	LIJA DE FIERRO #80		und		0.2500	1.80	0.45
0240010008	PINTURA LATEX SUPERMATE		gal		0.0600	25.80	1.55
02401500010004	IMPRIMANTE		kg		0.1500	14.50	2.18
						4.18	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	3.21	0.10
						0.10	

Partida 07.01 ALINEAMIENTO, COLOCACION Y APUNTALAMIENTO DE TUBO RECTO DN 54"

Rendimiento m/DIA MO. 2.0000 EQ. 2.0000 Costo unitario directo por : m **6,574.09**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010008	CAPATAZ MONTAJISTA EN INST. HIDROMECANICAS		hh	0.5000	2.0000	14.14	28.28
0101010009	OPERARIO MONTAJISTA EN INST. HIDROMECANICA		hh	0.5000	2.0000	13.02	26.04
0101010010	OFICIAL MONTAJISTA EN INST. HIDROMECANICAS		hh	1.0000	4.0000	10.45	41.80
0101010011	PEON MONTAJISTA EN INST. HIDROMECANICAS		hh	7.0000	28.0000	10.10	282.80
01020100000005	TECNICO MECANICO		hh	1.0000	4.0000	12.00	48.00
0103010013	INGENIERO MECANICO		hh	0.5000	2.0000	20.00	40.00
						466.92	
	Materiales						
0201040001	PETROLEO D-2		gal		3.0000	13.50	40.50
02191300010018	TUBO DE ACERO ASTM, A-36, DN 54", E=5/8"		m		1.0000	5,508.00	5,508.00
0255080015	SOLDADURA		kg		1.0000	11.90	11.90
0276020077	DISCO ESMERIL DE DESBASTE 1/4"X7"		und		0.5000	15.50	7.75
0276020078	DISCO ESMERIL DE CORTE 7"X1/8"		und		0.5000	16.50	8.25
						5,576.40	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	466.92	14.01
0301090002	TIRFOR DE 5 TN		hm	1.0000	4.0000	3.50	14.00

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC
Subpresupuesto 001 BOCATOMA Fecha presupuesto 20/05/2013

03012100030003	WINCHE DE 40HP	hm	1.0000	4.0000	42.50	170.00
0301210004	GRUA DE 5TN. DE CAPACIDAD	hm	0.5000	2.0000	67.00	134.00
0301240009	GRAPA DE ALINEAMIENTO	hm	0.5000	2.0000	8.20	16.40
0301270005	MOTOSOLDADORA DE 450A	hm	1.0000	4.0000	32.00	128.00
03013400010009	ESMERIL ELECTRICO	hm	1.0000	4.0000	1.80	7.20
0301430002	TECLE DE 5 TN.	hm	1.0000	4.0000	1.20	4.80
0301450003	HERRAMIENTA DE TRANSPORTE DE TUBOS	hm	0.5000	2.0000	21.18	42.36
					530.77	

Partida 07.02 JUNTA DESOLDADURA CIRCUNFERENCIAL

Rendimiento m/DIA MO. 7.0000 EQ. 7.0000 Costo unitario directo por : m **170.42**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010008	CAPATAZ MONTAJISTA EN INST. HIDROMECANICAS	hh		0.2500	0.2857	14.14	4.04
0101010011	PEON MONTAJISTA EN INST. HIDROMECANICAS	hh		1.0000	1.1429	10.10	11.54
01010200010015	SOLDADOR HOMOLOGADO	hh		1.0000	1.1429	20.00	22.86
0103010013	INGENIERO MECANICO	hh		0.2500	0.2857	20.00	5.71
0103030017	ESMERILADOR	hh		1.0000	1.1429	12.00	13.71
						57.86	
	Materiales						
0201040001	PETROLEO D-2	gal			1.0000	13.50	13.50
0255080015	SOLDADURA	kg			2.0000	11.90	23.80
0276020077	DISCO ESMERIL DE DESBASTE 1/4"X7"	und			0.5000	15.50	7.75
0276020078	DISCO ESMERIL DE CORTE 7"X1/8"	und			0.5000	16.50	8.25
02901300070004	INSPECCION RADIOGRAFICA (PLACAS)	plc			4.0000	3.38	13.52
						66.82	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	57.86	1.74
0301090002	TIRFOR DE 5 TN	hm		1.0000	1.1429	3.50	4.00
0301270005	MOTOSOLDADORA DE 450A	hm		1.0000	1.1429	32.00	36.57
03013400010009	ESMERIL ELECTRICO	hm		1.0000	1.1429	1.80	2.06
0301430002	TECLE DE 5 TN.	hm		1.0000	1.1429	1.20	1.37
						45.74	

Partida 07.03 COLOCACION DE JUNTA DE DILATACION SOLDABLE

Rendimiento pza/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 sto unitario directo por : pza **17,900.77**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010008	CAPATAZ MONTAJISTA EN INST. HIDROMECANICAS	hh		0.1000	0.8000	14.14	11.31
0101010009	OPERARIO MONTAJISTA EN INST. HIDROMECANICA	hh		1.0000	8.0000	13.02	104.16
0101010010	OFICIAL MONTAJISTA EN INST. HIDROMECANICAS	hh		1.0000	8.0000	10.45	83.60
0101010011	PEON MONTAJISTA EN INST. HIDROMECANICAS	hh		2.0000	16.0000	10.10	161.60
01020100000005	TECNICO MECANICO	hh		1.0000	8.0000	12.00	96.00
0103010013	INGENIERO MECANICO	hh		1.0000	8.0000	20.00	160.00
						616.67	
	Materiales						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC					
Subpresupuesto	001 BOCATOMA				Fecha presupuesto	20/05/2013
0201040001	PETROLEO D-2	gal		1.0000	13.50	13.50
0210070002	JUNTA DE DILATACION SOLDABLE, ASTM, A-36, DN	pza		1.0000	16,853.00	16,853.00
0255080015	SOLDADURA	kg		5.0000	11.90	59.50
0276020077	DISCO ESMERIL DE DESBASTE 1/4"X7"	und		1.0000	15.50	15.50
0276020078	DISCO ESMERIL DE CORTE 7"X1/8"	und		1.0000	16.50	16.50
					16,958.00	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	616.67	18.50
0301090002	TIRFOR DE 5 TN	hm	0.2000	1.6000	3.50	5.60
03012100030003	WINCHE DE 40HP	hm	0.1000	0.8000	42.50	34.00
0301210004	GRUA DE 5TN. DE CAPACIDAD	hm	0.1000	0.8000	67.00	53.60
0301240009	GRAPA DE ALINEAMIENTO	hm	1.0000	8.0000	8.20	65.60
0301240010	GATA DE 20TN.	hm	0.5000	4.0000	2.20	8.80
0301270005	MOTOSOLDADORA DE 450A	hm	0.5000	4.0000	32.00	128.00
03013400010009	ESMERIL ELECTRICO	hm	0.5000	4.0000	1.80	7.20
0301430002	TECLE DE 5 TN.	hm	0.5000	4.0000	1.20	4.80
					326.10	

Partida 07.04 COLOCACION DE VALVULA MARIPOSA, DN 54", CIERRE POR COMTRAPESO

Rendimiento und/DIA MO. 0.2000 EQ. 0.2000 sto unitario directo por : und **64,577.79**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010008	CAPATAZ MONTAJISTA EN INST. HIDROMECANICAS	hh		1.0000	40.0000	14.14	565.60
0101010009	OPERARIO MONTAJISTA EN INST. HIDROMECANICA	hh		2.0000	80.0000	13.02	1,041.60
0101010010	OFICIAL MONTAJISTA EN INST. HIDROMECANICAS	hh		1.0000	40.0000	10.45	418.00
0101010011	PEON MONTAJISTA EN INST. HIDROMECANICAS	hh		4.0000	160.0000	10.10	1,616.00
01010200010015	SOLDADOR HOMOLOGADO	hh		1.0000	40.0000	20.00	800.00
0103010013	INGENIERO MECANICO	hh		1.0000	40.0000	20.00	800.00
						5,241.20	
	Materiales						
0201040001	PETROLEO D-2	gal			2.0000	13.50	27.00
0206100002	TEFLON GARLOCK (O SIMILAR)	und			2.0000	0.90	1.80
02460700010005	PERNOS ASTM A 307 GRADO 2, 1 1/2"X5" C/TUERCA	und			128.0000	32.00	4,096.00
0253040004	VALVULA MARIPOSA DN 500, DE 10 BAR, CON CIER	und			1.0000	50,800.00	50,800.00
0253050004	EMPAQUETADURA DE NEOPRENO DE 1/8"X38"	und			2.0000	100.00	200.00
0255080015	SOLDADURA	kg			12.0000	11.90	142.80
0276020077	DISCO ESMERIL DE DESBASTE 1/4"X7"	und			1.0000	15.50	15.50
0276020078	DISCO ESMERIL DE CORTE 7"X1/8"	und			0.5000	16.50	8.25
						55,291.35	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	5,241.20	157.24
03012100030003	WINCHE DE 40HP	hm		1.0000	40.0000	42.50	1,700.00
0301210004	GRUA DE 5TN. DE CAPACIDAD	hm		0.5000	20.0000	67.00	1,340.00
0301240010	GATA DE 20TN.	hm		1.0000	40.0000	2.20	88.00
0301270005	MOTOSOLDADORA DE 450A	hm		0.5000	20.0000	32.00	640.00
03013400010009	ESMERIL ELECTRICO	hm		1.0000	40.0000	1.80	72.00
0301430002	TECLE DE 5 TN.	hm		1.0000	40.0000	1.20	48.00
						4,045.24	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC
Subpresupuesto 001 BOCATOMA Fecha presupuesto 20/05/2013

Partida 07.05 SOLDADO DE BRIDAS DE ANCLAJE

Rendimiento pza/DIA MO. 4.0000 EQ. 4.0000 sto unitario directo por : pza **470.97**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010011	PEON MONTAJISTA EN INST. HIDROMECANICAS	hh		2.0000	4.0000	10.10	40.40
01010200010015	SOLDADOR HOMOLOGADO	hh		1.0000	2.0000	20.00	40.00
0103010013	INGENIERO MECANICO	hh		0.1000	0.2000	20.00	4.00
						84.40	
	Materiales						
0201040001	PETROLEO D-2	gal			1.0000	13.50	13.50
0246090002	BRIDA DE ANCLAJE	und			1.0000	280.00	280.00
0255080015	SOLDADURA	kg			2.0000	11.90	23.80
0276020077	DISCO ESMERIL DE DESBASTE 1/4"X7"	und			0.1000	15.50	1.55
0276020078	DISCO ESMERIL DE CORTE 7"X1/8"	und			0.0500	16.50	0.83
						319.68	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	84.40	2.53
0301270005	MOTOSOLDADORA DE 450A	hm		1.0000	2.0000	32.00	64.00
03013400010009	ESMERIL ELECTRICO	hm		0.1000	0.2000	1.80	0.36
						66.89	

Partida 07.06 ARENADO DE TUBERIA DE ACERO

Rendimiento m2/DIA MO. 40.0000 EQ. 40.0000 sto unitario directo por : m2 **24.10**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010008	CAPATAZ MONTAJISTA EN INST. HIDROMECANICAS	hh		0.5000	0.1000	14.14	1.41
0101010010	OFICIAL MONTAJISTA EN INST. HIDROMECANICAS	hh		1.0000	0.2000	10.45	2.09
0101010011	PEON MONTAJISTA EN INST. HIDROMECANICAS	hh		1.0000	0.2000	10.10	2.02
0103010013	INGENIERO MECANICO	hh		0.2500	0.0500	20.00	1.00
						6.52	
	Materiales						
0207020003	ARENA PARA ARENA DO	m3			0.0200	59.00	1.18
						1.18	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	6.52	0.20
0301120005	EQUIPO DE ARENADO	hm		0.5000	0.1000	41.00	4.10
0301210004	GRUA DE 5TN. DE CAPACIDAD	hm		0.5000	0.1000	67.00	6.70
03012600010002	COMPRESORA 250PCM	hm		0.5000	0.1000	54.00	5.40
						16.40	

Partida 07.07 PINTURA EPOXICA DE TUBERIAS DE ACERO BASE Y ACABADO

Rendimiento m2/DIA MO. 100.0000 EQ. 100.0000 sto unitario directo por : m2 **22.95**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC					
Subpresupuesto	001 BOCATOMA				Fecha presupuesto	20/05/2013
	Mano de Obra					
0101010008	CAPATAZ MONTAJISTA EN INST. HIDROMECANICAS	hh	1.2500	0.1000	14.14	1.41
0101010009	OPERARIO MONTAJISTA EN INST. HIDROMECANICA	hh	2.0000	0.1600	13.02	2.08
0101010011	PEON MONTAJISTA EN INST. HIDROMECANICAS	hh	2.0000	0.1600	10.10	1.62
0103010013	INGENIERO MECANICO	hh	0.6300	0.0504	20.00	1.01
					6.12	
	Materiales					
0240020016	PINTURA ESMALTE EPOXICA DE ACABADO	gal		0.1500	45.00	6.75
0240050010	PINTURA EPOXICA BASE INCLUYE CURADOR	gal		0.0800	35.00	2.80
					9.55	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	6.12	0.18
0301210004	GRUA DE 5TN. DE CAPACIDAD	hm	0.5000	0.0400	67.00	2.68
03012600010003	COMPRESORA PARA PINTADO	hm	2.1250	0.1700	26.00	4.42
					7.28	

Partida	07.08	PRUEBA HIDRAULICA				
Rendimiento	und/DIA	MO. 0.5000	EQ. 0.5000	sto unitario directo por : und		**2,473.58**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010008	CAPATAZ MONTAJISTA EN INST. HIDROMECANICAS	hh		1.0000	16.0000	14.14	226.24
0101010009	OPERARIO MONTAJISTA EN INST. HIDROMECANICA	hh		1.0000	16.0000	13.02	208.32
0101010010	OFICIAL MONTAJISTA EN INST. HIDROMECANICAS	hh		1.0000	16.0000	10.45	167.20
0101010011	PEON MONTAJISTA EN INST. HIDROMECANICAS	hh		2.0000	32.0000	10.10	323.20
0103010013	INGENIERO MECANICO	hh		1.0000	16.0000	20.00	320.00
						1,244.96	
	Materiales						
0206100002	TEFLON GARLOCK (O SIMILAR)	und			2.0000	0.90	1.80
0249020002	CODO FIERRO GALVANIZADO, DN 1" PN 10	pza			1.0000	25.00	25.00
02490300010006	NIPLE DE 1"X3", GALVANIZADO, PN 10	pza			2.0000	8.00	16.00
02520500010021	BRIDA CIEGA DE ACERO, DN 6", PN 150 LBS	pza			1.0000	150.00	150.00
0253010010	VALVULA DE BOLA DE 1", PN 10	und			1.0000	90.00	90.00
0253050003	EMPAQUETADURA DE NEOPRENO DE 1/8"X6"	und			1.0000	30.00	30.00
0255060001	OXIGENO	m3			0.5000	20.00	10.00
0255080015	SOLDADURA	kg			0.1000	11.90	1.19
0255080016	ACETILENO	kg			0.1300	6.50	0.85
02903200090039	BALDE DE PRUEBA (TUBERIA)	hm			16.0000	40.00	640.00
						964.84	
	Equipos						
0301000020	MANOMETRO MAS ACCESORIOS , PN 10	und			1.0000	150.00	150.00
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	1,244.96	37.35
0301270005	MOTOSOLDADORA DE 450A	hm		0.1000	1.6000	32.00	51.20
0301330008	EQUIPO DE OXICORTE	hm		0.1000	1.6000	6.77	10.83
03013400010009	ESMERIL ELECTRICO	hm		0.5000	8.0000	1.80	14.40
						263.78	

Partida	07.09	INSTALACION DE ABRAZADERAS

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201002	PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC					
Subpresupuesto	001	BOCATOMA				Fecha presupuesto	20/05/2013
Rendimiento	pza/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000			sto unitario directo por : pza	**593.46**
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010008	CAPATAZ MONTAJISTA EN INST. HIDROMECANICAS	hh		0.1000	0.0800	14.14	1.13
0101010011	PEON MONTAJISTA EN INST. HIDROMECANICAS	hh		2.0000	1.6000	10.10	16.16
0103010013	INGENIERO MECANICO	hh		0.1000	0.0800	20.00	1.60
						18.89	
	Materiales						
0204240031	ABRAZADERA GALVANIZADA DE APOYOS	und			1.0000	510.00	510.00
02460700010007	PERNOS DE ANCLAJE, 1"X6"C/TUERCA Y VOLANDA	und			2.0000	32.00	64.00
						574.00	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	18.89	0.57
						0.57	
Partida	08.01	TURBINA FRANCIS, Q=5M3, HM=54M					
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			sto unitario directo por : und	**655,932.00**
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
02191300010017	TURBINA FRANCIS, Q=5M3, Hn=42 M	und			1.0000	655,932.00	655,932.00
						655,932.00	
Partida	08.02	REGULADOR DE VELOCIDAD					
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			sto unitario directo por : und	**101,690.00**
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Equipos						
03010600020010	REGULADOR DE VELOCIDAD	und			1.0000	101,690.00	101,690.00
						101,690.00	
Partida	08.03	ACOPLAMIENTO FLEXIBLE					
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			sto unitario directo por : und	**25,423.00**
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
0204240032	ACOPLAMIENTO FLEXIBLE	und			1.0000	25,423.00	25,423.00
						25,423.00	
Partida	08.04	VALVULA MARIPOSA PRINCIPAL					
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			sto unitario directo por : und	**61,000.00**
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
0253010011	VALVULA MARIPOSA PRINCIPAL	und			1.0000	61,000.00	61,000.00
						61,000.00	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC
Subpresupuesto 001 BOCATOMA Fecha presupuesto 20/05/2013

Partida 08.05 TRANSPORTE, MONTAJE Y PRUEBAS (PART. MECANICA)

Rendimiento glb/DIA MO. EQ. Costo unitario directo por : glb **105,000.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
0203030005	TRANSPORTE, MONTAJE Y PRUEBAS (PART. MECA	glb			1.0000	105,000.00	105,000.00
						105,000.00	

Partida 09.01 REVEGETACION

Rendimiento glb/DIA MO. EQ. Costo unitario directo por : glb **10,000.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
02901800070011	REVEGETACION DE AREAS AFECTADAS	glb			1.0000	10,000.00	10,000.00
						10,000.00	

Partida 09.02 ACOMODO DE MATERIAL Y CIERRE DE CANTERAS

Rendimiento glb/DIA MO. EQ. Costo unitario directo por : glb **4,600.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
02371000010004	ACOMODO Y CIERRE DE CANTERAS	glb			1.0000	4,600.00	4,600.00
						4,600.00	

Partida 10.01 TRANSPORTE EQUIPOS, MAQUINAS Y ACCESORIOS DE OBRA

Rendimiento glb/DIA MO. EQ. Costo unitario directo por : glb **100,000.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
0203030003	TRANSPORTE TERRESTRE DE EQUIPO Y MAQUINA	glb			1.0000	100,000.00	100,000.00
						100,000.00	

Partida 10.02 FLETE DE TRANSPORTE TERRESTRE DE ACCESORIOS, TUBERIAS CUSCO-OBRA

Rendimiento ton/DIA MO. EQ. Costo unitario directo por : ton **200.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
0203030002	TRANSPORTE DE TUBERIA	ton			1.0000	200.00	200.00
						200.00	

Partida 10.03 FLETE TERRESTRE MATERIALES

Rendimiento glb/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 osto unitario directo por : glb **100,000.00**

Análisis de precios unitarios

Presupuesto		1201002	PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC					
Subpresupuesto		001	BOCATOMA				Fecha presupuesto	20/05/2013
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales							
0203020002	FLETE TERRESTRE DE MATERIALES DE CONTRUC		glb			1.0000	100,000.00	100,000.00
							100,000.00	

RELACION DE INSUMOS

Obra 1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC
Fecha 01/07/2012
Lugar 081007 CUSCO - PARURO - PACCARITAMBO

Código	Recurso	Unid.	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	MANO DE OBRA				
0101010002	CAPATAZ	hh	2,596.78	13.14	34,121.68
0101010003	OPERARIO	hh	14,463.80	12.02	173,854.89
0101010004	OFICIAL	hh	15,159.74	10.45	158,419.29
0101010005	PEON	hh	56,567.11	9.44	533,993.55
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1,568.93	12.30	19,297.83
0101010008	CAPATAZ MONTAJISTA EN INST. HIDROMECANICAS	hh	2,115.99	14.14	29,920.15
0101010009	OPERARIO MONTAJISTA EN INST. HIDROMECANICAS	hh	1,822.63	13.02	23,730.67
0101010010	OFICIAL MONTAJISTA EN INST. HIDROMECANICAS	hh	3,146.08	10.45	32,876.54
0101010011	PEON MONTAJISTA EN INST. HIDROMECANICAS	hh	20,209.17	10.10	204,112.63
01010200010015	SOLDADOR HOMOLOGADO	hh	1,249.23	20.00	24,984.51
01010300000005	OPERARIO TOPOGRAFO	hh	31.10	13.00	404.27
01010300030001	AYUDANTE DE TOPOGRAFIA	día	4.56	10.44	47.61
01020100000005	TECNICO MECANICO	hh	2,576.00	12.00	30,912.00
0103010013	INGENIERO MECANICO	hh	1,920.89	20.00	38,417.73
0103030017	ESMERILADOR	hh	1,118.74	12.00	13,424.83
					1,318,518.18
	MATERIALES				
0201010022	ACEITE PARA MOTOR SAE-30	gal	7.79	15.00	116.89
0201020003	GRASA DE USO GENERAL	kg	75.07	5.00	375.36
0201030001	GASOLINA	gal	148.83	12.50	1,860.35
02010300010001	GASOLINA 84	gal	344.81	12.50	4,310.18
0201040001	PETROLEO D-2	gal	2,923.20	13.50	39,463.20
0201050002	EMULSION ASFALTICA	gal	14.11	12.50	176.42
0203020002	FLETE TERRESTRE DE MATERIALES DE CONTRUCCION	glb	1.00	100,000.00	100,000.00
0203030002	TRANSPORTE DE TUBERIA	ton	245.00	200.00	49,000.00
0203030003	TRANSPORTE TERRESTRE DE EQUIPO Y MAQUINARIA	glb	1.00	100,000.00	100,000.00
0203030005	TRANSPORTE, MONTAJE Y PRUEBAS (PART. MECANICA)	glb	1.00	105,000.00	105,000.00
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg	1,203.79	3.89	4,682.74
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg	4,168.90	3.89	16,217.03
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	91,531.42	2.50	228,828.54
02040600010002	ACERO LISO EN VARILLAS DE 1/2" X 6 m	var	42.19	2.58	108.85
02041200010004	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	kg	1.50	4.20	6.30
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	663.68	4.20	2,787.47
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg	490.41	4.20	2,059.73
0204240031	ABRAZADERA GALVANIZADA DE APOYOS	und	25.00	510.00	12,750.00
0204240032	ACOPLAMIENTO FLEXIBLE	und	2.00	25,423.00	50,846.00
0206100002	TEFLON GARLOCK (O SIMILAR)	und	4.00	0.90	3.60
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3	2,624.55	45.00	118,104.82
0207010006	PIEDRA GRANDE DE 8"	m3	382.60	40.00	15,304.17
0207020001	ARENA	m3	58.74	55.00	3,230.86
02070200010001	ARENA FINA	m3	10.51	55.00	577.89
02070200010002	ARENA GRUESA	m3	1,366.26	48.00	65,580.45
0207020003	ARENA PARA ARENA DO	m3	51.41	59.00	3,033.07
0207030001	HORMIGON	m3	1,114.82	38.00	42,363.17
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3	444.42	1.68	746.63
0210070002	JUNTA DE DILATACION SOLDABLE, ASTM, A-36, DN 38,	pza	7.00	16,853.00	117,971.00

RELACION DE INSUMOS

Obra 1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC
Fecha 01/07/2012
Lugar 081007 CUSCO - PARURO - PACCARITAMBO

Código	Recurso	Unid.	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	33,999.18	19.70	669,783.85
02130200020001	CAL HIDRATADA BOLSA 14 kg	bol	259.75	15.50	4,026.16
02130300010001	YESO BOLSA 18 kg	bol	9.85	15.55	153.13
02130400010001	TIZA BOLSA DE 40 kg	und	11.13	14.32	159.35
02130600010001	OCRE ROJO	kg	5.69	8.70	49.46
0213070001	FRAGUA	kg	2.99	8.70	25.97
02160100010004	LADRILLO KK 18 HUECOS 9X14X24 cm	und	6,131.54	1.14	6,989.96
02191300010017	TURBINA FRANCIS, Q=5M3, Hn=42 M	und	2.00	655,932.00	1,311,864.00
02191300010018	TUBO DE ACERO ASTM, A-36, DN 54", E=5/8"	m	630.00	5,508.00	3,470,040.00
0222030002	SIKA 1 (balde de 20 kg)	bal	355.53	36.00	12,799.19
0222080017	PEGAMENTO CERAMICO (25kg)	bol	2.09	16.00	33.38
0222100001	SILICONA	und	4.48	6.50	29.10
02221400020001	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS	gal	75.39	25.00	1,884.68
0228030005	CUMBRERA SUPERIOR TEJA ANDINA 0.72m	und	13.43	16.52	221.79
0228030006	CUMBRERA INFERIOR TEJA ANDINA 0.72m	und	13.43	16.52	221.79
0228120023	LOSETA CERAMICA DE 40X40 ANTIDESLIZANTE DE ALTO TRANSITO	m2	11.16	22.50	251.15
0228180002	TEJA ANDINA (1.16x0.70 m.)	pln	297.26	21.18	6,295.86
0231010001	MADERA TORNILLO	p2	17,250.39	3.50	60,376.35
0231010004	CORREAS DE 3"X2"	p2	26.24	5.33	139.84
0231010005	MADERA TORNILLO CEPILLADA	p2	70.00	3.00	210.00
0231010006	TIJERAL DE MADERA DE 3"X6" L=11.00m	und	6.00	1,694.00	10,164.00
0231040001	ESTACAS DE MADERA	und	9.12	7.50	68.40
02310500010004	TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 19 mm	pln	327.38	25.10	8,217.12
02310500010007	TRIPLAY DE 4´X8´X 4 mm	pln	4.00	25.60	102.40
02371000010004	ACOMODO Y CIERRE DE CANTERAS	glb	1.00	4,600.00	4,600.00
02380100020003	LIJA DE FIERRO #80	und	142.32	1.80	256.17
0240010008	PINTURA LATEX SUPERMATE	gal	15.62	25.80	402.92
02400100090002	PINTURA VINILICA	gal	15.52	26.50	411.37
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal	2.97	22.00	65.45
0240020016	PINTURA ESMALTE EPOXICA DE ACABADO	gal	385.56	45.00	17,350.20
0240020017	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal	0.60	34.00	20.40
0240050010	PINTURA EPOXICA BASE INCLUYE CURADOR	gal	205.63	35.00	7,197.12
02401500010004	IMPRIMANTE	kg	85.58	14.50	1,240.96
02410100020003	CINTA AUTOADHESIVA MASKING TAPE 19 X 50 m	pza	750.72	1.50	1,126.08
0243120002	VIDRIO TRANSPARENTE 6mm SISTEMA MODUGLAS	p2	18.04	7.70	138.87
02460700010005	PERNOS ASTM A 307 GRADO 2, 1 1/2"X5" C/TUERCA Y VOLANDA	und	128.00	32.00	4,096.00
02460700010007	PERNOS DE ANCLAJE, 1"X6"C/TUERCA Y VOLANDA	und	50.00	32.00	1,600.00
02460700010008	PERNOS HEXAGONALES DE 3/4"X 3 1/2"	pza	9.00	15.50	139.50
0246090002	BRIDA DE ANCLAJE	und	45.00	280.00	12,600.00
0249020002	CODO FIERRO GALVANIZADO, DN 1" PN 10	pza	1.00	25.00	25.00
02490300010006	NIPLE DE 1"X3", GALVANIZADO, PN 10	pza	2.00	8.00	16.00
02520500010021	BRIDA CIEGA DE ACERO, DN 6", PN 150 LBS	pza	1.00	150.00	150.00
0253010010	VALVULA DE BOLA DE 1", PN 10	und	1.00	90.00	90.00
0253010011	VALVULA MARIPOSA PRINCIPAL	und	2.00	61,000.00	122,000.00
0253040004	VALVULA MARIPOSA DN 500, DE 10 BAR, CON CIERRE CONTRAPESO	und	1.00	50,800.00	50,800.00
0253050003	EMPAQUETADURA DE NEOPRENO DE 1/8"X6"	und	1.00	30.00	30.00

RELACION DE INSUMOS

Obra 1201002 PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC
Fecha 01/07/2012
Lugar 081007 CUSCO - PARURO - PACCARITAMBO

Código	Recurso	Unid.	Cantidad	Precio S/.	
0253050004	EMPAQUETADURA DE NEOPRENO DE 1/8"X38"	und	2.00	100.00	200.00
0255060001	OXIGENO	m3	0.50	20.00	10.00
0255080015	SOLDADURA	kg	2,725.50	11.90	32,433.45
0255080016	ACETILENO	kg	0.13	6.50	0.85
02671100060005	BARANDA FIERRO NEGRO D=1 1/2" (Según diseño)	m	22.70	80.00	1,816.00
0271050146	PUERTA MACIZA MADERA CEDRO 2 HOJAS 1.20mX2.40m SEGUN DISEÑO	glb	1.00	3,680.00	3,680.00
0271050148	REJA METALICA DE CAPTACION 4.30X1.30m	glb	1.00	2,118.00	2,118.00
0276020077	DISCO ESMERIL DE DESBASTE 1/4"X7"	und	817.10	15.50	12,665.05
0276020078	DISCO ESMERIL DE CORTE 7"X1/8"	und	814.36	16.50	13,437.00
02901300070004	INSPECCION RADIOGRAFICA (PLACAS)	plc	3,916.80	3.38	13,238.78
0290130022	AGUA	m3	341.79	1.68	574.20
02901800070011	REVEGETACION DE AREAS AFECTADAS	glb	1.00	10,000.00	10,000.00
02902400010033	COMPUERTA PLANA 1.30X1.00M	und	2.00	1,100.00	2,200.00
02902400010034	COMPUERTA PLANA 1.30X0.85M	und	3.00	1,100.00	3,300.00
02902400010035	COMPUERTA PLANA 2.20X1.15 M	und	2.00	2,300.00	4,600.00
02903200090039	BALDE DE PRUEBA (TUBERIA)	hm	16.00	40.00	640.00
0292010001	CORDEL	m	358.88	0.80	287.10
0292020003	CAMPAMENTO PROVICIONAL	glb	1.00	20,000.00	20,000.00
					6,995,168.12
	EQUIPOS				
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	día	7.31	30.00	219.22
03010000110001	TEODOLITO	día	7.31	40.00	292.29
0301000014	MIRAS	día	9.12	5.00	45.60
0301000015	JALONES	día	18.24	3.00	54.72
0301000020	MANOMETRO MAS ACCESORIOS , PN 10	und	1.00	150.00	150.00
03010600020001	REGLA DE ALUMINIO 1" X 4" X 8"	und	4.97	25.00	124.26
03010600020010	REGULADOR DE VELOCIDAD	und	2.00	101,690.00	203,380.00
0301090002	TIRFOR DE 5 TN	hm	3,650.29	3.50	12,776.00
0301120005	EQUIPO DE ARENADO	hm	257.04	41.00	10,538.64
03011700020001	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 58 HP 1/2 y3	hm	214.91	130.00	27,938.35
03012100030003	WINCHE DE 40HP	hm	2,565.60	42.50	109,038.00
0301210004	GRUA DE 5TN. DE CAPACIDAD	hm	1,645.46	67.00	110,245.55
0301240009	GRAPA DE ALINEAMIENTO	hm	1,316.00	8.20	10,791.20
0301240010	GATA DE 20TN.	hm	68.00	2.20	149.60
03012600010002	COMPRESORA 250PCM	hm	257.04	54.00	13,880.16
03012600010003	COMPRESORA PARA PINTADO	hm	436.97	26.00	11,361.17
0301270005	MOTOSOLDADORA DE 450A	hm	3,778.64	32.00	120,916.54
03012900010002	VIBRADOR DE 3/4"-2" CONCRETO	hm	1,419.93	4.00	5,679.71
03012900010004	VIBRADOR A GASOLINA	día	186.17	4.20	781.93
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1,511.71	6.39	9,659.81
0301290004	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	830.77	6.39	5,308.61
03013300020003	CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO	hm	2,862.97	0.59	1,689.15
0301330008	EQUIPO DE OXICORTE	hm	1.60	6.77	10.83
03013400010009	ESMERIL ELECTRICO	hm	3,725.64	1.80	6,706.15
0301430002	TECLE DE 5 TN.	hm	3,705.92	1.20	4,447.10
0301450003	HERRAMIENTA DE TRANSPORTE DE TUBOS	hm	1,260.00	21.18	26,686.80
03014900010001	CORDEL	rll	0.81	6.80	5.50
					692,876.89
	SUBCONTRATOS				
04110400020007	SC ESCALERA DE GATO D=1 1/2"	m	13.50	45.00	607.50

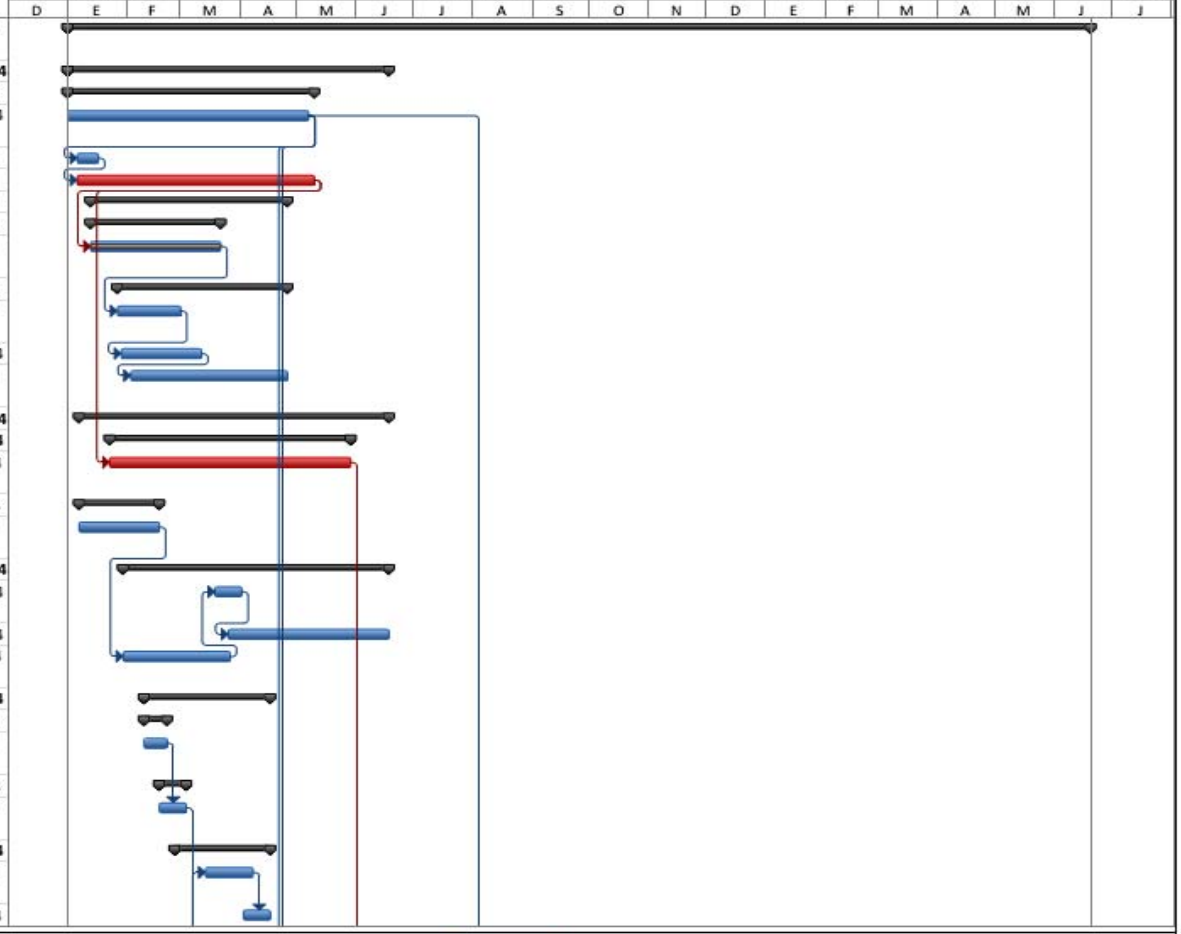
RELACION DE INSUMOS

Obra	1201002	PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC
Fecha	01/07/2012	
Lugar	081007	CUSCO - PARURO - PACCARITAMBO

Código	Recurso	Unid.	Cantidad	Precio S/.	
					607.50
			TOTAL	S/.	9,007,170.69

PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1	**PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC**	**383 días**	**mié 01/01/14**	**vie 19/06/15**
2	**BOCATOMA LATERAL**	**120 días**	**mié 01/01/14**	**mar 17/06/14**
3	**OBRAS PRELIMINARES**	**93 días**	**mié 01/01/14**	**vie 09/05/14**
4	CAMPAMENTO PROVISIONAL PARA OBRA Y SUPERVISION	90 días	mié 01/01/14	mar 06/05/14
5	CARTEL DE OBRA	9 días	lun 06/01/14	jue 16/01/14
6	TRAZO Y REPLANTEO	90 días	lun 06/01/14	vie 09/05/14
7	**BARRAJE FIJO**	**75 días**	**lun 13/01/14**	**vie 25/04/14**
8	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**	**50 días**	**lun 13/01/14**	**vie 21/03/14**
9	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL SUELTO EQUIPO	50 días	lun 13/01/14	vie 21/03/14
10	**CONCRETO SIMPLE**	**65 días**	**lun 27/01/14**	**vie 25/04/14**
11	EMBOQUILLADO DE PIEDRA CON CONCRETO f'c=140 kg/cm2 e=0.30m	25 días	lun 27/01/14	vie 28/02/14
12	ENCOFRADO DE BARRAJE	30 días	mié 29/01/14	mar 11/03/14
13	CONCRETO f'c=175 kg/cm2 + 25% PG. (TAM. MAX 6")	60 días	lun 03/02/14	vie 25/04/14
14	**MUROS DE ENCAUZAMIENTO**	**116 días**	**mar 07/01/14**	**mar 17/06/14**
15	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**	**90 días**	**jue 23/01/14**	**mié 28/05/14**
16	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CIMIENTOS	90 días	jue 23/01/14	mié 28/05/14
17	**CONCRETO SIMPLE**	**30 días**	**mar 07/01/14**	**lun 17/02/14**
18	SOLADO PARA CIMENTACIONES ARMADAS	30 días	mar 07/01/14	lun 17/02/14
19	**CONCRETO ARMADO**	**99 días**	**jue 30/01/14**	**mar 17/06/14**
20	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURA CARAVISTA	10 días	mié 19/03/14	mar 01/04/14
21	CONCRETO MUROS f'c=210 kg/cm2	60 días	mié 26/03/14	mar 17/06/14
22	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MUROS fy=4,200 kg/cm2	40 días	jue 30/01/14	mié 26/03/14
23	**MUROS DE DIVISION**	**48 días**	**lun 10/02/14**	**mié 16/04/14**
24	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**	**10 días**	**lun 10/02/14**	**vie 21/02/14**
25	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CIMIENTOS	10 días	lun 10/02/14	vie 21/02/14
26	**CONCRETO SIMPLE**	**10 días**	**mar 18/02/14**	**lun 03/03/14**
27	SOLADO PARA CIMENTACIONES ARMADAS	10 días	mar 18/02/14	lun 03/03/14
28	**CONCRETO ARMADO**	**36 días**	**mié 26/02/14**	**mié 16/04/14**
29	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURA CARAVISTA	17 días	vie 14/03/14	lun 07/04/14
30	CONCRETO MUROS f'c=210 kg/cm2	10 días	jue 03/04/14	mié 16/04/14

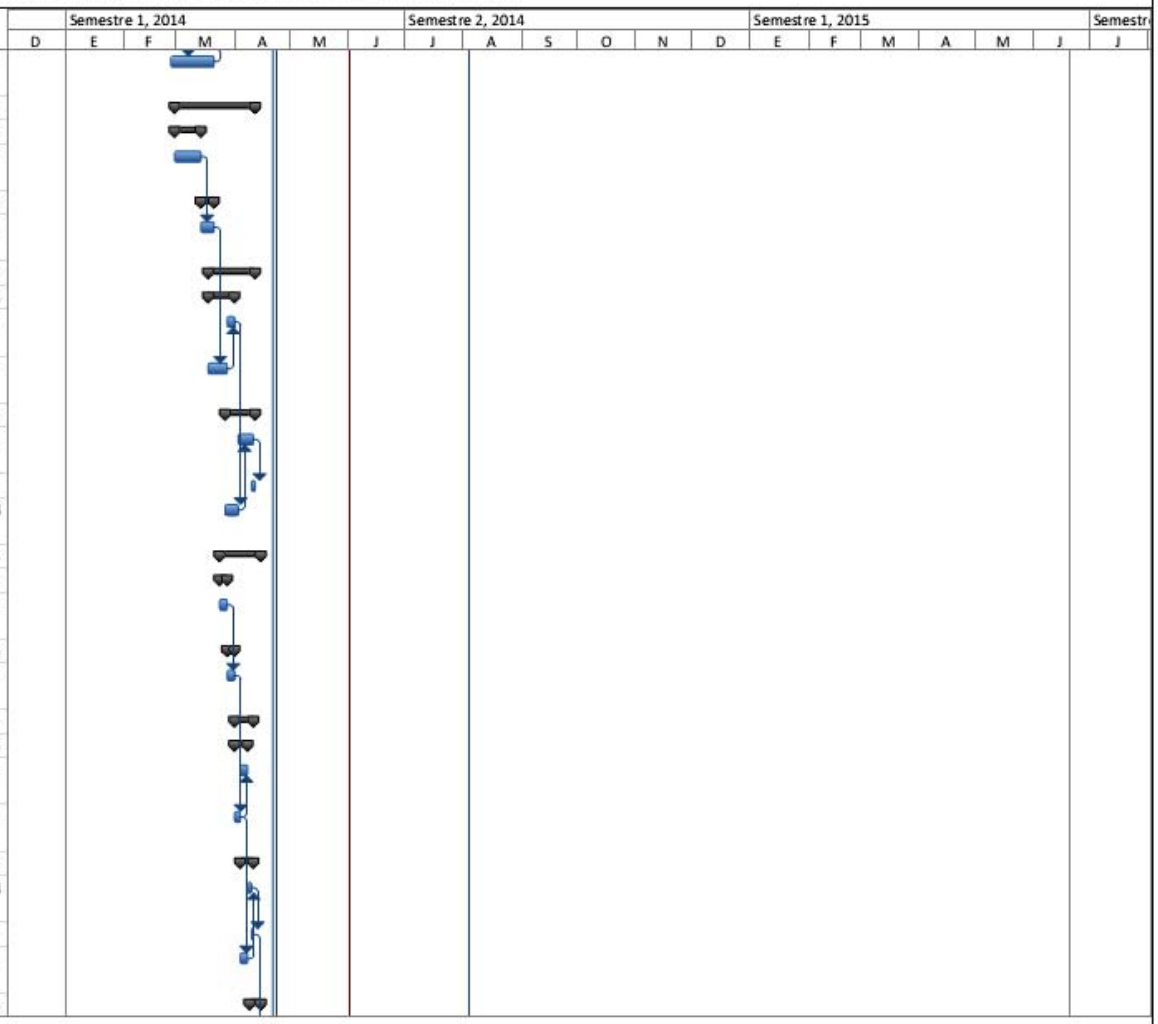


Proyecto: PrOgRaMaCiOn
Fecha: sáb 18/05/13

Tarea	Tareas externas	Tarea manual	Sólo fin		
División	Hito externo	Sólo duración	Fecha límite		
Hito	Tarea inactiva	Informe de resumen manual	Tareas críticas		
Resumen	Hito inactivo	Resumen manual	División crítica		
Resumen del proyecto	Resumen inactivo	Sólo el comienzo	Progreso		

PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
31	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MUROS fy=4,200 kg/cm2	17 días	mié 26/02/14	jue 20/03/14
32	CAMARA DESRIPIADORA	**31 días**	**vie 28/02/14**	**vie 11/04/14**
33	MOVIMIENTO DE TIERRAS	**10 días**	**vie 28/02/14**	**jue 13/03/14**
34	EXCAVACION A MANO EN TERRENO NORMAL	10 días	vie 28/02/14	jue 13/03/14
35	CONCRETO SIMPLE	**5 días**	**vie 14/03/14**	**jue 20/03/14**
36	SOLADO PARA CIMENTACIONES ARMADAS	5 días	vie 14/03/14	jue 20/03/14
37	CONCRETO ARMADO	**19 días**	**mar 18/03/14**	**vie 11/04/14**
38	LOSA DE FONDO	**10 días**	**mar 18/03/14**	**lun 31/03/14**
39	CONCRETO LOSA DE FONDO f'c=210 kg/cm2	2 días	vie 28/03/14	lun 31/03/14
40	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA LOSAS fy=4,200 kg/cm2	8 días	mar 18/03/14	jue 27/03/14
41	MUROS	**12 días**	**jue 27/03/14**	**vie 11/04/14**
42	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURA CARAVISTA	6 días	jue 03/04/14	jue 10/04/14
43	CONCRETO MUROS f'c=210 kg/cm2	2 días	jue 10/04/14	vie 11/04/14
44	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MUROS fy=4,200 kg/cm2	5 días	jue 27/03/14	mié 02/04/14
45	VERTEDERO DE DEMASIAS	**16 días**	**lun 24/03/14**	**lun 14/04/14**
46	MOVIMIENTO DE TIERRAS	**4 días**	**lun 24/03/14**	**jue 27/03/14**
47	EXCAVACION A MANO EN TERRENO NORMAL	4 días	lun 24/03/14	jue 27/03/14
48	CONCRETO SIMPLE	**2 días**	**vie 28/03/14**	**lun 31/03/14**
49	SOLADO PARA CIMENTACIONES ARMADAS	2 días	vie 28/03/14	lun 31/03/14
50	CONCRETO ARMADO	**8 días**	**mar 01/04/14**	**jue 10/04/14**
51	LOSA DE FONDO	**5 días**	**mar 01/04/14**	**lun 07/04/14**
52	CONCRETO LOSA DE FONDO f'c=210 kg/cm2	2 días	vie 04/04/14	lun 07/04/14
53	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA LOSAS fy=4,200 kg/cm2	3 días	mar 01/04/14	jue 03/04/14
54	MUROS	**5 días**	**vie 04/04/14**	**jue 10/04/14**
55	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURA CARAVISTA	2 días	mar 08/04/14	mié 09/04/14
56	CONCRETO MUROS f'c=210 kg/cm2	1 día	jue 10/04/14	jue 10/04/14
57	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MUROS fy=4,200 kg/cm2	2 días	vie 04/04/14	lun 07/04/14
58	VARIOS	**4 días**	**mié 09/04/14**	**lun 14/04/14**

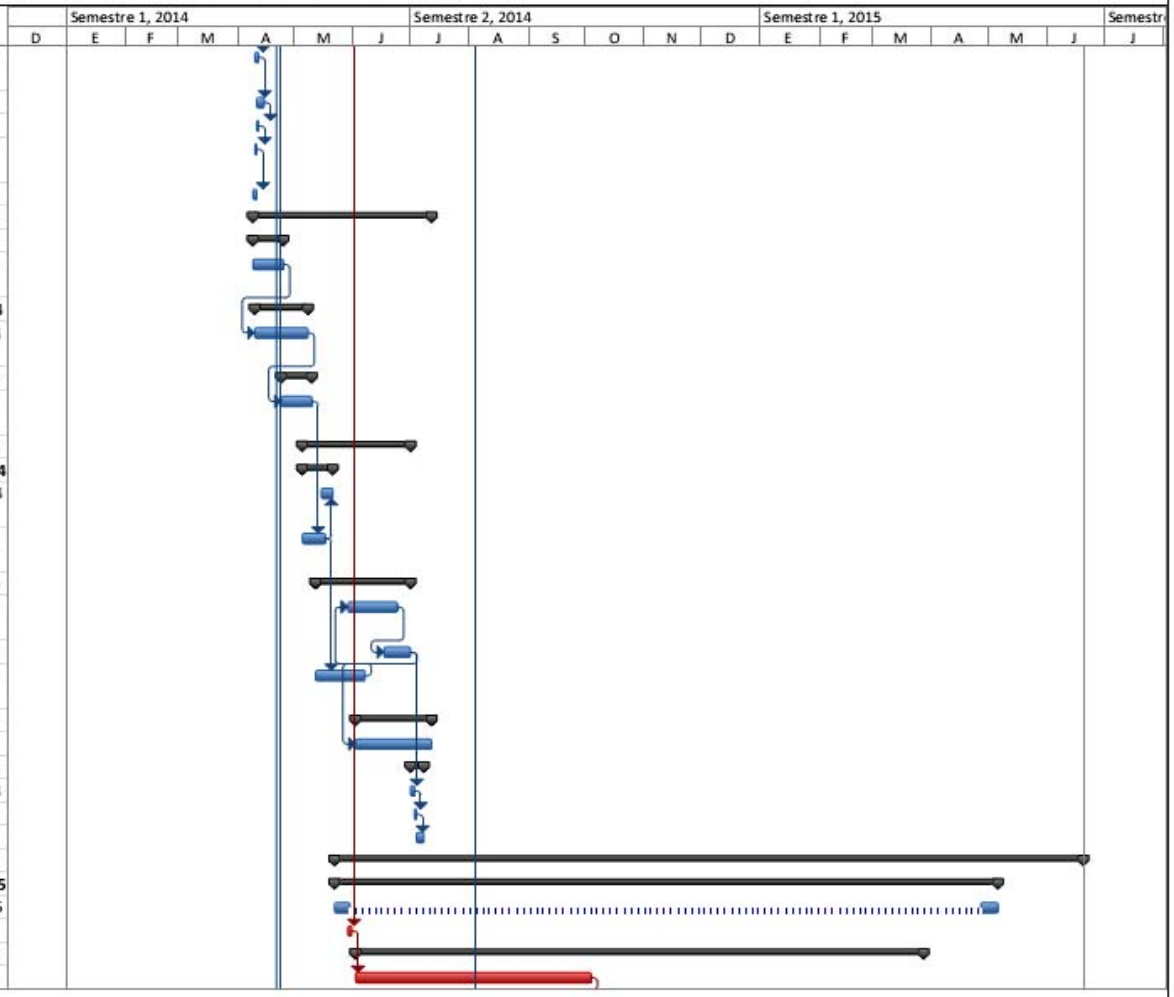


Proyecto: PrOgRaMaCiOn
Fecha: sáb 18/05/13

Tarea	Tareas externas	Tarea manual	Sólo fin				
División	Hito externo	Sólo duración	Fecha límite				
Hito	Tarea inactiva	Informe de resumen manual	Tareas críticas				
Resumen	Hito inactivo	Resumen manual	División crítica				
Resumen del proyecto	Resumen inactivo	Sólo el comienzo	Progreso				

PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
59	BARANDA DE TUBO DE FIERRO NEGRO = 1 1/2", H=1.10M	2 días	jue 10/04/14	vie 11/04/14
60	COMPUERTA METALICA DE 1.30X1.00 m	2 días	vie 11/04/14	lun 14/04/14
61	COMPUERTA METALICA DE 1.30X0.85 m	1 día	vie 11/04/14	vie 11/04/14
62	REJILLA METALLICA DE CAPTACION 4.30X1.30m	1 día	jue 10/04/14	jue 10/04/14
63	ESCALERA METALICA TIPO GATO D=1 1/2	2 días	mié 09/04/14	jue 10/04/14
64	DESARENADOR	**68 días**	**mié 09/04/14**	**vie 11/07/14**
65	OBRAS PRELIMINARES	**12 días**	**mié 09/04/14**	**jue 24/04/14**
66	LOCALIZACION, TRAZO Y REPLANTEO DE OBRAS	12 días	mié 09/04/14	jue 24/04/14
67	MOVIMIENTO DE TIERRAS	**20 días**	**jue 10/04/14**	**mié 07/05/14**
68	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL SUELTO EQUIPO	20 días	jue 10/04/14	mié 07/05/14
69	CONCRETO SIMPLE	**12 días**	**jue 24/04/14**	**vie 09/05/14**
70	SOLADO PARA ESTRUCTURAS ARMADAS (FC=100 KG/CM2)	12 días	jue 24/04/14	vie 09/05/14
71	CONCRETO ARMADO	**41 días**	**lun 05/05/14**	**lun 30/06/14**
72	LOSA DE FONDO	**12 días**	**lun 05/05/14**	**mar 20/05/14**
73	CONCRETO LOSA DE FONDO f'c=210 kg/cm2	4 días	jue 15/05/14	mar 20/05/14
74	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA LOSAS fy=4,200 kg/cm2	10 días	lun 05/05/14	vie 16/05/14
75	MUROS	**36 días**	**lun 12/05/14**	**lun 30/06/14**
76	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURA CARAVISTA	18 días	jue 29/05/14	lun 23/06/14
77	CONCRETO MUROS f'c=210 kg/cm2	10 días	mar 17/06/14	lun 30/06/14
78	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MUROS fy=4,200 kg/cm2	20 días	lun 12/05/14	vie 06/06/14
79	REVESTIMIENTOS	**30 días**	**lun 02/06/14**	**vie 11/07/14**
80	TARRAJEO IMPERMEABILIZADO	30 días	lun 02/06/14	vie 11/07/14
81	VARIOS	**5 días**	**mar 01/07/14**	**lun 07/07/14**
82	ESCALERA METALICA TIPO GATO D=1 1/2"	2 días	mar 01/07/14	mié 02/07/14
83	COMPUERTA METALICA DE 1.30X0.85 m	1 día	jue 03/07/14	jue 03/07/14
84	COMPUERTA METALICA DE 2.20 X 1.15 M	2 días	vie 04/07/14	lun 07/07/14
85	CANAL PRINCIPAL DE ADUCCIÓN	**282 días**	**jue 22/05/14**	**vie 19/06/15**
86	OBRAS PRELIMINARES	**249 días**	**jue 22/05/14**	**mar 05/05/15**
87	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	13 días	jue 22/05/14	mar 05/05/15
88	TRAZO, NIVELES Y REEPLANTEO DE CANAL	2 días	jue 29/05/14	vie 30/05/14
89	MOVIMIENTO DE TIERRAS	**215 días**	**lun 02/06/14**	**vie 27/03/15**
90	EXCAVACION A MANO EN TERRENO NORMA	90 días	lun 02/06/14	vie 03/10/14

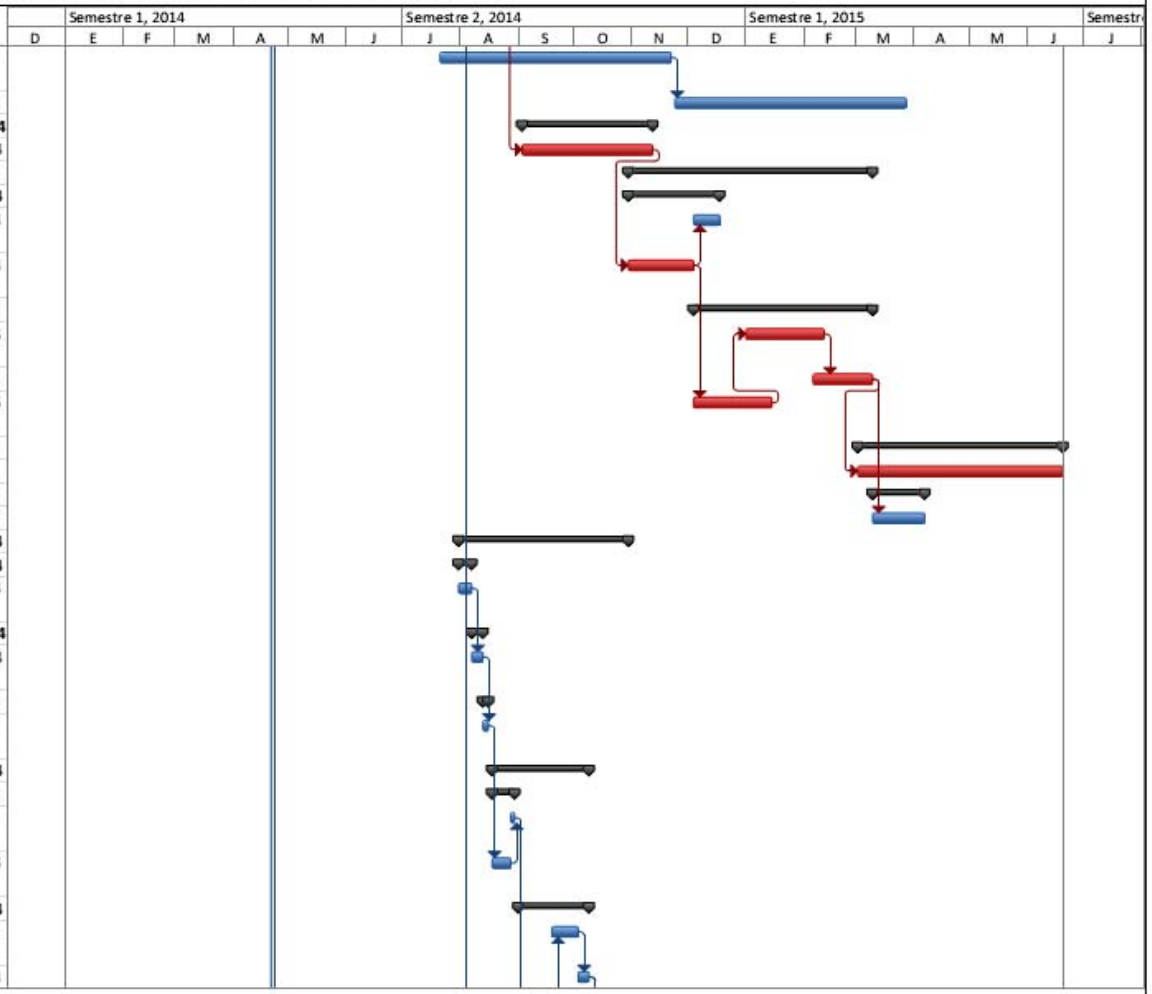


Proyecto: PrOgRaMaCiOn
Fecha: sáb 18/05/13

Tarea	Tareas externas	Tarea manual	Sólo fin	
División	Hito externo	Sólo duración	Fecha límite	
Hito	Tarea inactiva	Informe de resumen manual	Tareas críticas	
Resumen	Hito inactivo	Resumen manual	División crítica	
Resumen del proyecto	Resumen inactivo	Sólo el comienzo	Progreso	

PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
91	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	90 días	lun 21/07/14	vie 21/11/14
92	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	90 días	lun 24/11/14	vie 27/03/15
93	CONCRETO SIMPLE	**50 días**	**mié 03/09/14**	**mar 11/11/14**
94	SOLADO PARA ESTRUCTURAS ARMADAS	50 días	mié 03/09/14	mar 11/11/14
95	CONCRETO ARMADO	**93 días**	**jue 30/10/14**	**lun 09/03/15**
96	LOSA DE FONDO	**35 días**	**jue 30/10/14**	**mié 17/12/14**
97	CONCRETO LOSA DE FONDO f'c=210 kg/cm2	10 días	jue 04/12/14	mié 17/12/14
98	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA LOSAS fy=4,200 kg/cm2	25 días	jue 30/10/14	mié 03/12/14
99	MUROS	**68 días**	**jue 04/12/14**	**lun 09/03/15**
100	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURA CARAVISTA	30 días	jue 01/01/15	mié 11/02/15
101	CONCRETO MUROS f'c=210 kg/cm2	22 días	vie 06/02/15	lun 09/03/15
102	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MUROS fy=4,200 kg/cm2	30 días	jue 04/12/14	mié 14/01/15
103	REVOQUES Y ENLUCIDOS	**80 días**	**lun 02/03/15**	**vie 19/06/15**
104	TARRAJEO IMPERMEABILIZADO	80 días	lun 02/03/15	vie 19/06/15
105	VARIOS	**20 días**	**mar 10/03/15**	**lun 06/04/15**
106	JUNTA DE DILATACION e=1"	20 días	mar 10/03/15	lun 06/04/15
107	TANQUE DE PRESION	**65 días**	**jue 31/07/14**	**mié 29/10/14**
108	OBRAS PRELIMINARES	**5 días**	**jue 31/07/14**	**mié 06/08/14**
109	LOCALIZACION, TRAZO Y REEPLANTEO DE OBRAS	5 días	jue 31/07/14	mié 06/08/14
110	MOVIMIENTO DE TIERRAS	**4 días**	**jue 07/08/14**	**mar 12/08/14**
111	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL SUELTO EQUIPO	4 días	jue 07/08/14	mar 12/08/14
112	CONCRETO SIMPLE	**3 días**	**mié 13/08/14**	**vie 15/08/14**
113	SOLADO PARA ESTRUCTURAS ARMADAS (FC=100KG/CM2)	3 días	mié 13/08/14	vie 15/08/14
114	CONCRETO ARMADO	**38 días**	**lun 18/08/14**	**mié 08/10/14**
115	LOSA DE FONDO	**10 días**	**lun 18/08/14**	**vie 29/08/14**
116	CONCRETO LOSA DE FONDO f'c=210 kg/cm2	2 días	jue 28/08/14	vie 29/08/14
117	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA LOSAS fy=4,200 kg/cm2	8 días	lun 18/08/14	mié 27/08/14
118	MUROS	**28 días**	**lun 01/09/14**	**mié 08/10/14**
119	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURA CARAVISTA	10 días	vie 19/09/14	jue 02/10/14
120	CONCRETO MUROS f'c=210 kg/cm2	4 días	vie 03/10/14	mié 08/10/14

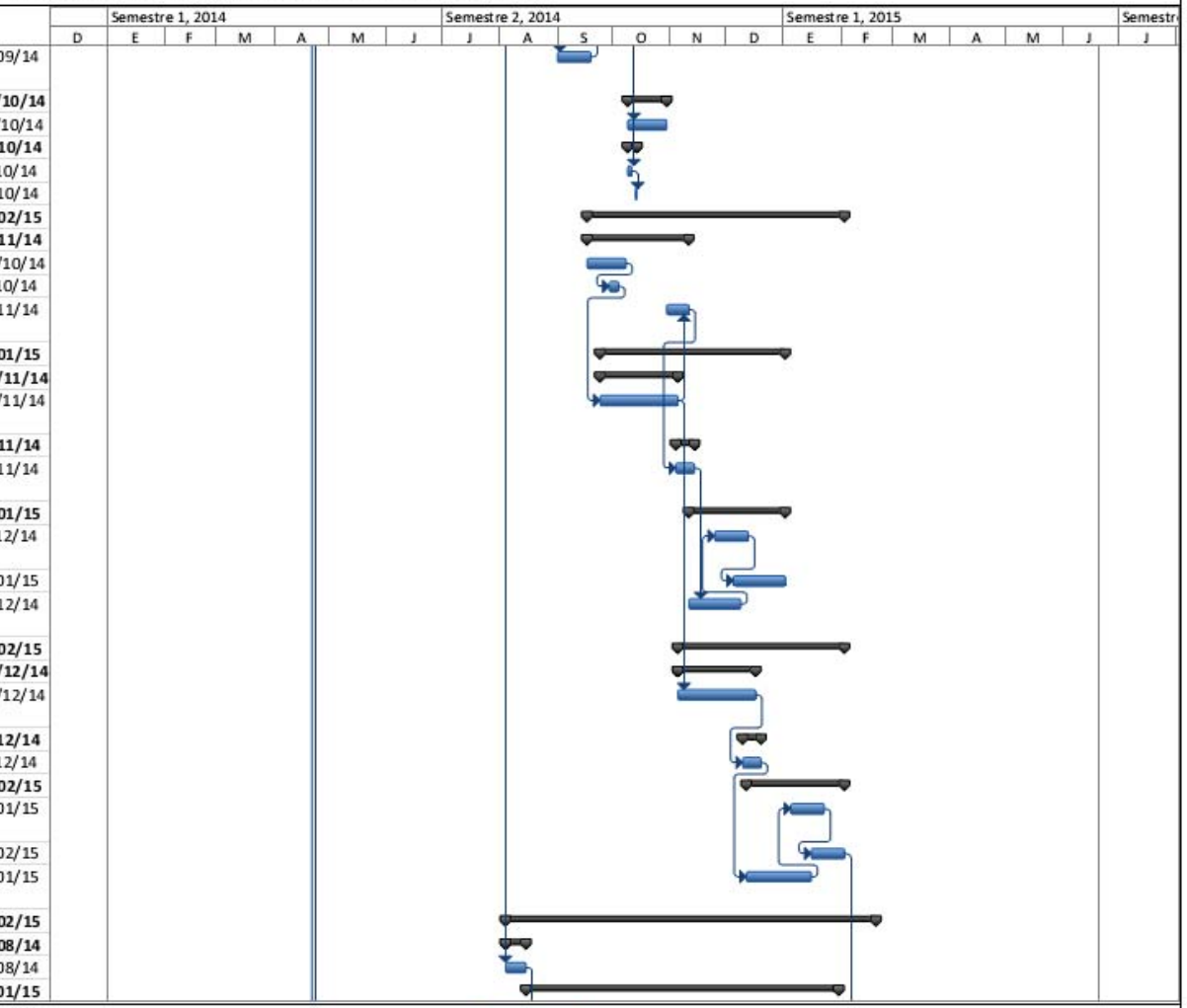


Proyecto: PrOgRaMaCiOn
Fecha: sáb 18/05/13

Tarea	Tareas externas	Tarea manual	Sólo fin
División	Hito externo	Sólo duración	Fecha límite
Hito	Tarea inactiva	Informe de resumen manual	Tareas críticas
Resumen	Hito inactivo	Resumen manual	División crítica
Resumen del proyecto	Resumen inactivo	Sólo el comienzo	Progreso

PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
121	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MUROS fy=4,200 kg/cm2	14 días	lun 01/09/14	jue 18/09/14
122	REVESTIMIENTOS	**15 días**	**jue 09/10/14**	**mié 29/10/14**
123	TARRAJEO IMPERMEABILIZADO	15 días	jue 09/10/14	mié 29/10/14
124	VARIOS	**3 días**	**jue 09/10/14**	**lun 13/10/14**
125	ESCALERA METALICA TIPO GATO D=1 1/2"	2 días	jue 09/10/14	vie 10/10/14
126	COMPUERTA METALICA DE 1.30X0.85 m	1 día	lun 13/10/14	lun 13/10/14
127	TUBERIA FORZADA	**99 días**	**mié 17/09/14**	**lun 02/02/15**
128	OBRAS PRELIMINARES	**39 días**	**mié 17/09/14**	**lun 10/11/14**
129	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	15 días	mié 17/09/14	mar 07/10/14
130	TRAZO, NIVELES Y REEPLANTEO DE EJE	5 días	lun 29/09/14	vie 03/10/14
131	REFINE, NIVELACION COMPACTADO DE FONDOS	8 días	jue 30/10/14	lun 10/11/14
132	ANCLAJES	**72 días**	**mié 24/09/14**	**jue 01/01/15**
133	MOVIMIENTO DE TIERRAS	**30 días**	**mié 24/09/14**	**mar 04/11/14**
134	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL SUELTO MANUAL	30 días	mié 24/09/14	mar 04/11/14
135	CONCRETO SIMPLE	**8 días**	**mar 04/11/14**	**jue 13/11/14**
136	SOLADO PARA ESTRUCTURAS ARMADAS (FC=100KG/CM2)	8 días	mar 04/11/14	jue 13/11/14
137	CONCRETO ARMADO	**38 días**	**mar 11/11/14**	**jue 01/01/15**
138	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURAS NORMAL	14 días	mar 25/11/14	vie 12/12/14
139	CONCRETO ANCLAJES f'c=175 kg/cm2	20 días	vie 05/12/14	jue 01/01/15
140	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA ANCLAJES fy=4,200 kg/cm2	20 días	mar 11/11/14	lun 08/12/14
141	APOYOS	**64 días**	**mié 05/11/14**	**lun 02/02/15**
142	MOVIMIENTO DE TIERRAS	**30 días**	**mié 05/11/14**	**mar 16/12/14**
143	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL SUELTO MANUAL	30 días	mié 05/11/14	mar 16/12/14
144	CONCRETO SIMPLE	**8 días**	**mié 10/12/14**	**vie 19/12/14**
145	SOLADO PARA ESTRUCTURAS ARMADAS	8 días	mié 10/12/14	vie 19/12/14
146	CONCRETO ARMADO	**37 días**	**vie 12/12/14**	**lun 02/02/15**
147	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURAS NORMAL	14 días	lun 05/01/15	jue 22/01/15
148	CONCRETO APOYOS f'c=175 kg/cm2	12 días	vie 16/01/15	lun 02/02/15
149	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA APOYOS fy=4,200 kg/cm2	25 días	vie 12/12/14	jue 15/01/15
150	CASA DE MAQUINAS	**144 días**	**lun 04/08/14**	**jue 19/02/15**
151	OBRAS PRELIMINARES	**9 días**	**lun 04/08/14**	**jue 14/08/14**
152	TRAZO Y REPLANTEO	9 días	lun 04/08/14	jue 14/08/14
153	MOVIMIENTO DE TIERRAS	**121 días**	**vie 15/08/14**	**vie 30/01/15**

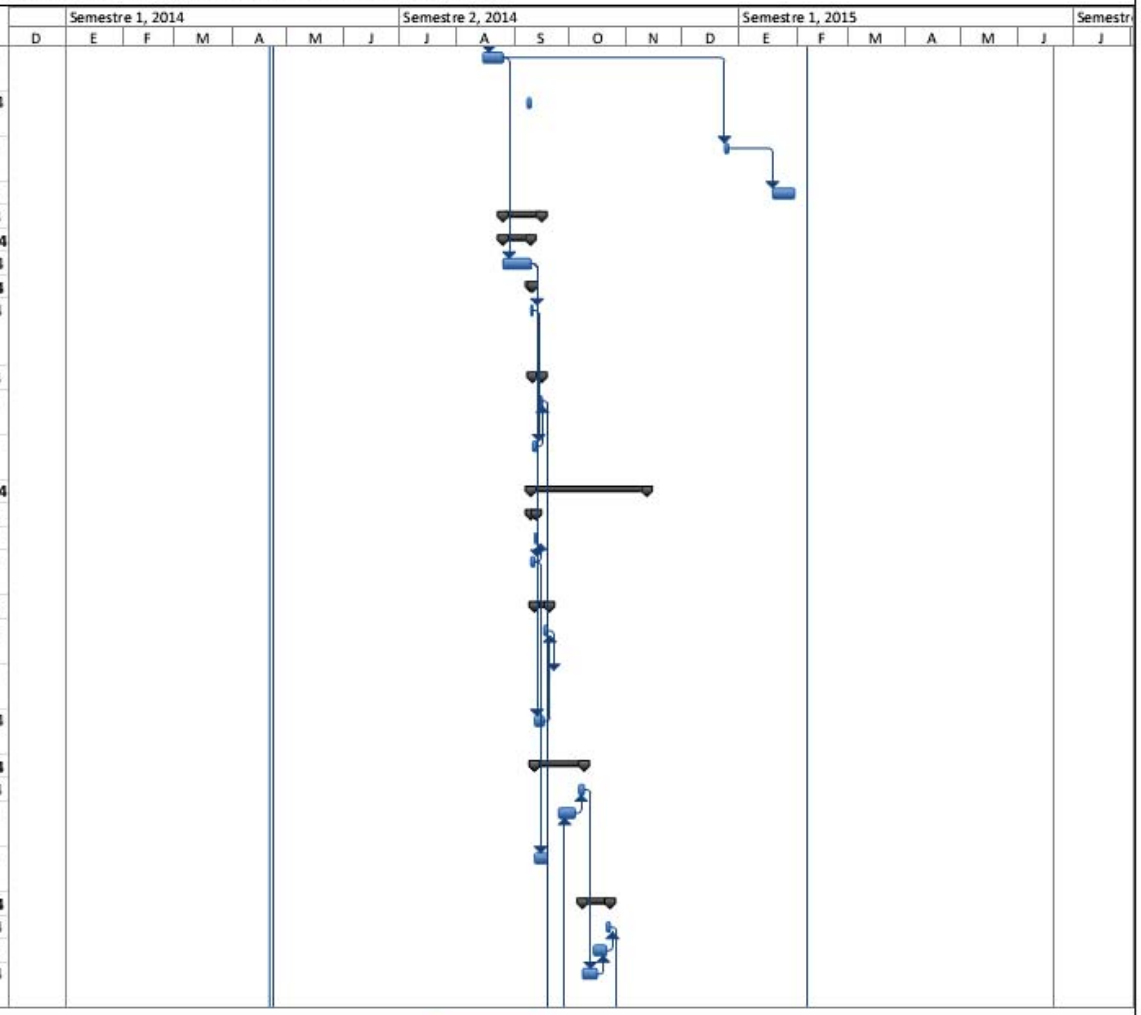


Proyecto: PrOgRaMaCiOn
Fecha: sáb 18/05/13

Tarea	Tareas externas	Tarea manual	Sólo fin		
División	Hito externo	Sólo duración	Fecha límite		
Hito	Tarea inactiva	Informe de resumen manual	Tareas críticas		
Resumen	Hito inactivo	Resumen manual	División crítica		
Resumen del proyecto	Resumen inactivo	Sólo el comienzo	Progreso		

PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
154	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CIMIENTOS	7 días	vie 15/08/14	lun 25/08/14
155	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	2 días	lun 08/09/14	mar 09/09/14
156	NIVELACION Y APISONADO PARA FALSO PISO Y VEREDAS	2 días	mié 24/12/14	jue 25/12/14
157	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	10 días	lun 19/01/15	vie 30/01/15
158	CONCRETO SIMPLE	**15 días**	**mar 26/08/14**	**lun 15/09/14**
159	SOLADO PARA F'C=100 KG/CM2	**11 días**	**mar 26/08/14**	**mar 09/09/14**
160	SOLADO PARA ESTRUCTURAS ARMADAS	11 días	mar 26/08/14	mar 09/09/14
161	CIMIENTO CORRIDO	**1 día**	**mié 10/09/14**	**mié 10/09/14**
162	CONCRETO CIMIENTOS CORRIDOS MEZCLA 1:10 CEMENTO-HORMIGON 30% PIEDRA	1 día	mié 10/09/14	mié 10/09/14
163	SOBRECIMIENTOS	**3 días**	**jue 11/09/14**	**lun 15/09/14**
164	CONCRETO SOBRECIMIENTOS f'c=140 kg/cm2 + 25% P.M.	1 día	lun 15/09/14	lun 15/09/14
165	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMIENTOS	2 días	jue 11/09/14	vie 12/09/14
166	CONCRETO ARMADO	**45 días**	**mié 10/09/14**	**mar 11/11/14**
167	ZAPATAS	**3 días**	**mié 10/09/14**	**vie 12/09/14**
168	CONCRETO ZAPATAS f'c=210 kg/cm2	1 día	vie 12/09/14	vie 12/09/14
169	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA ZAPATAS fy=4,200 kg/cm2	2 días	mié 10/09/14	jue 11/09/14
170	VIGAS DE CONEXION	**6 días**	**vie 12/09/14**	**vie 19/09/14**
171	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO VIGA DE CIMENTACION	2 días	mié 17/09/14	jue 18/09/14
172	CONCRETO VIGA DE CIMENTACION f'c=210 kg/cm2	1 día	vie 19/09/14	vie 19/09/14
173	ACERO ESTRUCTURAL PARA VIGA DE CIMENTACION fy=4,200 kg/cm2	3 días	vie 12/09/14	mar 16/09/14
174	COLUMNAS	**19 días**	**vie 12/09/14**	**mié 08/10/14**
175	CONCRETO COLUMNAS f'c=210 kg/cm2	3 días	lun 06/10/14	mié 08/10/14
176	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS	7 días	jue 25/09/14	vie 03/10/14
177	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA COLUMNAS fy=4,200 kg/cm2	5 días	vie 12/09/14	jue 18/09/14
178	VIGAS	**11 días**	**mié 08/10/14**	**mié 22/10/14**
179	CONCRETO VIGAS f'c=210 kg/cm2	2 días	mar 21/10/14	mié 22/10/14
180	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO VIGAS	5 días	mar 14/10/14	lun 20/10/14
181	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA VIGAS fy=4,200 kg/cm2	6 días	mié 08/10/14	mié 15/10/14

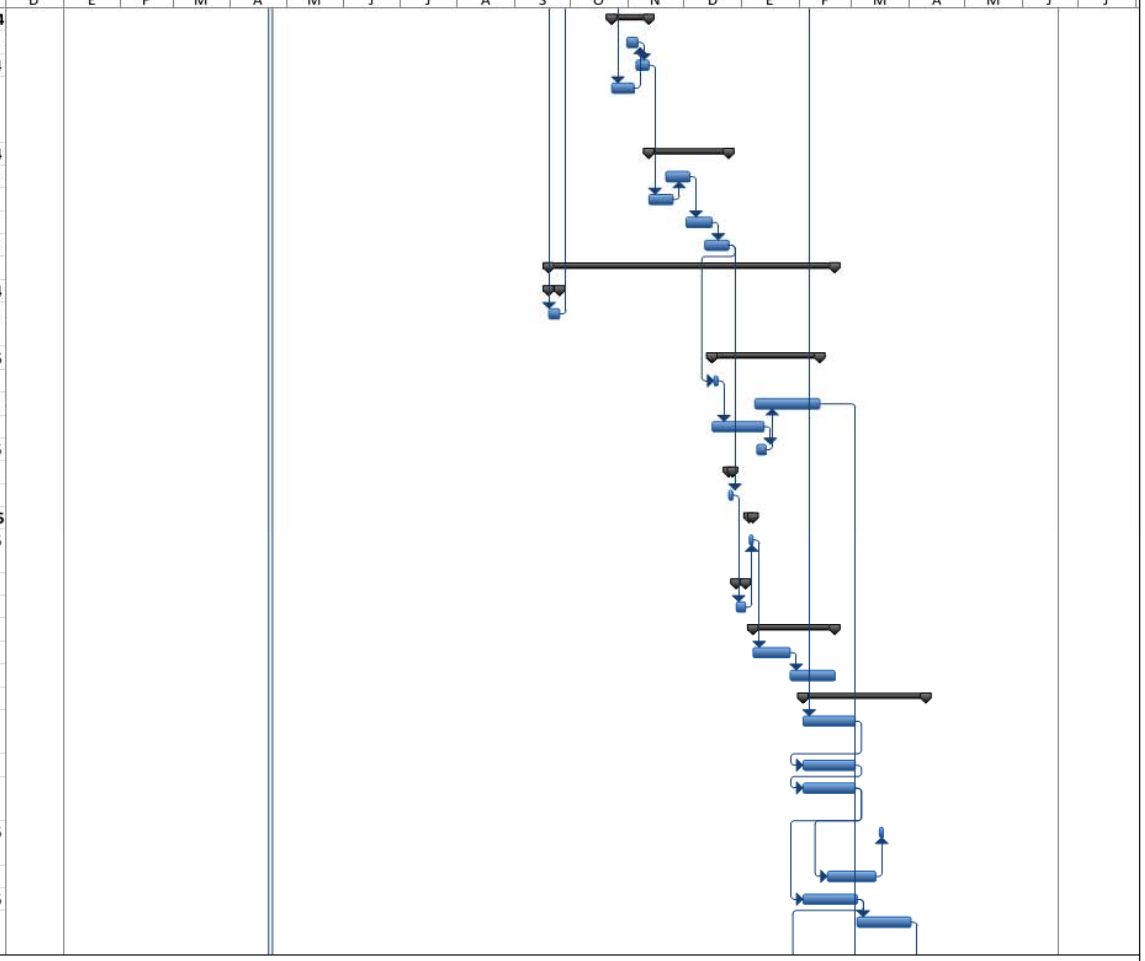


Proyecto: PrOgRaMaCiOn
Fecha: sáb 18/05/13

Tarea	Tareas externas	Tarea manual	Sólo fin		
División	Hito externo	Sólo duración	Fecha límite		
Hito	Tarea inactiva	Informe de resumen manual	Tareas críticas		
Resumen	Hito inactivo	Resumen manual	División crítica		
Resumen del proyecto	Resumen inactivo	Sólo el comienzo	Progreso		

PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
182	**GALERIA DE DESCARGA**	**14 días**	**jue 23/10/14**	**mar 11/11/14**
183	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO GALERI	4 días	vie 31/10/14	mié 05/11/14
184	CONCRETO GALERIA f'c=210 kg/cm2	5 días	mié 05/11/14	mar 11/11/14
185	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA GALERIA DE DESCARGA fy=4,200 kg/cm2	8 días	jue 23/10/14	lun 03/11/14
186	**ESTRUCTURA PARA COBERTURA LIVIANA**	**31 días**	**mié 12/11/14**	**mié 24/12/14**
187	TIJERAL DE MADERA DE 3"X6" L=11.00 m	9 días	vie 21/11/14	mié 03/12/14
188	CORREAS 3"X2"	9 días	mié 12/11/14	lun 24/11/14
189	COBERTURA CON TEJA ANDINA	10 días	mar 02/12/14	lun 15/12/14
190	CUMBRERA TEJA ANDINA	9 días	vie 12/12/14	mié 24/12/14
191	**ARQUITECTURA Y ACABADOS**	**110 días**	**vie 19/09/14**	**jue 19/02/15**
192	**MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA.**	**4 días**	**vie 19/09/14**	**mié 24/09/14**
193	MUROS DE SOGA LADRILLO K.K MECANIZADO, CEMENTO:ARENA 1:5	4 días	vie 19/09/14	mié 24/09/14
194	**REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS**	**42 días**	**mar 16/12/14**	**mié 11/02/15**
195	TARRAJEO PRIMARIO O RAYADO	2 días	mié 17/12/14	jue 18/12/14
196	TARRAJEO EN EXTERIORES	25 días	jue 08/01/15	mié 11/02/15
197	TARRAJEO EN MUROS INTERIORES	20 días	mar 16/12/14	lun 12/01/15
198	VESTIDURAS Y DERRAMES C:A 1:5	3 días	vie 09/01/15	mar 13/01/15
199	**PISOS**	**2 días**	**jue 25/12/14**	**vie 26/12/14**
200	PISO CERAMICO 40 X 40 ANTIDESLIZANT	2 días	jue 25/12/14	vie 26/12/14
201	**CARPINTERIA DE MADERA**	**2 días**	**lun 05/01/15**	**mar 06/01/15**
202	PUERTA MACIZA A DOS HOJAS 1.20X2.40m	2 días	lun 05/01/15	mar 06/01/15
203	**VIDRIOS**	**5 días**	**lun 29/12/14**	**vie 02/01/15**
204	VIDRIO BLANCO DE 6mm.	5 días	lun 29/12/14	vie 02/01/15
205	**PINTURAS**	**32 días**	**mié 07/01/15**	**jue 19/02/15**
206	PINTURA VINILICA EN MUROS INTERIORI	14 días	mié 07/01/15	lun 26/01/15
207	PINTURA LATEX EN MUROS EXTERIORES	18 días	mar 27/01/15	jue 19/02/15
208	**OBRAS MECANICAS**	**48 días**	**mar 03/02/15**	**jue 09/04/15**
209	ALINEAMIENTO, COLOCACION Y APUNTALAMIENTO DE TUBO RECTO DN 54"	20 días	mar 03/02/15	lun 02/03/15
210	JUNTA DESOLDADURA CIRCUNFERENCIAL	20 días	mar 03/02/15	lun 02/03/15
211	COLOCACION DE JUNTA DE DILATACION SOLDABLE	20 días	mar 03/02/15	lun 02/03/15
212	COLOCACION DE VALVULA MARIPOSA, DN 54", CIERRE POR COMTRAPESO	2 días	lun 16/03/15	mar 17/03/15
213	SOLDADO DE BRIDAS DE ANCLAJE	20 días	lun 16/02/15	vie 13/03/15
214	ARENADO DE TUBERIA DE ACERO	21 días	mar 03/02/15	mar 03/03/15
215	PINTURA EPOXICA DE TUBERIAS DE ACERO BASE Y ACABADO	21 días	mié 04/03/15	mié 01/04/15

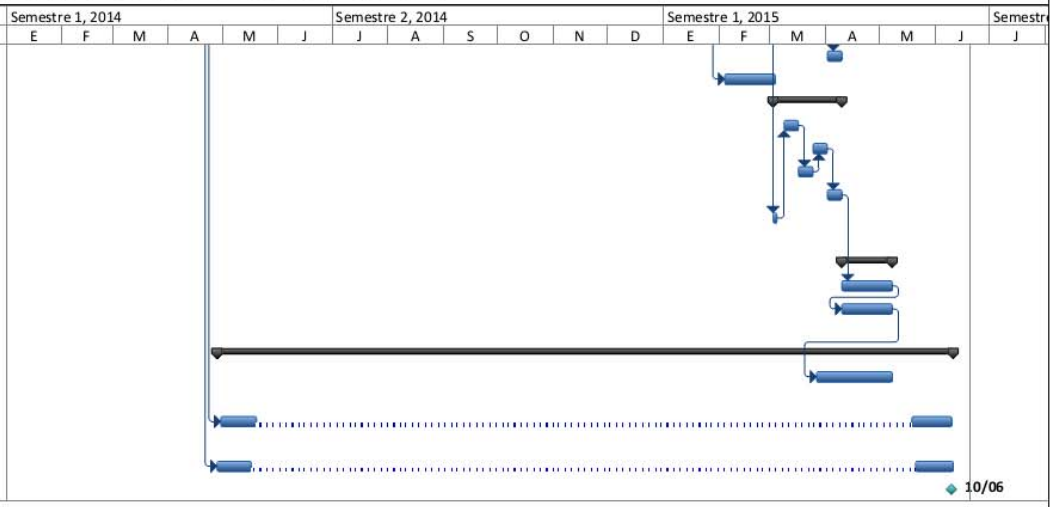


Proyecto: PrOgRaMaCiOn
Fecha: sáb 18/05/13

Tarea	Tareas externas	Tarea manual	Sólo fin		
División	Hito externo	Sólo duración	Fecha límite		
Hito	Tarea inactiva	Informe de resumen manual	Tareas críticas		
Resumen	Hito inactivo	Resumen manual	División crítica		
Resumen del proyecto	Resumen inactivo	Sólo el comienzo	Progreso		

PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
216	PRUEBA HIDRAULICA	6 días	jue 02/04/15	jue 09/04/15
217	INSTALACION DE ABRAZADERAS	20 días	mié 04/02/15	mar 03/03/15
218	**EQUIPAMIENTO MECANICO DE LA CENTRAL**	**28 días**	**mar 03/03/15**	**jue 09/04/15**
219	TURBINA FRANCIS, Q=5M3, HM=54M	6 días	lun 09/03/15	lun 16/03/15
220	REGULADOR DE VELOCIDAD	6 días	mié 25/03/15	mié 01/04/15
221	ACOPLAMIENTO FLEXIBLE	6 días	mar 17/03/15	mar 24/03/15
222	VALVULA MARIPOSA PRINCIPAL	6 días	jue 02/04/15	jue 09/04/15
223	TRANSPORTE, MONTAJE Y PRUEBAS (PART. MECANICA)	2 días	mar 03/03/15	mié 04/03/15
224	**MITIGACION AMBIENTAL**	**20 días**	**vie 10/04/15**	**jue 07/05/15**
225	REVEGETACION	20 días	vie 10/04/15	jue 07/05/15
226	ACOMODO DE MATERIAL Y CIERRE DE CANTERAS	20 días	vie 10/04/15	jue 07/05/15
227	**TRANSPORTE**	**293 días**	**lun 28/04/14**	**mié 10/06/15**
228	TRANSPORTE EQUIPOS, MAQUINAS Y ACCESORIOS DE OBRA	30 días	vie 27/03/15	jue 07/05/15
229	FLETE DE TRANSPORTE TERRESTRE DE ACCESORIOS, TUBERIAS CUSCO-OBRA	30 días	mié 30/04/14	mar 09/06/15
230	FLETE TERRESTRE MATERIALES	30 días	lun 28/04/14	mié 10/06/15
231	**ENTREGA DE OBRA**	0 días	mié 10/06/15	mié 10/06/15



Proyecto: PrOgRaMaCiOn
Fecha: sáb 18/05/13

Tarea	Tareas externas	Tarea manual	Sólo fin		
División	Hito externo	Sólo duración	Fecha límite		
Hito	Tarea inactiva	Informe de resumen manual	Tareas críticas		
Resumen	Hito inactivo	Resumen manual	División crítica		
Resumen del proyecto	Resumen inactivo	Sólo el comienzo	Progreso		

CONCLUSIONES

1. Para la concepción del proyecto se hizo un análisis visual de las características del terreno y posteriormente se hizo el levantamiento de la información necesaria para la obtención de resultados reales tanto del terreno así como del rio y sus diferentes crecidas.

2. Se eligió la mejor alternativa respecto a la ubicación de la Captación lateral y las diferentes obras que componen el proyecto, tomando como ejes de elección, la estabilidad del terreno, la accesibilidad a las áreas involucradas, la topografía de la zona, y sobre todo un criterio técnico económico que prevalece en obras de este tipo.

3. Se descarto la ubicación de la obras en la margen derecha del rio, por la existencia de un macizo rocoso, perteneciente al Grupo Puno, donde inicialmente se contemplo la idea de un acueducto y posteriormente un túnel, para la conducción, pero conociendo el caudal de diseño, 5.28 m^3/s, el costo de dichas obras invalidaron la alternativa. Finalmente se opta por emplazar las obras a la margen izquierda del rio Velille ya que la topografía se presta para la ubicación de la Bocatoma así como para la trayectoria del canal así como la ubicación de la cámara de carga para obtener una caída bruta de 55 m.

HIDROLOGÍA

4. Sobre su ubicación la cuenca Velille es del Nivel 6 con una extensión de 3694.1 km^2 y forma parte de la cuenca Apurímac de Nivel 5; se encuentra ubicada geográficamente en el departamento del Cusco y parte del Departamento de Arequipa.

5. Los registros usados corresponden a las estaciones de Cusco, Kayra, Livitaca, Yauri, Caylloma, Angostura; la información usada comprende el periodo de 1964 al 2008, debido a que existe una discontinuidad de algunos datos del registro en algunas estaciones, se ha completado el registro los cuales han sido evaluados mediante las pruebas estadísticas de

Chi Cuadrado y Smirnov Kolmogorov mediante el uso del software Sistema de Información Hidrología SIH 2000.

6. Por medio de las estaciones Base se ha generado un registro hidrometereológico para la cuenca Velille con un registro histórico que va desde 1964 al año 2008, hallando una precipitación media anual de 772.46 mm.

7. Para la determinación de los caudales medios mensuales se uso el modelo determinístico dado por Luzt Scholz desarrollado especialmente para cuencas de la sierra peruana en 1980, dada la ausencia de registros de caudal, el modelo considera parámetros físicos y meteorológicos de las cuencas, como coeficientes para hallar la Precipitación Efectiva, déficit de escurrimiento y agotamiento de la cuenca, el modelo pronostica caudales a escala mensual, obteniendo un caudal de diseño de 5.28 m^3/s.

8. Para obtener el Caudal de Máximas Avenidas se uso la estación Yauri, cuyos datos fueros corregidos por un factor altitudinal y ajustados a una distribución Log Pearson Tipo III, obteniendo una Avenida Máxima de 242 m3/s para una periodo de retorno (Tr) de 100 años, dicho dato se usara para el diseño de obras en la captación y desfogues, cuadro N° 23 - Cap. IV.

OBRAS CIVILES

9. **Bocatoma.-** La Bocatoma es del tipo lateral (fig. referencial 5.1), dadas la condiciones del terreno, y se emplazo en parte cóncava e inicio de otra convexa del río, ya que esta área es plana y hay espacio suficiente para ubicar la cámara desripiadora y el desarenador, también de esta manera no se altera el cauce natural y se evita la entrada de sedimentos por la ventana de captación.

10. Para determinar el ancho del río se usaron los criterios de Blench, Altumin y Petit y se opto por el promedio de estos, contrastándose, “en situ”, el ancho del cauce concluyendo en un ancho de 40 m.

11. La ventana de captación se diseño con una Angulo de inclinación respecto al eje del cauce, $\propto = 7.7\ °$, (fig. 5.2), para una captación más eficiente, y se

considero el uso de barrotes 10 cm de ancho, para la retención posibles objetos.

12. La cámara desripiadora tiene una longitud suficiente para que se produzca la decantación de piedras menudas que logran pasar la ventana, con una velocidad baja el flujo hace su pase hacia el canal a través del un vertedero sumergido formando un resalto sumergido entre la ventana y el vertedero. Para la longitud de la cámara se considera el criterio de la "Bureau of Reclamation", mediante el método grafico (fig. 5.4).

13. El azud o barraje fijo tiene una altura de 2.5 m y trabajara como un elemento de "rebose" en máximas crecidas, y posee un canal lateral de limpia máximas avenidas. El perfil del Azud es del tipo "Creager", ya que es el que más se adecua a este tipo de estructuras de disipación. Su hizo la verificaciones respectivas de estabilidad al volteo y deslizamiento.

14. El azud junto a la poza disipadora forman un elemento monolítico y para su diseño se hizo un cheque de estabilidad por sub-presiones.

CANAL DE ADUCCION

15. Por las condiciones del terreno se opta por el uso de un canal rectangular de concreto de máxima eficiencia hidráulica, con una velocidad max. de 2m/s velocidad a la que se evita la sedimentación y la erosión del mismo.

DESARENADOR

16. Se realizo un ensayo de granulometría por sedimentación del lecho del rio, para determinar el material de arrastre que trae este, el diámetro representativo usado para el diseño del desarenador fue de 0.20 mm. Se asumió una altura del tanque de 4 m de acuerdo a lo recomendado obteniendo un volumen de agua conducido de 549 m3.

TUBERIA FORZADA

17. El diseño de la tubería se diseño tomando en cuenta la presión y sobrepresión a la que es sometida ésta, en la mayor parte de su recorrido la tubería no presenta cambios de pendientes excepto de los anclajes A11 –

A12; se tiene una pendiente promedio de 5.2°, debido a la topografía de la zona.

18. Para la selección del Diámetro su uso un criterio técnico-económico y se escogió el diámetro más económico que cumple las solicitudes de resistencia.

19. La elección de un espesor adecuado dependió la condición de esfuerzos propuestas donde **δad Acero > δ Actuantes,** siendo el esfuerzo del acero de 1200kg/cm2; donde se observo que el máximo esfuerzo al que es sometido la tubería es el de Golpe de Ariete, siendo su valor de 392 kg/cm2, y el menor fue la producida por la flexión entre apoyos, debida al peso propio y peso de agua en la tubería, se considero una distancia entre apoyos de 10m. De acuerdo a las iteraciones realizadas el diámetro más económico es de 16 mm.

20. ANCLAJES

Se detallo el cálculo del anclaje A12 el cual es el más crítico, debido a que se encuentra antes de la entrada a la casa de maquinas.

21. El diseño del anclaje obedece a un criterio de estabilidad del mismo, frente a las fuerzas actuantes a las que es sometido, siendo la mayor de estas F3=21340 Kgf. producida por el cambio de dirección debido a la presión hidrostática en la tubería hasta encontrar el eje horizontal para llegar a la casa de maquinas, en caso opuesto la menor fuerza F8 = 592 Kgf. debido al cambio de dirección a la cantidad de movimiento (Cuadro 5.16).

EQUIPO ELECTROMECANICO

22. La selección de la turbina mas optima para el Proyecto se hizo en base a la altura bruta disponible y al número de Revoluciones obtenido siendo la turbina Francis Veloz de 200-300 Ns la que más se adecua al proyecto.

23. El costo total del proyecto se estima en 9, 416,605.59 Nuevos Soles, la modalidad de ejecución es por Contrata.

RECOMENDACIONES

1. Para el análisis hídrico se recomienda el uso de estaciones que tengan registros completos para obtener los caudales de diseño.

2. Debido a que la cuenca se encuentra entre dos ámbitos regionales, Cusco y Arequipa, se recomienda que exista coordinación en el uso del recurso hídrico en la Cuenca, de manera que no se generen problemas al proyecto.

3. En la etapa de construcción de la Captación, se recomienda un planeamiento adecuado para manejar el caudal remanente del rio, usando ataguías u otro tipo de sistema de protección.

4. En la época de crecidas existe la posibilidad de inundación de los terrenos aledaños aguas arriba de la captación, para lo que se recomienda aparte de los muros de encauzamiento el uso de gaviones o enrocado para defensa fluvial.

5. Para el diseño la ventana de captación se recomienda ubicarla a una altura mínima de 1m, para evitar problemas de acumulación de sedimentos.

6. Se recomienda un adecuado plan de Operación y Mantenimiento en toda la Central, especialmente en los ciclos de limpieza de sedimentos del desarenador y cámara de carga.

7. Se recomienda que haya una incorporación gradual y sostenida de los gobiernos locales en las acciones de ordenamiento y manejo del recurso natural en la cuenca.

BIBLIOGRAFÍA

MANSEN VALDERRAMA, Alfredo. **UNI-FIC Diseño de Bocatomas**

LOURENCO FILHO, Cesar Augusto**, "Dimensionamiento de um Aproveitamento Hidroelétrico",** Departamento de Hidráulica e Saneamiento de la Universidad Federal de Rio de Janeiro, (en Portugués)

RANLAD V. Giles B,S,M, S, en C.E. "**Mecánica de los Fluidos e Hidráulica",** Segunda Edición.

ROCHA, Arturo, **Introducción teórica al Estudio de Bocatomas**

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA - ANA**, "Criterios de Diseños de Obras Hidráulicas para Formulación de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales y de Afianzamiento Hídrico".** Fuente de Dirección de Estudios de proyectos Hidráulicos multisectoriales.

MORA NAVARRO, Diego Camilo, **"Guía Para Estudios de Prefactibilidad de Pequeñas Centrales hidroeléctricas con parte de sistemas Híbridos".** Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá 2004.

ROCHA FELICES, Arturo**. "Hidráulica de Tuberías y Canales.",** UNI –FIC

SOTELO AVILA, Gilberto**, "Hidráulica General",** Vol I Fundamentos.

MOTT. Roberto L. "**Mecánica de Fluidos Aplicada",** Cuarta Edición.

GOZ, Federico, **"Manual de Mini y Micro Centrales Hidráulicas".** Programa de energía de ITDG-Perú.

FUENTES. Ramón. "**Escurrimiento reales e imaginarios en Canales: Paradojas y falacias en el cálculo de Curvas de Remanso",** Universidad de Chile, Quinta Serie N°8, Agosto 1985

LEVI. Enzo. "**Mecánica de Fluidos",** Universidad Nacional Autónoma de México. 1985

VENNARD, Jhon K. **"Elementos de la Mecánica de los Fluidos",** Compañía Editorial Continental S.A. México 1966.

VEN TE CHOW, "**Open Channel Hydraulics"**, Mc Graw-Hill Book Company Inc., 1959

CHEREQUE MORAN, WENDOR, "**Hidrología para Estudiantes de Ingeniería Civil"**, **Lima s.n., 1989.**

ORTIZ FLÓREZ, Ramiro, "**Pequeñas Centrales Hidroeléctricas"**, Mc Graw-Hill Interamericana S.A., Colombia 2001

SCHOLZ, Lutz, **"Generación de Caudales Mensuales en la Sierra Peruana"**, Plan Meris II Cusco, 1980

LUIS QUIROZ TORRES, **"Análisis y diseño de estructuras con SAP2000 V14",** Macro Lima 2010

ROBERTO MORALES MORALES, **"Diseño en Concreto Armado"**, ICG Lima - 2004

PLANOS

8320000 N 148000 E

8472000 N 148000 E

N

Limites: E: 140632 -- 208650
N: 8327322 – 8468684

CUENCA
RIO VELILLE

2,590 msnm
P.C.H. TINCOC

C. Huayrahuiri

RIO VARANI

ESCUINA

VELILLE

RIO PARURIMAC

RIO TINCOC

RIO ARMA

ACCHA

CARATERISTICAS FISICAS DE LA CUENCA RIO VELILLE

CUENCA	UBICACION CENTROIDE	ALTURA PROMEDIO C.
VELILLE	E: 182335 N: 8390300	4.050 m.s.n.m.

AREA	PERIMETRO	Tc	PRECIPITACION ANUAL P.
3.693,89 KM2	477,25 KM	19 hrs.	775 mm.

COTA MAX.	COTA MIN.	LONG. CAUCE P.	S (Pendiente Rio)
5.438 msnm.	2.590 msnm.	195,25 Km	15 M/1000 M.

UTM 19L WGS84

8360000 N 228000 E

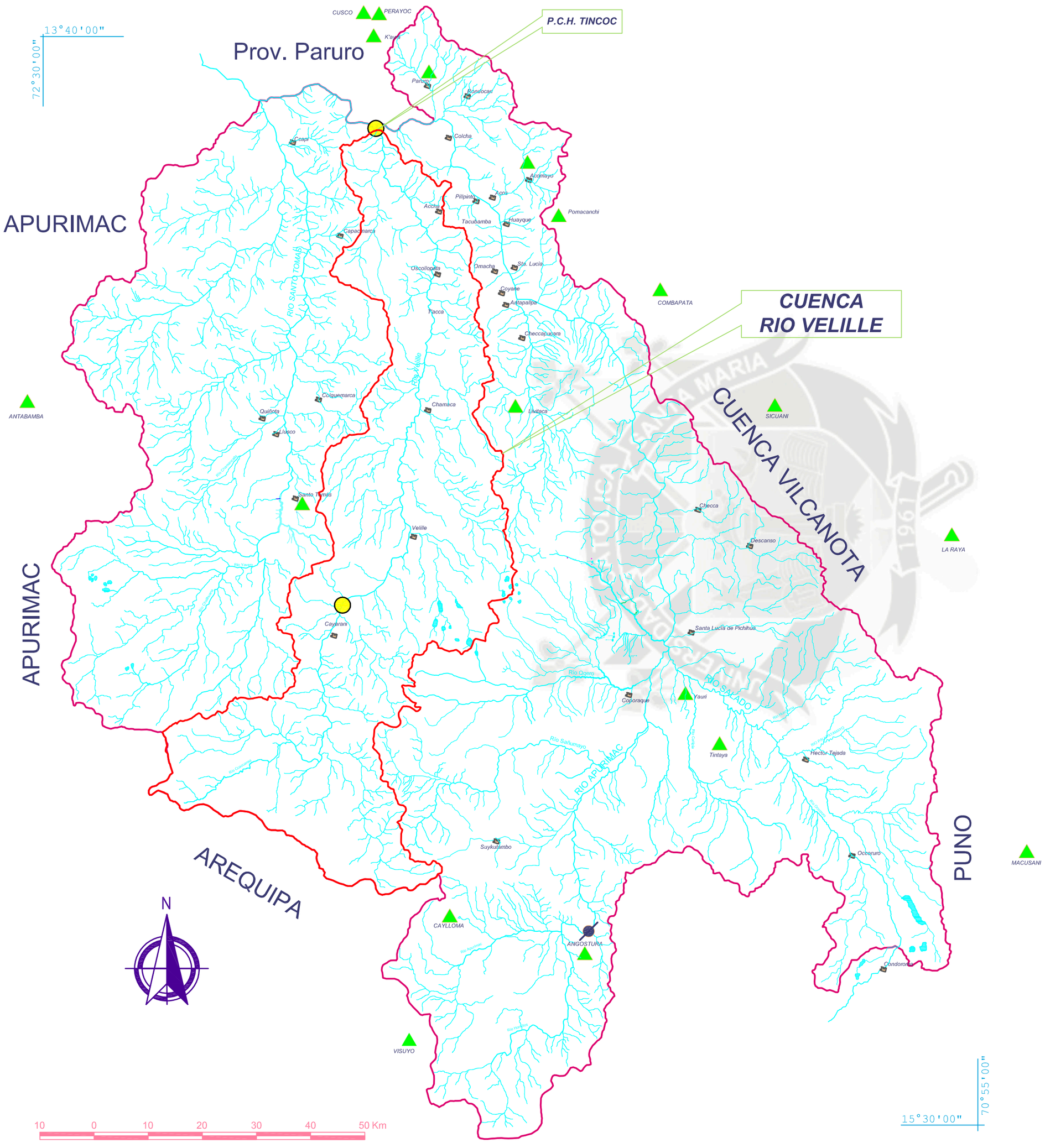
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

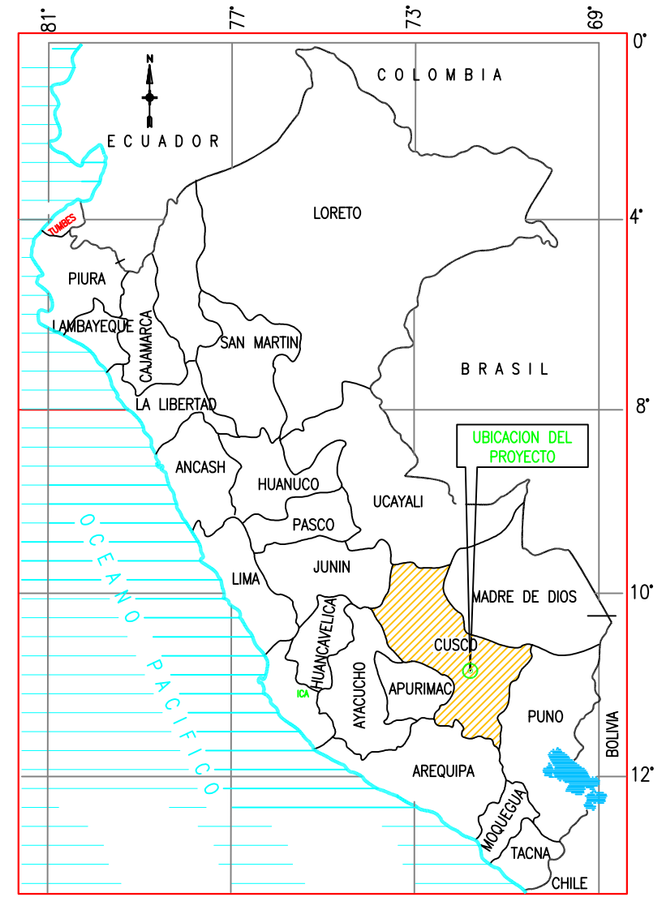
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: "PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"

PLANO: CUENCA - RIO VELILLE

LUGAR: TINCOC	DISEÑO: BACH. WALTER FUENTES CAVIDES		LAMINA N°: 1-1
DISTRITO: PACCARITAMBO			
PROVINCIA: PARURO			
DEPARTAMENTO: CUSCO	ESCALA: S/E	FECHA: MAYO - 2013	DIBUJO: WALFUCA





UBICACION

LEYENDA

- Lagunas
- Rio Afluente
- Rio Afluente
- Divortium Acuarium
- Estación Meteorológica
- Estación Limnigráfica
- Aforos con Correntómetro
- Centro poblado

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: "PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"

PLANO: UBICACION DE ESTACIONES HIDROMETEREOLOGICAS - CUENCA ALTA RIO APURIMAC - MICROCUENCA RIO VELILLE

LUGAR: TINCOC	DISEÑO: BACH. WALTER FUENTES CAVIDES		LAMINA Nº: 1-2
DISTRITO: PACCARITAMBO			
PROVINCIA: PARURO			
DEPARTAMENTO: CUSCO	ESCALA: S/E	FECHA: MAYO - 2013	DIBUJO: WALFUCA

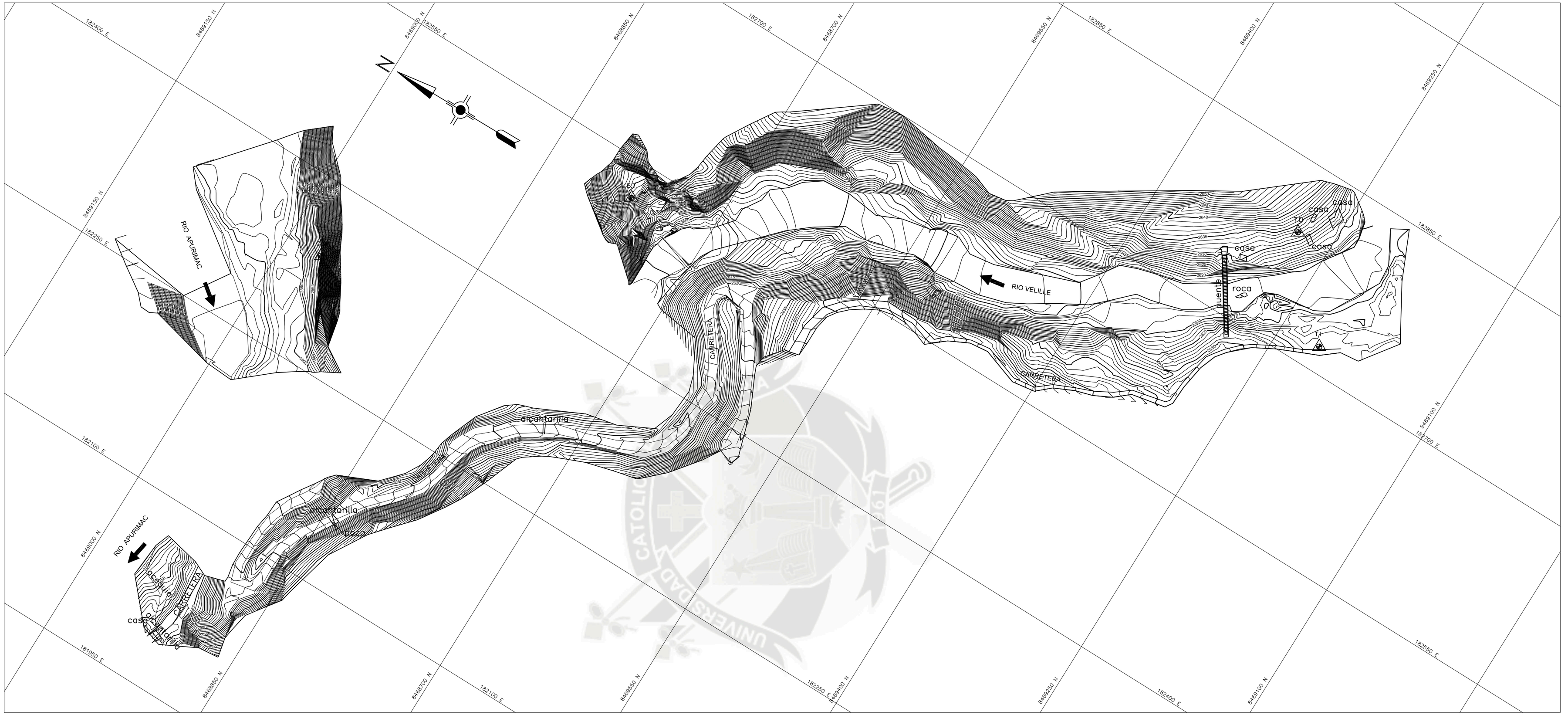


IMAGEN SATELITAL

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	CURVAS DE NIVEL A 5m.
	CURVAS DE NIVEL A 1m.
	CARRETERA
	RIO
	HITO DE CONCRETO
	ACEQUIA

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
T-D	8468280.185	182792.924	2632.662
T-I	8468213.891	182720.594	2623.360
C-M	8468968.114	182339.678	2572.085
E.T	8468771.896	182519.725	2624.185

1:1500 0 30 60 90 120 150 m

CUADRÍCULA.....UTM CADA 150 METROS, ZONA 19
PROYECCIÓN.....TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM VERTICAL.....NIVEL MEDIO DEL MAR
DATUM HORIZONTAL.....WGS 84

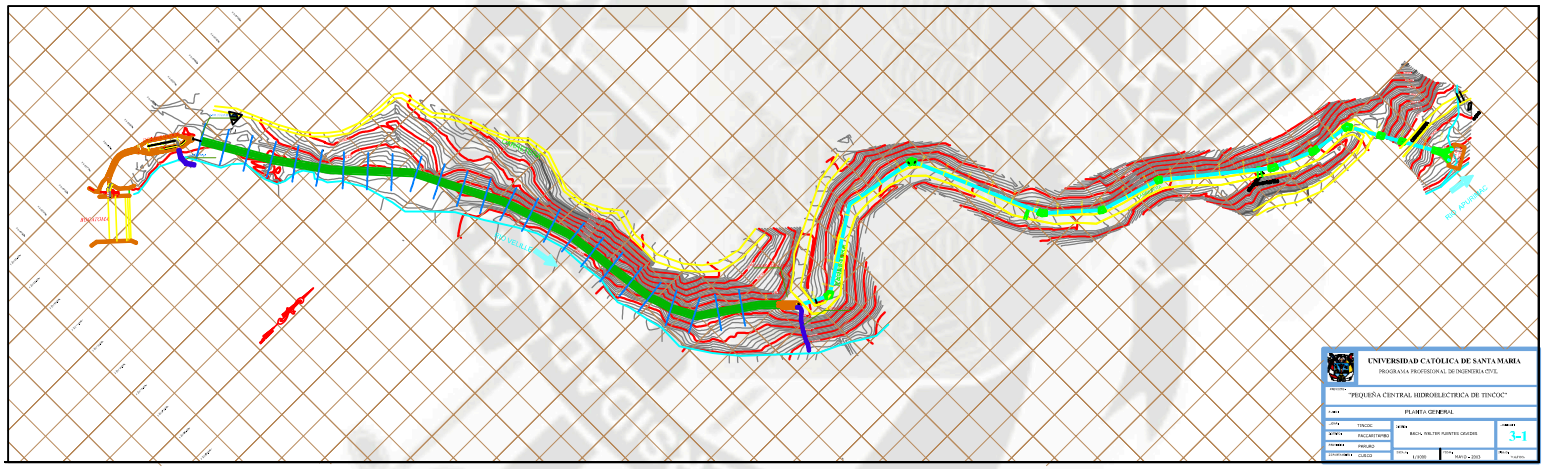
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

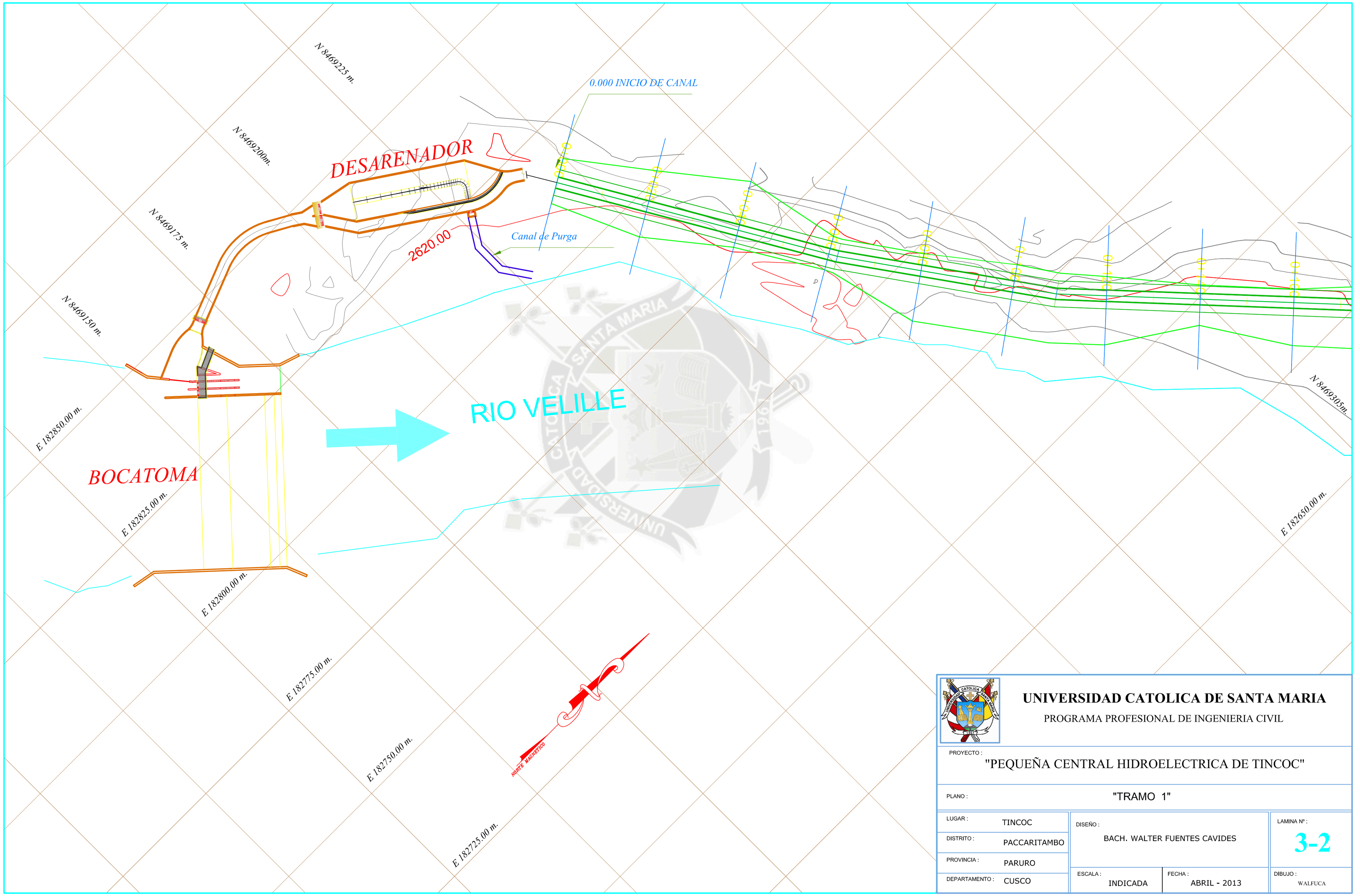
PROYECTO: "PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"

PLANO: TOPOGRAFIA GENERAL

LUGAR: TINCOC	DISEÑO: BACH. WALTER FUENTES CAVIDES		LAMINA N°: 2-1
DISTRITO: PACCARITAMBO			
PROVINCIA: PARURO			
DEPARTAMENTO: CUSCO	ESCALA: INDICADA	FECHA: MAYO - 2013	DIBUJO: WALFUCA

ESC
1/1000


UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
"PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"
PLANTA GENERAL
TINCOC
BACH. WALTER FUENTES DAVIDS
3-1
1/1000
MAYO - 2015



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

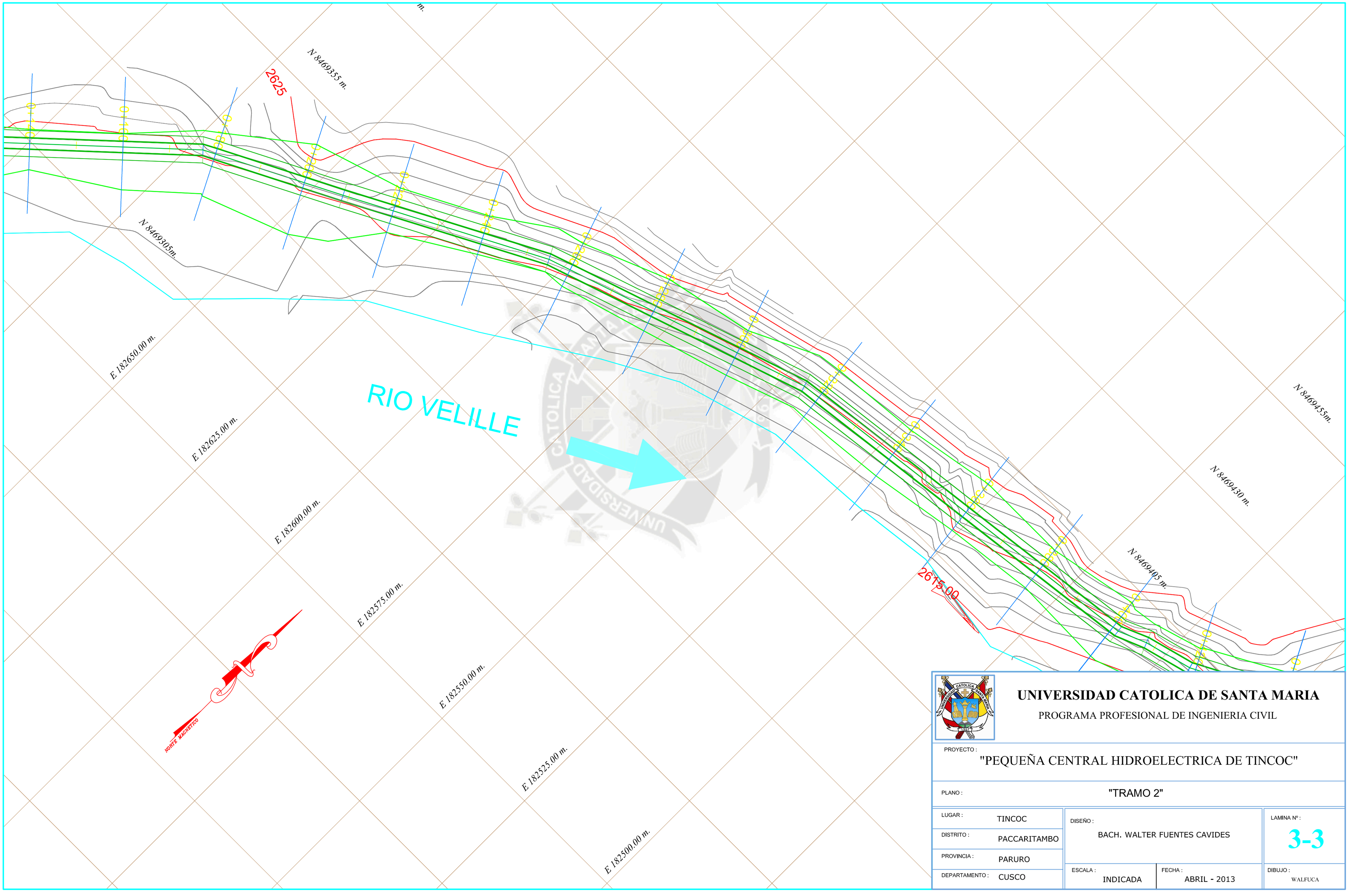
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO :

"PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"

PLANO : "TRAMO 1"

LUGAR : TINCOC	DISEÑO : BACH. WALTER FUENTES CAVIDES		LAMINA Nº : 3-2	
DISTRITO : PACCARITAMBO				
PROVINCIA : PARURO				
DEPARTAMENTO : CUSCO		ESCALA : INDICADA	FECHA : ABRIL - 2013	DIBUJO : WALFUCA



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO :

"PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"

PLANO : "TRAMO 2"

LUGAR : TINCOC	DISEÑO : BACH. WALTER FUENTES CAVIDES		LAMINA Nº : 3-3
DISTRITO : PACCARITAMBO			
PROVINCIA : PARURO			
DEPARTAMENTO : CUSCO	ESCALA : INDICADA	FECHA : ABRIL - 2013	DIBUJO : WALFUCA

N 8469530 m.

N 8469505 m.

N 8469480 m.

N 8469455m.

N 8469430 m.

N 8469405 m.

NORTE MAGNETICO

E 182425.00 m.

E 182400.00 m.

E 182375.00 m.

E 182350.00 m.

E 182325.00 m.

E 182300.00 m.

E 182275.00 m.

0+060

0+080

0+100

0+120

0+140

0+160

0+180

0+200

0+220

0+240

CAMARA DE CARGA

CARRETERA

Canal de Purga

2615

2610

2605

2600

RIO VELILLE

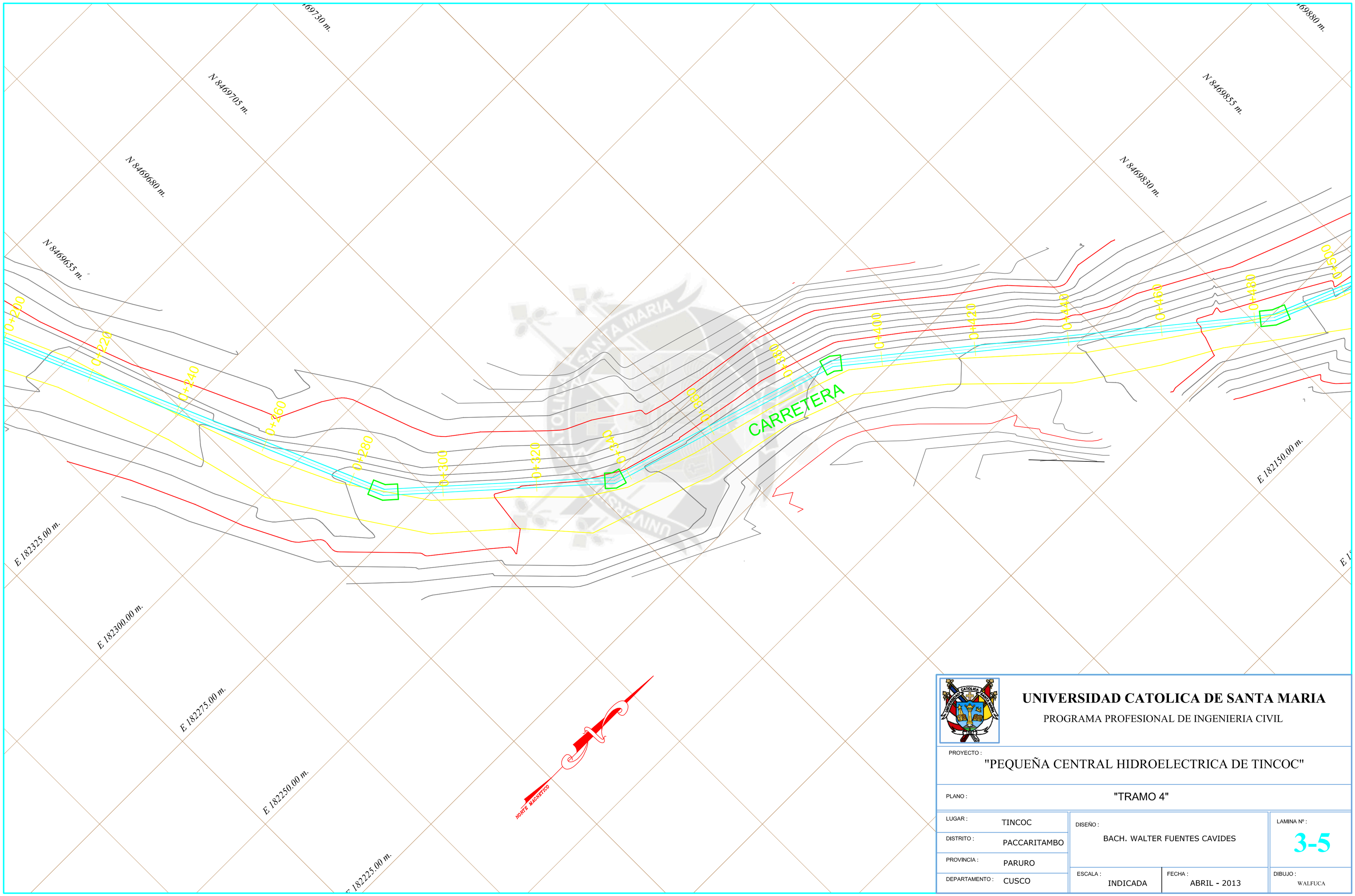
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO : "PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"

PLANO : "TRAMO 3"

LUGAR : TINCOC	DISEÑO : BACH. WALTER FUENTES CAVIDES		LAMINA Nº : 3-4
DISTRITO : PACCARITAMBO			
PROVINCIA : PARURO			
DEPARTAMENTO : CUSCO	ESCALA : INDICADA	FECHA : ABRIL - 2013	DIBUJO : WALFUCA



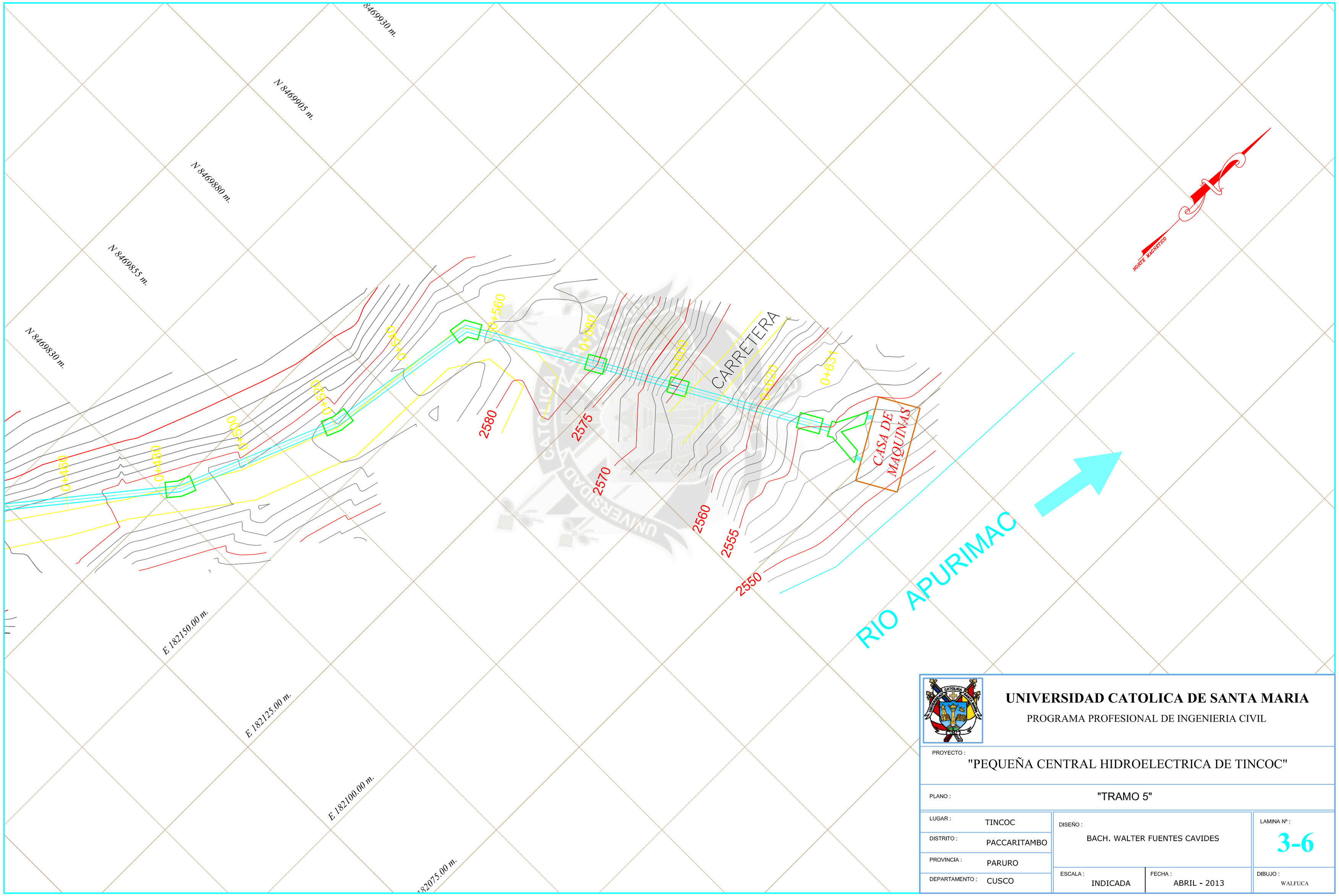
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO : "PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"

PLANO : "TRAMO 4"

LUGAR : TINCOC	DISEÑO : BACH. WALTER FUENTES CAVIDES		LAMINA Nº : 3-5
DISTRITO : PACCARITAMBO			
PROVINCIA : PARURO			
DEPARTAMENTO : CUSCO	ESCALA : INDICADA	FECHA : ABRIL - 2013	DIBUJO : WALFUCA



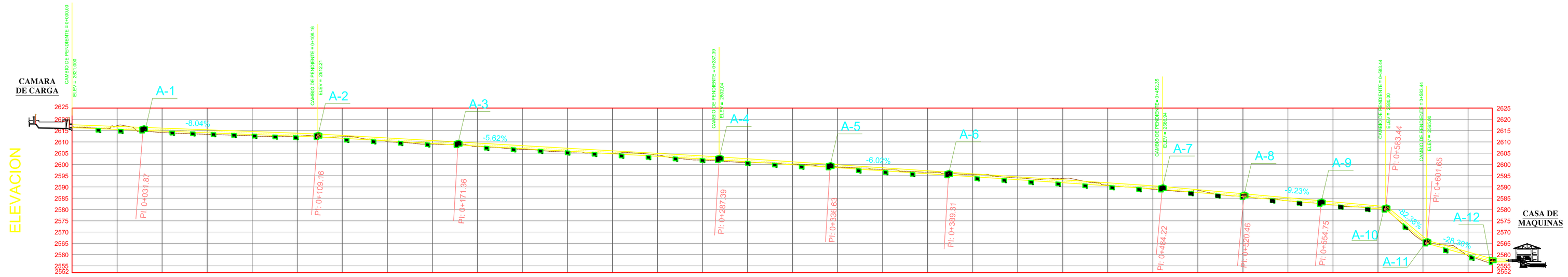
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO : "PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"

PLANO : "TRAMO 5"

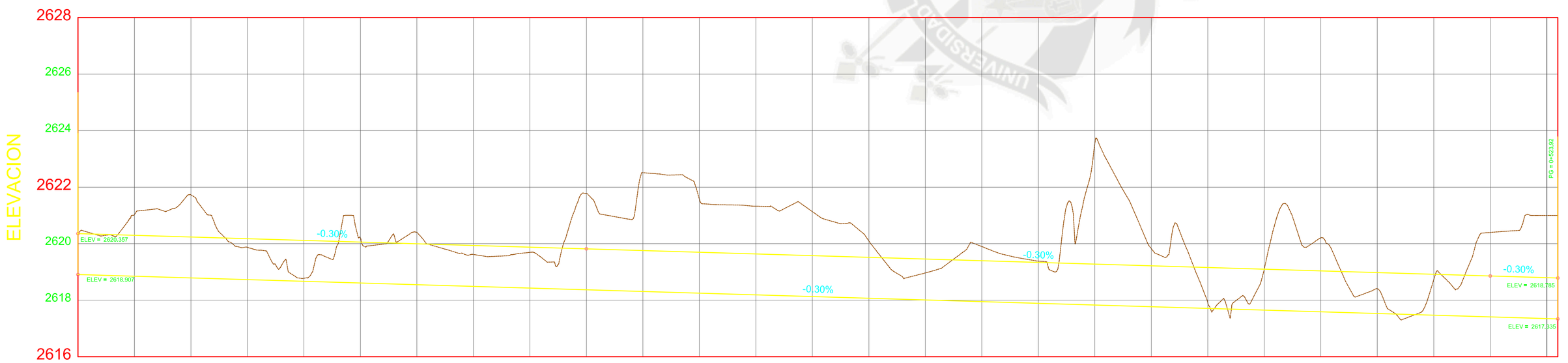
LUGAR : TINCOC	DISEÑO : BACH. WALTER FUENTES CAVIDES		LAMINA Nº : 3-6
DISTRITO : PACCARITAMBO			
PROVINCIA : PARURO			
DEPARTAMENTO : CUSCO	ESCALA : INDICADA	FECHA : ABRIL - 2013	DIBUJO : WALFUCA



PROGRESIVA	COTA TERRENO	COTA RASANTE	ALTURA DE CORTE
0+020	2620.926	2619.391	1.54
0+040	2617.070	2617.782	
0+060	2615.467	2616.173	
0+080	2613.944	2614.565	
0+100	2612.946	2612.956	
0+120	2612.286	2611.544	0.74
0+140	2610.072	2610.420	
0+160	2608.995	2609.296	
0+180	2607.961	2608.171	
0+200	2606.675	2607.047	
0+220	2605.476	2605.923	
0+240	2604.859	2604.799	0.06
0+260	2604.142	2603.675	0.47
0+280	2601.968	2602.485	
0+300	2600.830	2601.281	
0+320	2600.092	2600.076	0.02
0+340	2598.817	2598.871	
0+360	2597.768	2597.667	0.10
0+380	2596.558	2596.462	0.10
0+400	2595.466	2595.258	0.21
0+420	2593.995	2594.053	
0+440	2593.802	2592.849	0.95
0+460	2590.753	2591.398	
0+480	2589.000	2589.552	
0+500	2588.605	2587.705	0.90
0+520	2585.999	2585.858	0.14
0+540	2583.857	2584.011	
0+560	2581.975	2582.165	
0+580	2581.060	2580.318	0.74
0+600	2565.909	2566.359	
0+620	2559.396	2559.808	

PERFIL TUBERIA

ESC: 1/1000



PROGRESIVA	PENDIENTES	COTA TERRENO	COTA RASANTE	ALTURA DE CORTE
0+020	-0.30%	2621.028	2618.847	2.18
0+040		2621.728	2618.787	2.94
0+060		2619.870	2618.727	1.14
0+080		2618.775	2618.667	0.11
0+100		2620.204	2618.607	1.60
0+120		2620.401	2618.547	1.85
0+140		2619.620	2618.487	1.13
0+160		2619.692	2618.427	1.27
0+180		2621.775	2618.367	3.41
0+200		2622.511	2618.307	4.20
0+220		2621.573	2618.247	3.33
0+240		2621.325	2618.187	3.14
0+260		2621.134	2618.127	3.01
0+280		2620.097	2618.067	2.03
0+300		2618.964	2618.007	0.96
0+320		2619.898	2617.947	1.95
0+340		2619.382	2617.887	1.50
0+360		2623.544	2617.827	5.72
0+380		2619.824	2617.767	2.06
0+400		2617.910	2617.707	0.20
0+420		2619.106	2617.647	1.46
0+440		2620.211	2617.587	2.62
0+460		2618.406	2617.527	0.88
0+480		2618.728	2617.467	1.26
0+500		2620.397	2617.407	2.99
0+520		2621.000	2617.347	3.65

PERFIL CANAL

ESC: 1/1000

TABLA DE VOLUMENES = CANAL

ESTACION	A. DE RELLENO	A. DE CORTE	V. DE RELLENO	V. DE CORTE	V. ACUM. RELLENO	V. ACUM. CORTE
0+000.00	0,67	5.06	0.00	0,00	0,00	0,00
0+020.00	1.30	8.13	19,68	131.82	19.68	131.82
0+040.00	0,00	20.30	13,00	284.27	32.69	416.09
0+060.00	1,00	3.36	9.99	236,65	42,68	652.74
0+080.00	11,65	0.67	128,38	40,36	171,06	693.10
0+100.00	7,67	9.29	193,24	99,66	364,30	792.76
0+120.00	6,05	8,61	142,07	177,52	506,37	970,29
0+140.00	1,83	3,34	76,81	119,49	583,18	1089,78
0+160.00	2,10	3,78	37,27	71,15	620,45	1160,93
0+180.00	2,99	17,21	47,77	213,03	668,22	1373,96
0+200.00	3,97	43,63	69,59	608,39	737,81	1982,35
0+220.00	0,00	19,57	39,68	631,96	777,49	2614,31
0+240.00	0,00	17,72	0,00	372,85	777,49	2987,17
0+260.00	0,81	19,72	7,94	378,90	785,43	3366,07
0+280.00	3,63	15,36	44,42	350,81	829,85	3716,88
0+300.00	7,72	8,26	113,46	236,20	943,31	3953,08
0+320.00	6,85	17,84	141,18	267,30	1084,49	4220,38
0+340.00	9,65	15,20	165,00	330,37	1249,49	4550,75
0+360.00	0,00	46,02	96,51	612,24	1345,99	5162,99
0+380.00	3,74	11,86	37,40	578,80	1383,39	5741,79
0+400.00	26,84	9,73	305,76	215,88	1689,15	5957,67
0+420.00	9,40	9,06	386,49	179,86	2075,64	6137,53
0+440.00	0,64	14,16	100,41	232,14	2176,05	6369,66
0+460.00	6,65	4,52	78,17	180,58	2254,22	6550,24
0+480.00	6,84	10,16	134,95	146,82	2389,17	6697,06
0+500.00	2,11	23,19	87,09	339,64	2476,26	7036,70
0+520.00	0,00	29,69	19,57	556,32	2495,83	7593,02
0+523.92	0,00	25,85	0,00	108,84	2495,83	7701,86

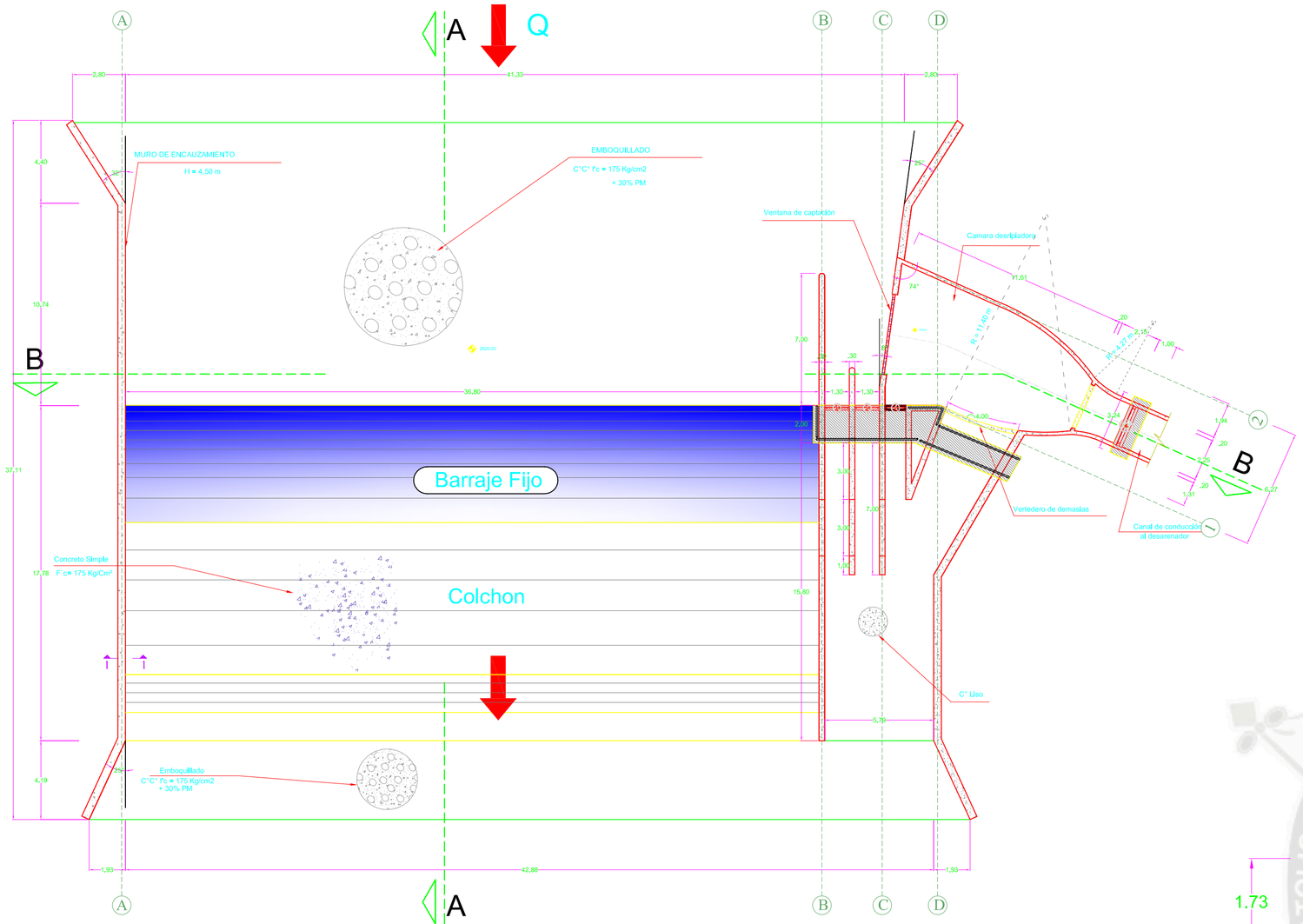
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO : "PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"

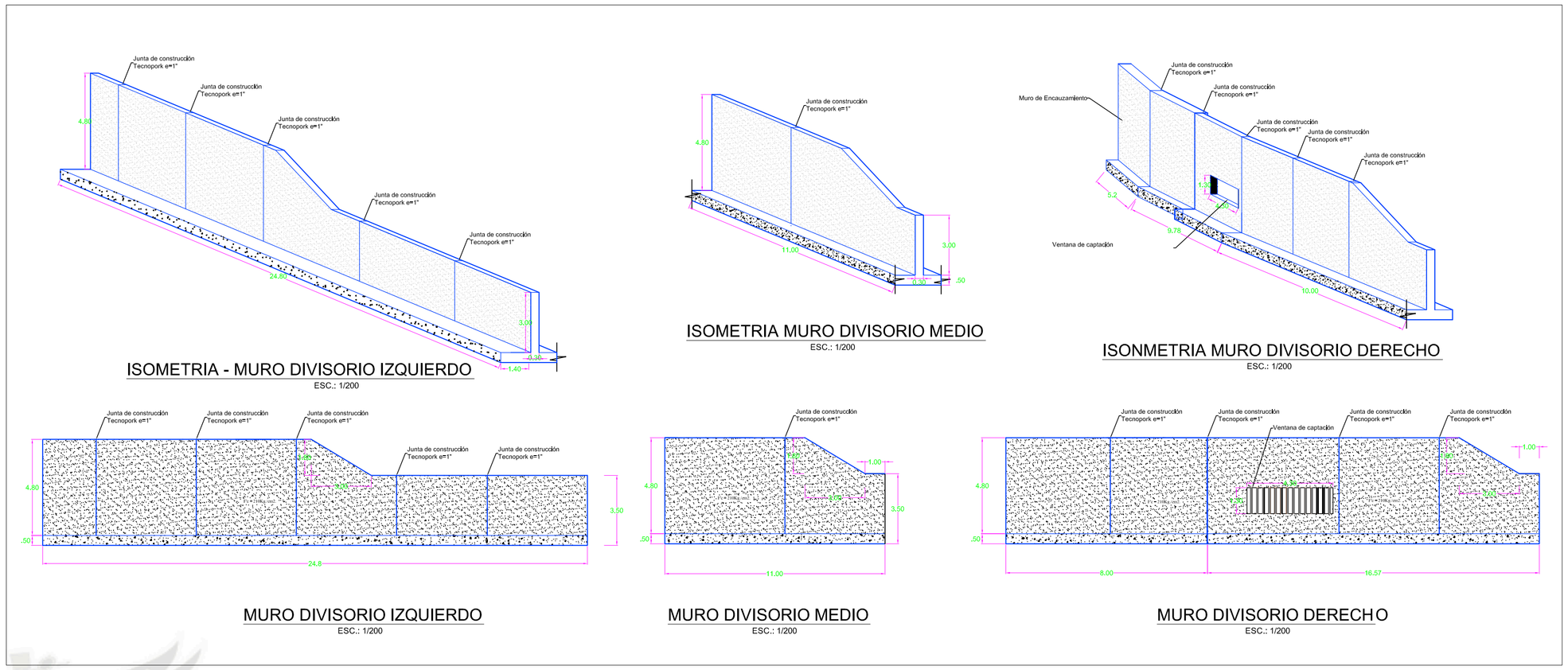
PLANO : PERFIL DE CANAL Y TUBERIA

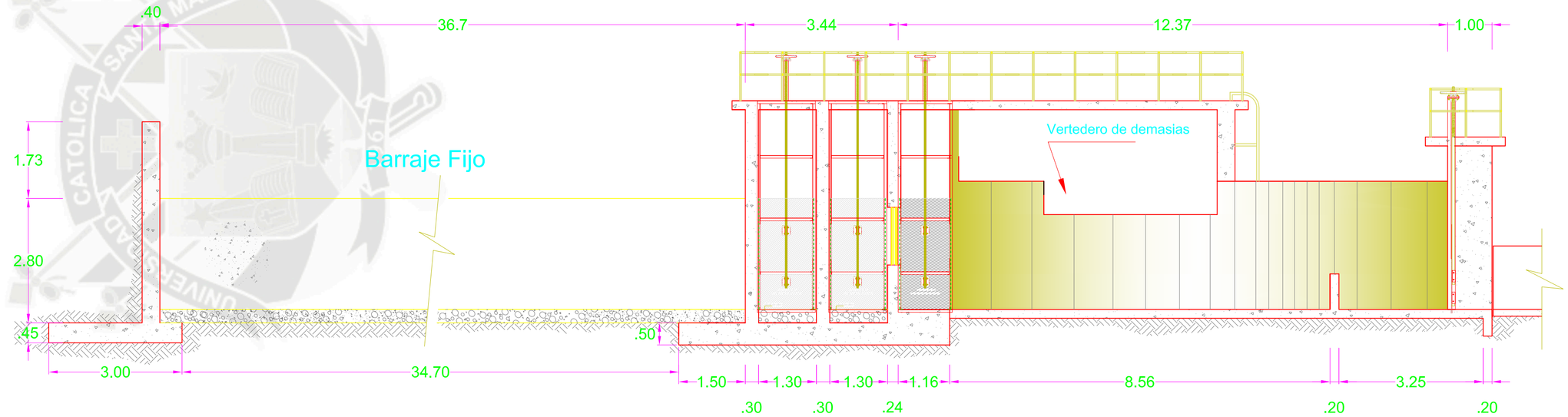
LUGAR : TINCOC	DISEÑO : BACH. WALTER FUENTES CAVIDES		LAMINA N° : 3-7
DISTRITO : PACCARITAMBO			
PROVINCIA : PARURO	ESCALA : 1/1000	FECHA : MAYO - 2013	DIBUJO : WALFUCA
DEPARTAMENTO : CUSCO			

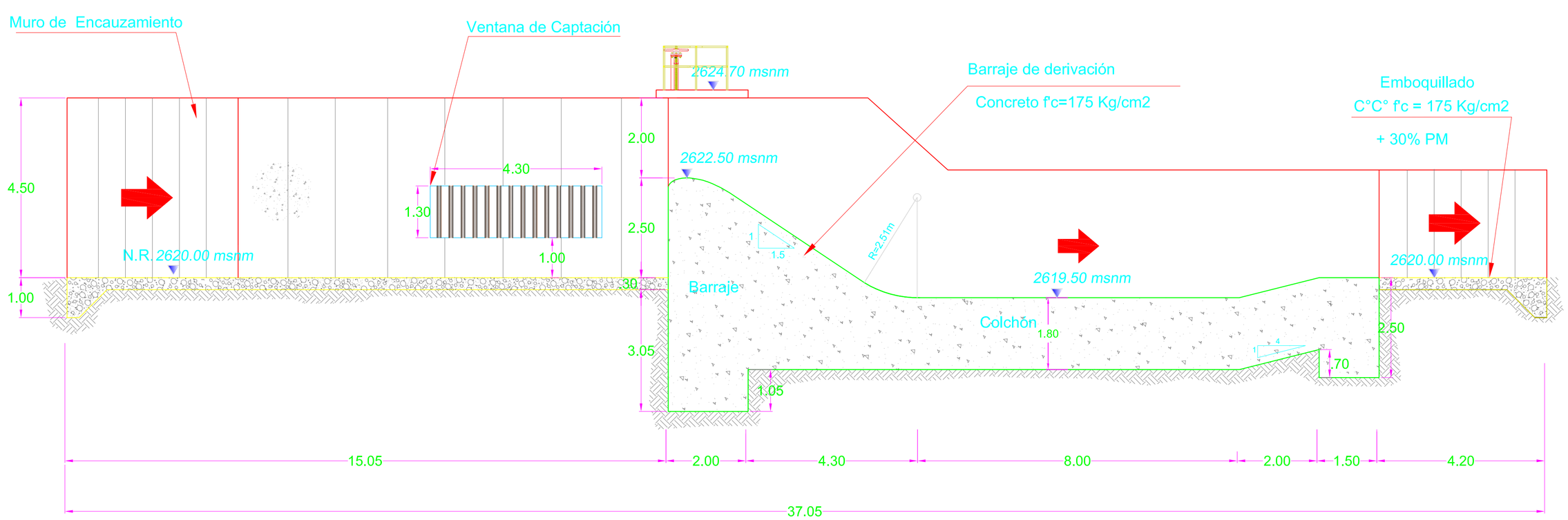


PLANTA CAPTACION

ESC.: 1/200







CORTE LONGITUDINAL A-A

ESC.: 1/75

ESPECIFICACIONES

CONCRETOS = f'c = 175 Kg/cm2 ACERO = f'r = 4200 Kg/cm2
f'c = 210 Kg/cm2

RECUBRIMIENTOS Zapatas = 5 cm. libres
Placas = 2 cm. c/estribo
Losas = 2 cm. libres
Muros = E

Tarrajear todas las superficies interiores con la mezcla 1:1:2 cemento Arena 1: Arena gruesa, y acabado frotachado fino (no pulido), agregar a la mezcla aditiva impermeabilizante A N°1 en la proporcion de 1/2 Kg. por cada saco de cemento
Tarrajear todas las superficies exteriores, inclusive las placas hasta su encuentro con las zapatas, con mezcla 1:5 cemento/arena y acabado frotachado fino.
Pintar las abrazaderas y pernos con dos manos de anticorrosivo "zincromato" y una mano de esmalte industrial color naranja.

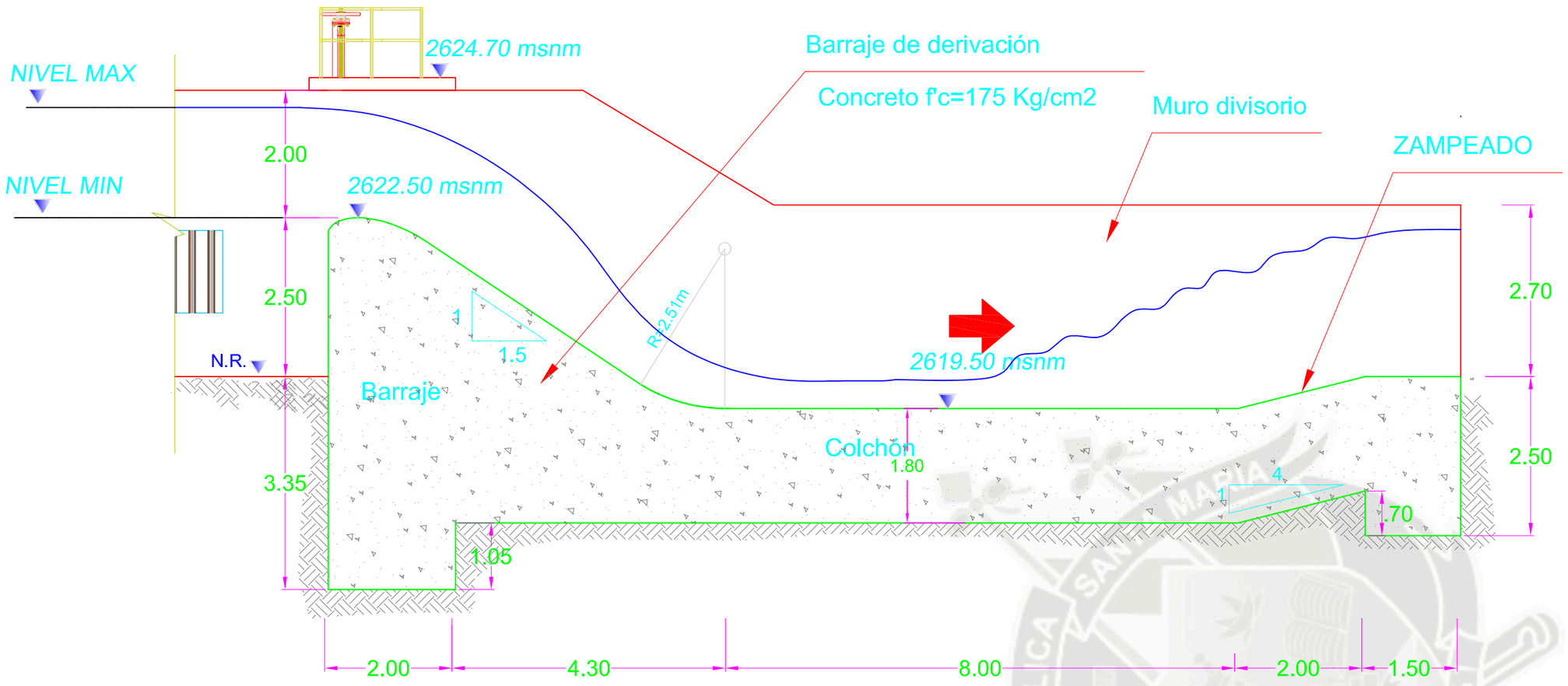
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO : "PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"

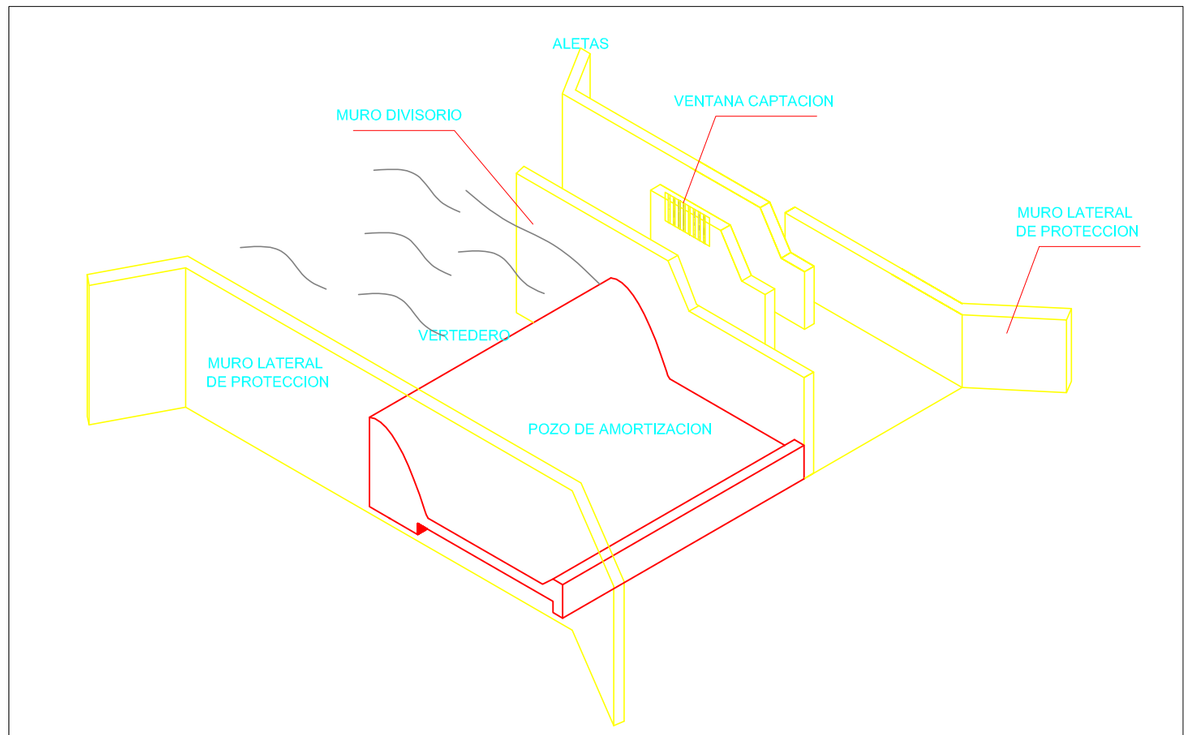
PLANO : BOCATOMA

LUGAR : TINCOC	DISEÑO : BACH. WALTER FUENTES CAVIDES		LAMINA N° : 4-1
DISTRITO : PACCARITAMBO			
PROVINCIA : PARURO			
DEPARTAMENTO : CUSCO	ESCALA : INDICADA	FECHA : MAYO - 2013	DIBUJO : WALFUCA



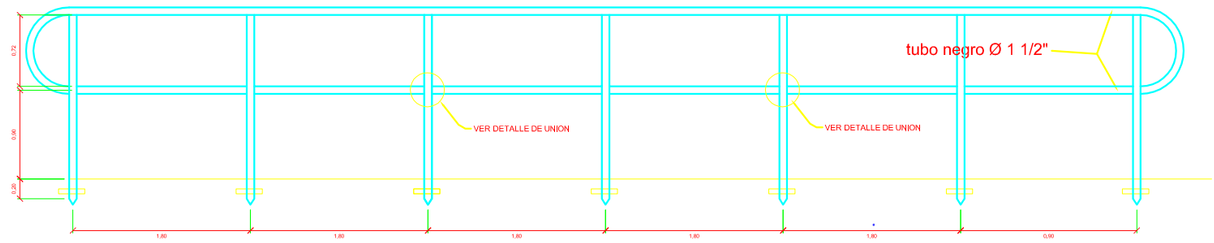
CORTE LONGITUDINAL AZUD

ESC.: 1/50



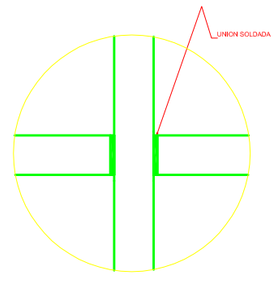
PERSPECTIVA CAPTACION

ESC.: S/E



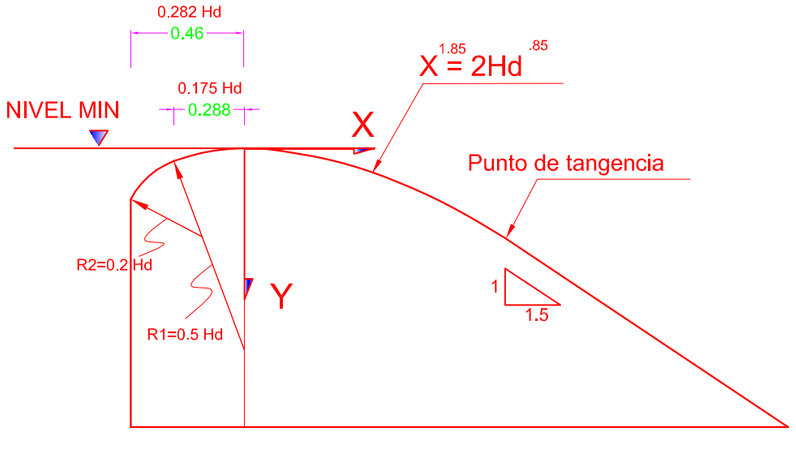
BARANDAS

ESC: 1/25



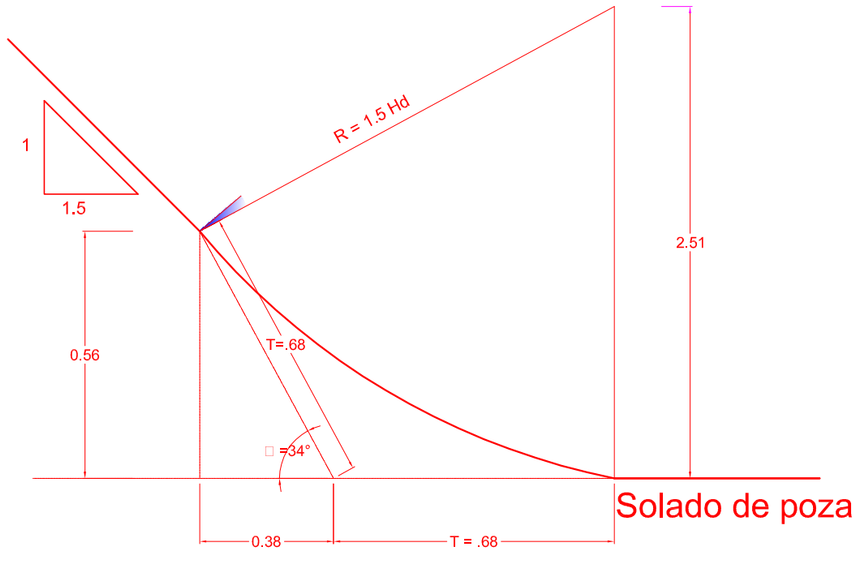
DETALLE DE UNIONES

ESC: 1/5



PERFIL DE CRESTA BARRAJE

ESC.: S/E



PERFIL BARRAJE-COLCHON

ESC.: S/E

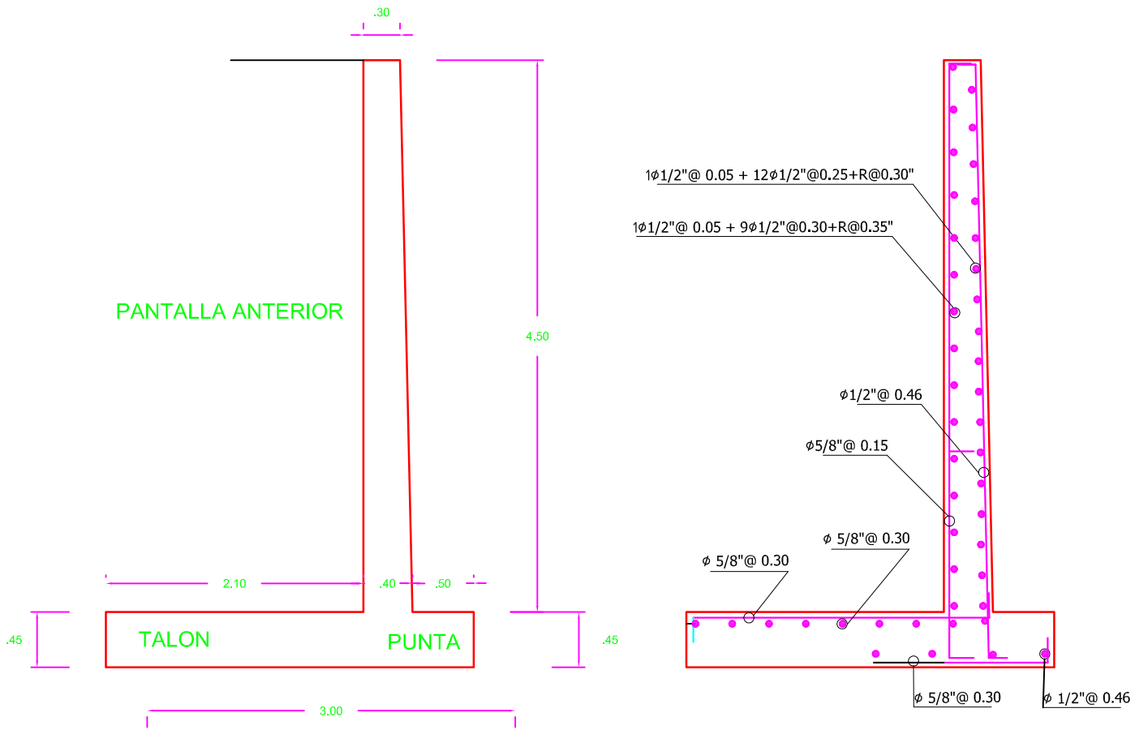
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

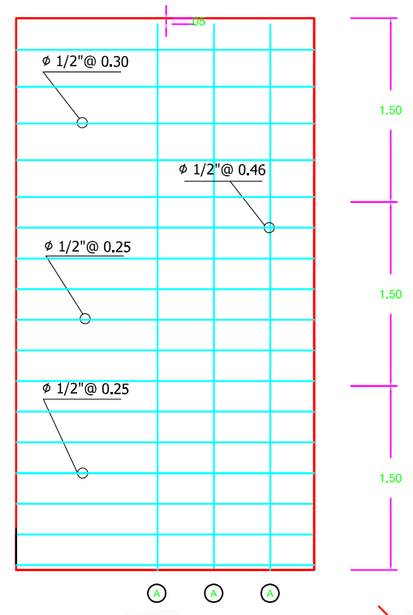
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

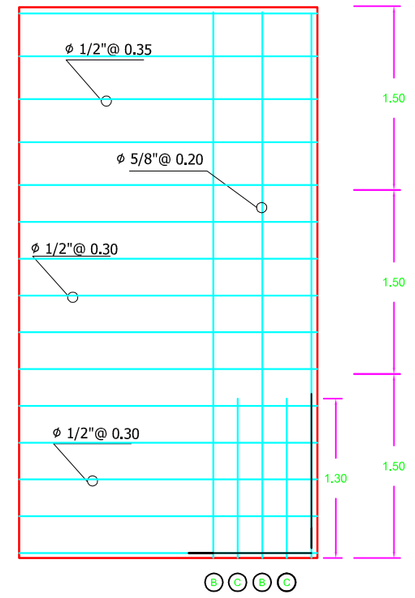
PROYECTO : "PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"

PLANO : AZUD

LUGAR : TINCOC	DISEÑO : BACH. WALTER FUENTES CAVIDES		LAMINA Nº : 4-2
DISTRITO : PACCARITAMBO			
PROVINCIA : PARURO			
DEPARTAMENTO : CUSCO	ESCALA : INDICADA	FECHA : MAYO - 2013	DIBUJO : WALFUCA



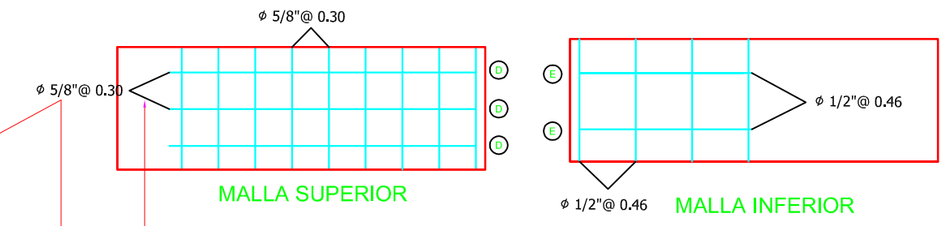




CANTIDAD DE MATERIALES / METRO LINEAL

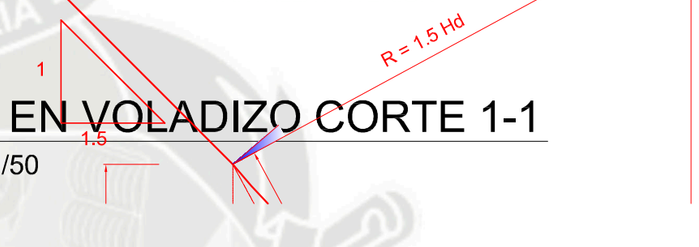
ACERO

TIPO	Ø (PULG)	LONG(m)	CANT	FIGURA	PESO(Kg)
A	1/2"	5.14	2	.15 — 4.84 — .15	10.21
B	5/8"	5.25	2.5	.20 — 4.85 — .20	20.37
C	5/8"	2.08	2.5	.20 — 1.68 — .20	8.07
D	5/8"	2.81	3	.20 — 2.41 — .20	13.08
E	1/2"	1.80	2	.20 — 1.40	3.56
	1/2"	1.00	36	1.00	35.78
	5/8"	1.00	9	1.00	13.98
				TOTAL ACERO (Kg)	105.07

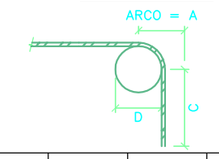


DETALLE DE ACERO MURO EN VOLADIZO CORTE 1-1

ESC.: 1/50

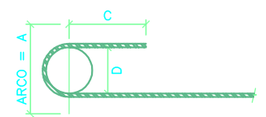


GANCHOS A 90°



Ø	D(cm)	A(cm)	C(cm)	Longitud del Gancho
3/8"	5.71	5.23	14.77	20.00
1/2"	7.62	6.98	18.02	25.00
5/8"	9.54	8.74	21.26	30.00
3/4"	11.46	10.50	24.50	35.00
1"	15.24	13.96	31.04	45.00

GANCHOS A 180°



Ø	D(cm)	A(cm)	C(cm)	Longitud del Gancho
3/8"	5.71	10.45	9.55	20.00
1/2"	7.62	13.96	11.04	25.00
5/8"	9.54	17.48	7.62	25.00
3/4"	11.46	21.00	9.00	30.00
1"	15.24	27.93	12.07	40.00

LONGITUDES DE DESARROLLO PARA BARRAS CORRUGADAS A TRACCION

BARRAS SUPERIORES — Fy = 4200 kg/cm2, Long. desar. en cm.

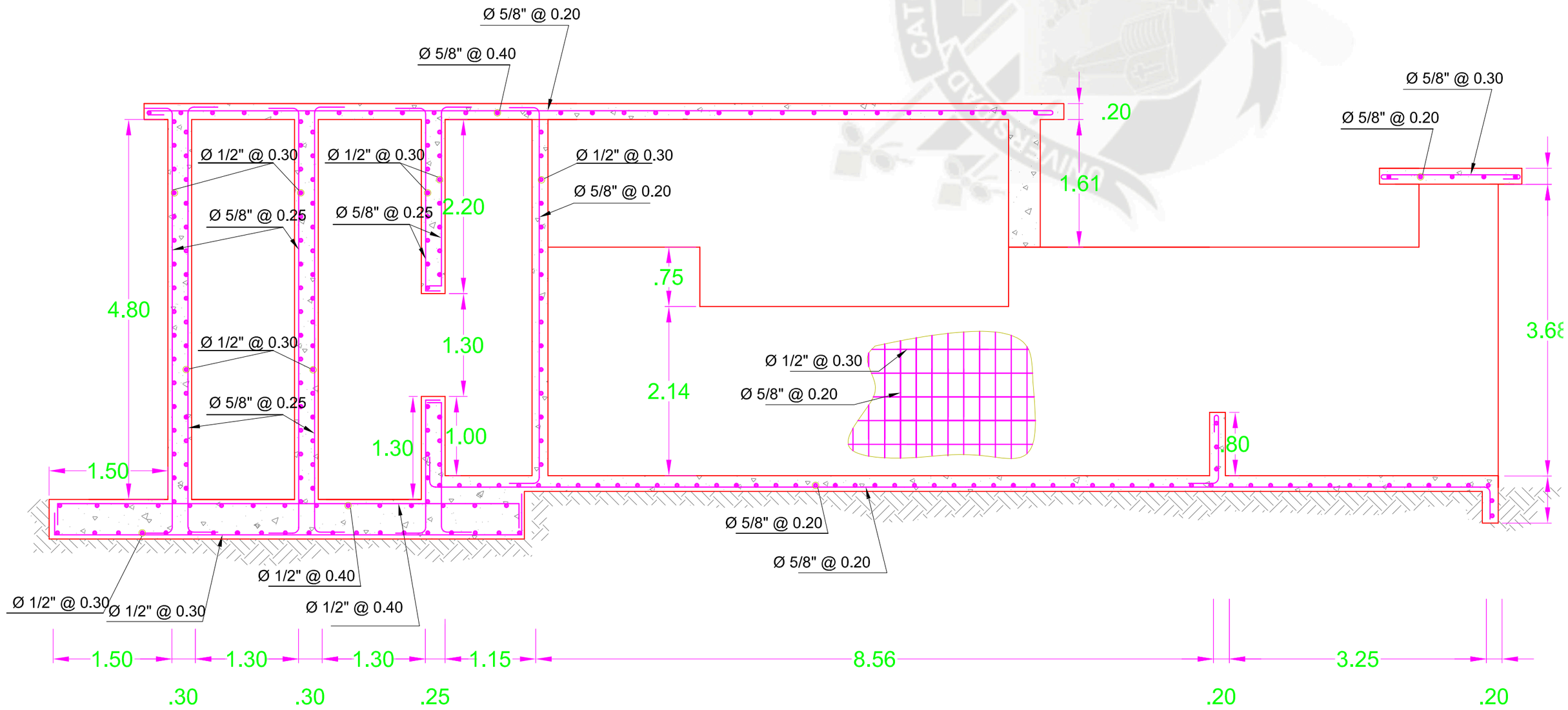
f'c \ Ø	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
175.00	35.00	45.00	60.00	70.00	130.00
210.00	30.00	45.00	60.00	70.00	125.00

BARRAS INFERIORES — Fy = 4200 kg/cm2, Long. desar. en cm.

f'c \ Ø	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
175.00	30.00	35.00	45.00	50.00	95.00
210.00	30.00	35.00	45.00	50.00	90.00

ESPECIFICACIONES TECNICAS

-CONCRETO	f'c=210 kg/cm2	Vigas, Columnas, Losa Aligerada, Escalera, Cisterna.	
	f'c=175 kg/cm2	Zapatas y otros elementos estructurales	
	f'c=140 kg/cm2	Solados y Subrecimiento	
		+30%P.G. (6" max) Cimiento Corrido	
		+20%P.M. (3" max) Sobrecimiento	
		Falso Piso	
-ACERO	fy=4200 kg/cm2		
-Long. mínima de doblado de ganchos		ø 3/8", 1/2"	0.20 m
		ø 5/8"	0.25 m
-Recubrimiento Libre		Columnas y Vigas	3.5 cm
		Losa y Vigas Chatas	2.5 cm
		Cimentación	7.0 cm
		Otros Elementos	3.0 cm
-Esfuerzo Permisible del Terreno		= 1.2 kg/cm2	



DETALLE DE ACERO CAPTACION

ESC.: 1/50

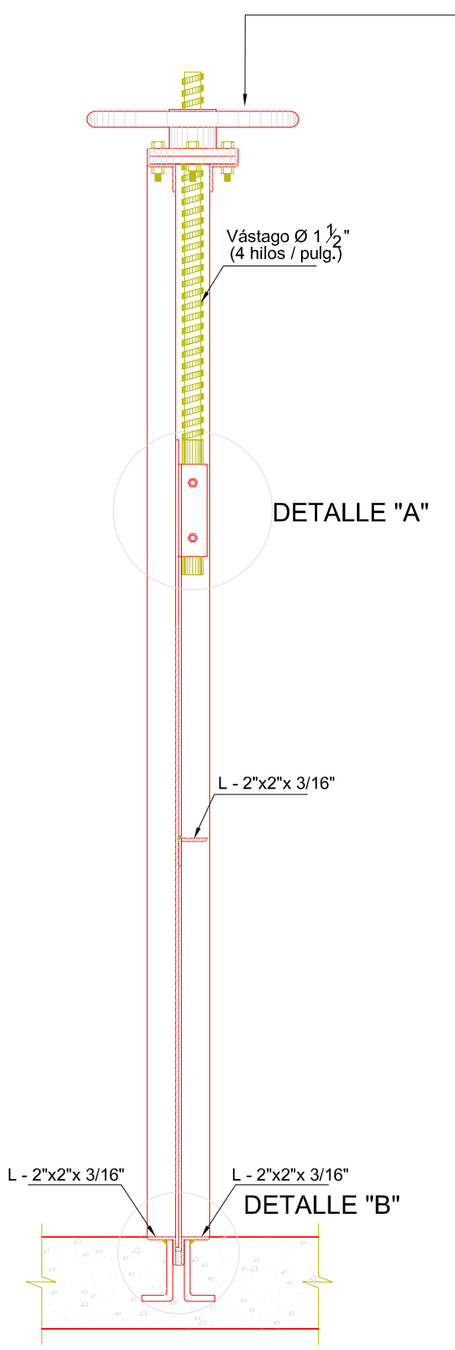
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO : "PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"

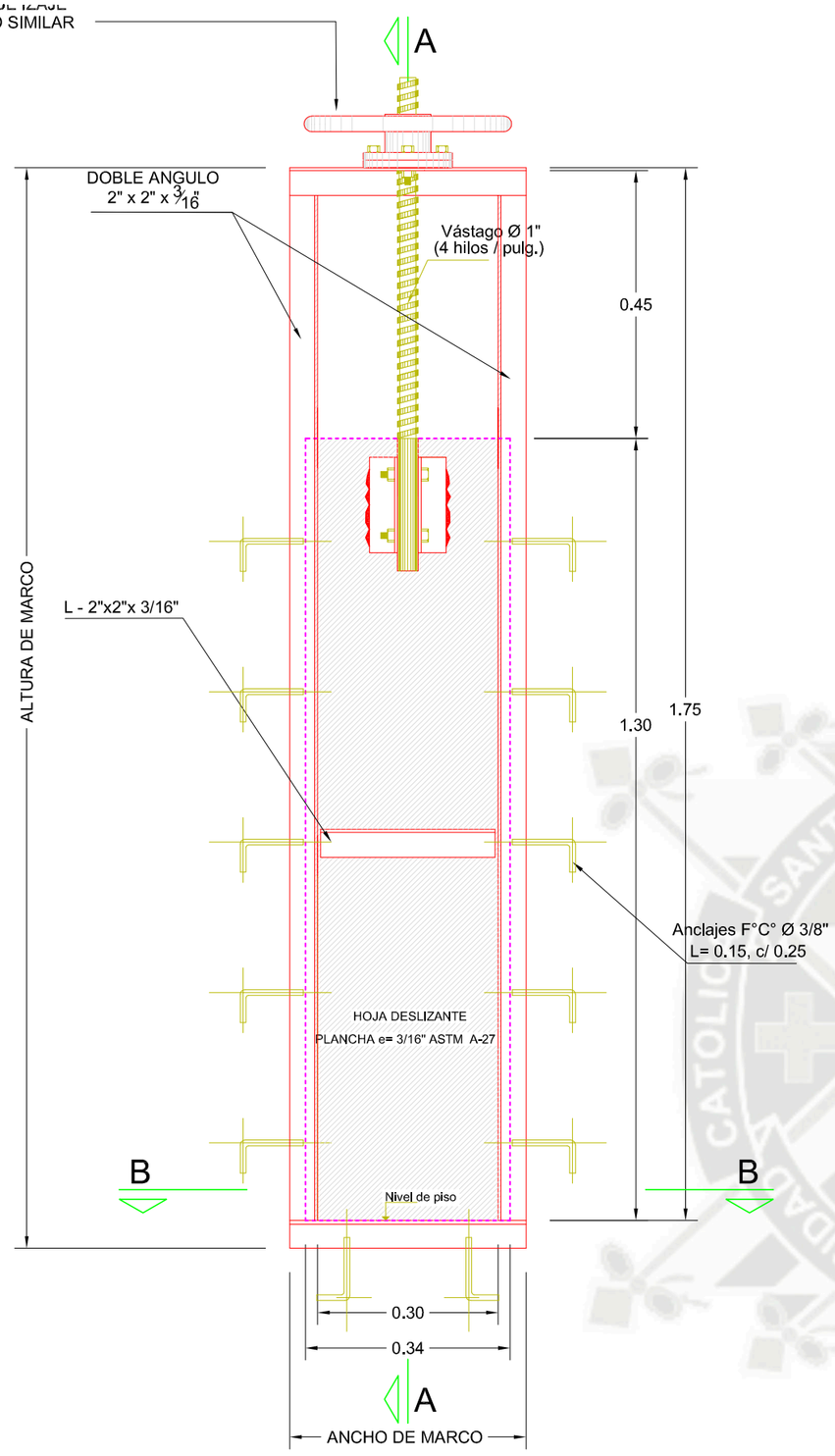
PLANO : DETALLES REFUERZOS

LUGAR : TINCOC	DISEÑO : BACH. WALTER FUENTES CAVIDES			LAMINA Nº : 4-3
DISTRITO : PACCARITAMBO				
PROVINCIA : PARURO				
DEPARTAMENTO : CUSCO	ESCALA : INDICADA	FECHA : MAYO - 2013	DIBUJO : WALFUCA	



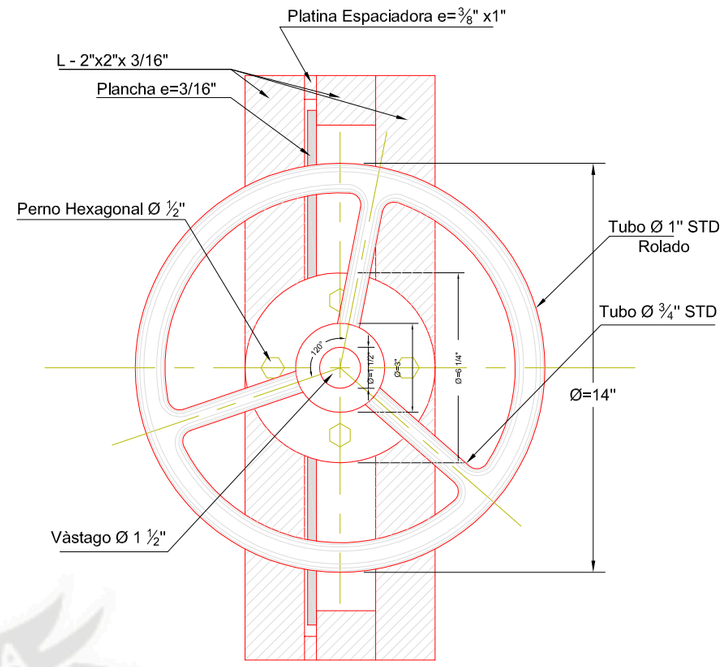
CORTE A-A

ESC.: 1/10

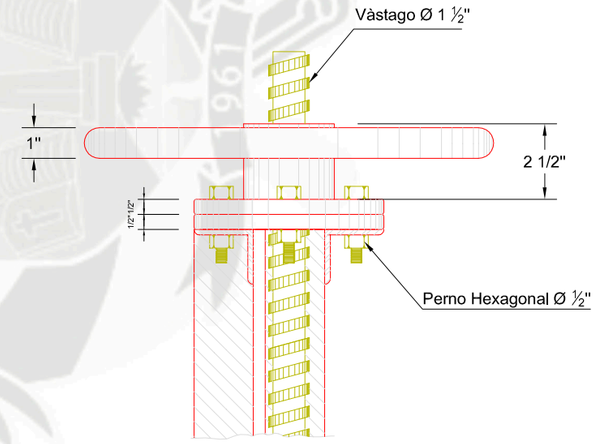


ELEVACION DE COMPUERTA

ESC.: 1/10



PLANTA DE LA BASE MECANISMO DE IZAJE TIPICO



ELEVACION MECANISMO DE IZAJE TIPICO

ESPECIFICACIONES TECNICAS:

PERFILES LAMINADOS EN CALIENTE	ASTM A-36
ACERO ESTRUCTURAL	ASTM A-36
PLANCHA DE ACERO	ASTM A-27
FUNDICION DE ACERO	ASTM A-490
ANCLAJE	ASTM A-36
PERNOS DE ACERO INOXIDABLE	AISI 304
VASTAGO DE ACERO	ASAE 1045
VARILLAS DE ANCLAJE - ACERO ESTRUCTURAL	ASTM B-1.44

PRESION DEL PASADOR (Camiseta de bronce, pernos en general) AWS DI-1
SOLDADURA DE PROCEDIMIENTOS AWS E-7018
NEOPRENO SHORE A 60+ 5
CONCRETO DE 2da. FASE CON ADITIVO PARA FIJACION DE ANCLAJE Y PLATINA
VASTAGO ROSCADO : 4 HILOS POR PULGADA
LA LONGITUD DEL ROSCADO DEL VASTAGO DEBE TENER RELACION CON LA ALTURA (h) DE LA ABERTURA DE LA TOMA.

TRATAMIENTO SUPERFICIAL.-

ARENADO AL METAL BLANCO SEGÚN SSPC-SP-5
PINTURA BASE : ANTICORROSIVA RICA EN ZINC, ESPESOR DE CAPA EN SECO 2 mm.
COLOR OPCIONAL.
ACABADO : COALTAR EPOXICO C-200, ESPESOR DE CAPA EN SECO 1.6 mm.
COLOR AMARILLO SEGURIDAD.

ITEM	DESCRIPCION	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	HOJA DESLIZANTE	ASTM A-36	₧ 3/16"
2	MARCO DE COMPUERTA	ASTM A-36	₧ 3/16"
3	VASTAGO DE IZAJE	SAE 1045	ROSCA ACME 4 HILOS/PULGADA

NOTAS.-

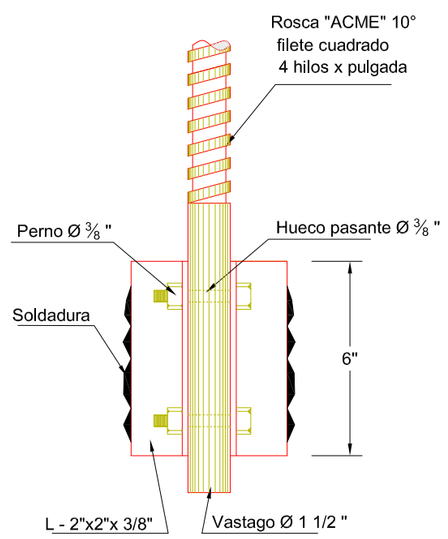
1.- EL PRESENTE PLANO DE COMPUERTAS SERVIRA DE BASE PARA QUE EL CONTRATISTA ELABORE LOS PLANOS CONSTRUCTIVOS DETALLADOS ANTES DE SU FABRICACION PARA SU APROBACION POR LA SUPERVISION.

2.- EL DIMENSIONAMIENTO DE ESPESORES Y TAMAÑOS DE LAS PIEZAS METALICAS SON REQUERIMIENTOS MINIMOS, EL FABRICANTE CONFIRMARA ó MODIFICARA ESTAS MEDIDAS.

3.- LA FABRICACION DE LAS COMPUERTAS DEBEN ESTAR A CARGO DE UNA EMPRESA ESPECIALIZADA EN EL RAMO.

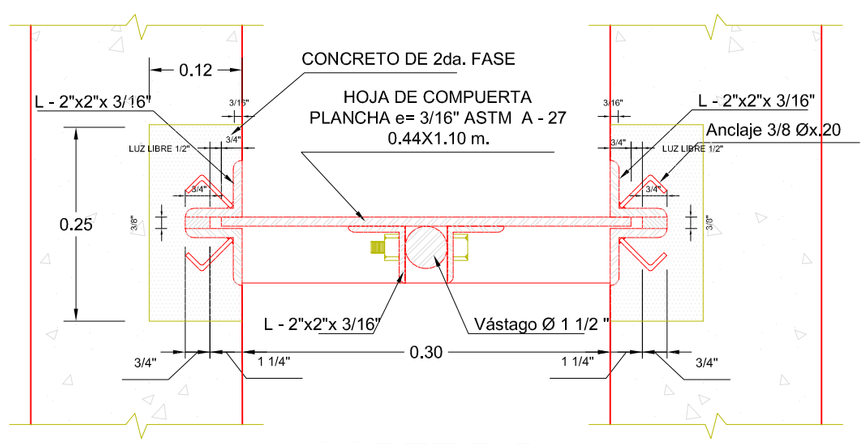
4.- EL FABRICANTE DEBE TENER EN CUENTA LAS INDICACIONES DE LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LA PARTIDA " SUMINISTRO e INSTALACION DE COMPUERTAS METALICAS ".

5.- EL CONTRATISTA SUMINISTRARA LOS CALCULOS DE DISEÑO, PLANO DE FABRICACION, CERTIFICADO DE CALIDAD DE LOS MATERIALES, HOJAS DE CONTROL Y PRUEBA.



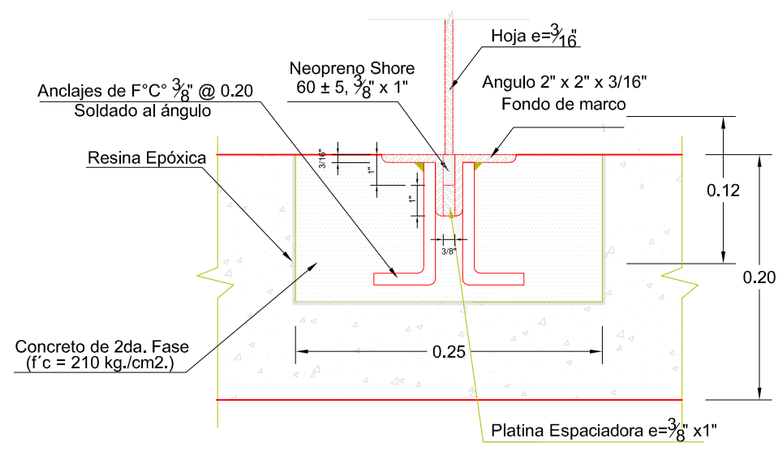
DETALLE "A"

ESC.: 1/5



CORTE B-B

ESC.: 1/5



DETALLE "B"

ESC.: 1/5

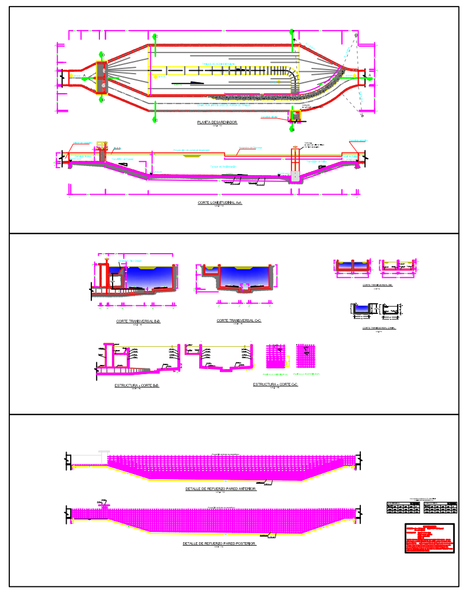
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

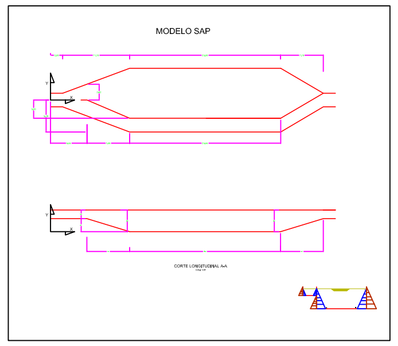
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

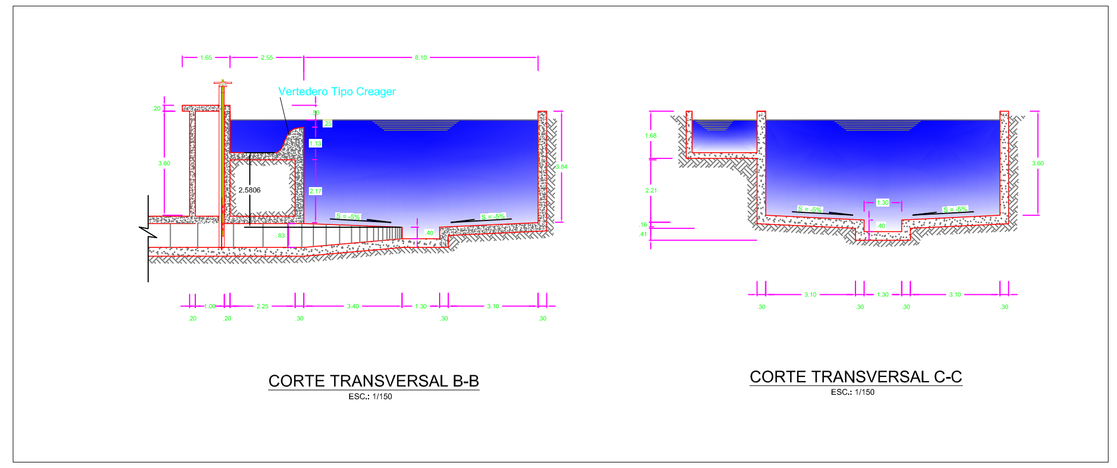
PROYECTO : "PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"

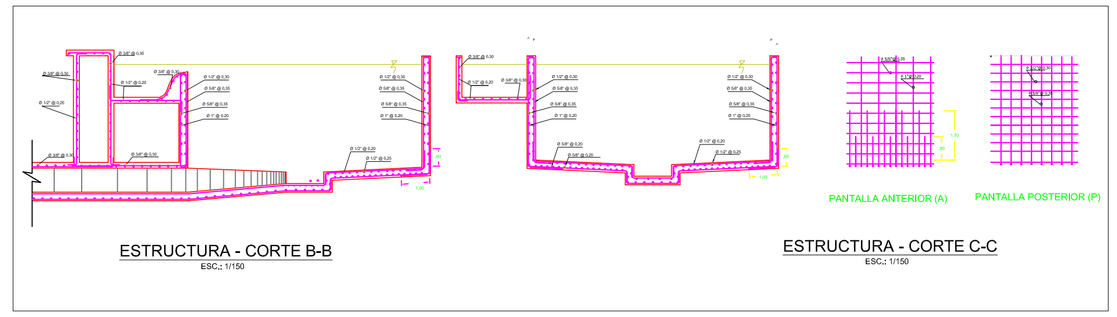
PLANO : DETALLES COMPUERTA

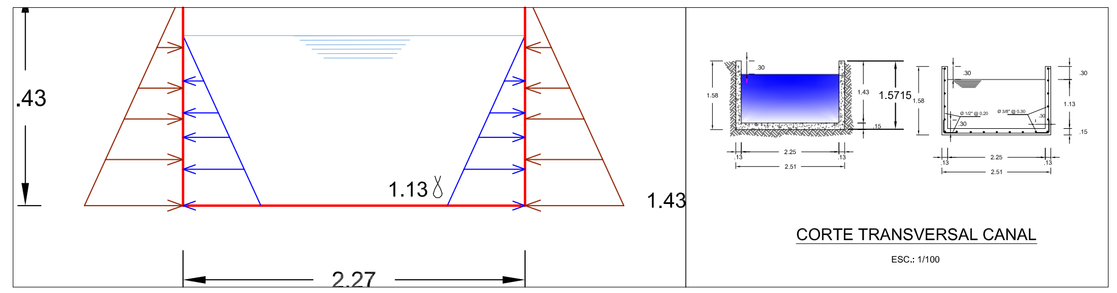
LUGAR : TINCOC	DISEÑO : BACH. WALTER FUENTES CAVIDES		LAMINA N° : 4-4
DISTRITO : PACCARITAMBO			
PROVINCIA : PARURO			
DEPARTAMENTO : CUSCO	ESCALA : INDICADA	FECHA : MAYO - 2013	DIBUJO : WALFUCA

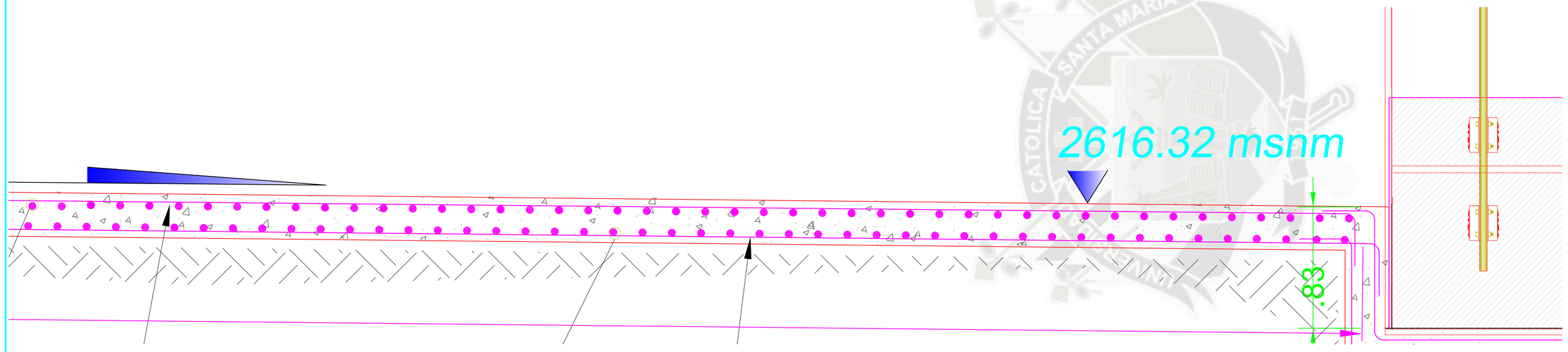


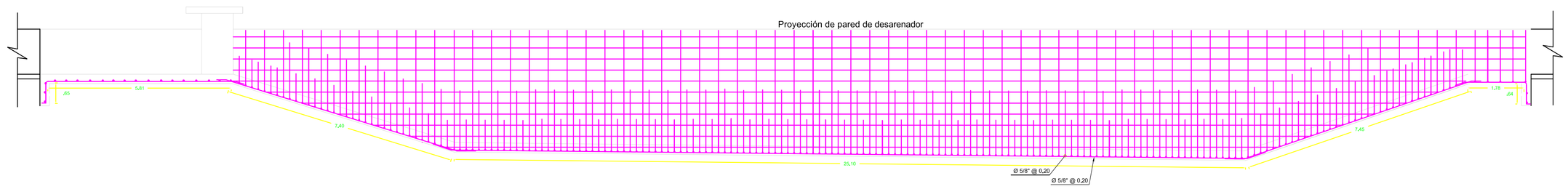




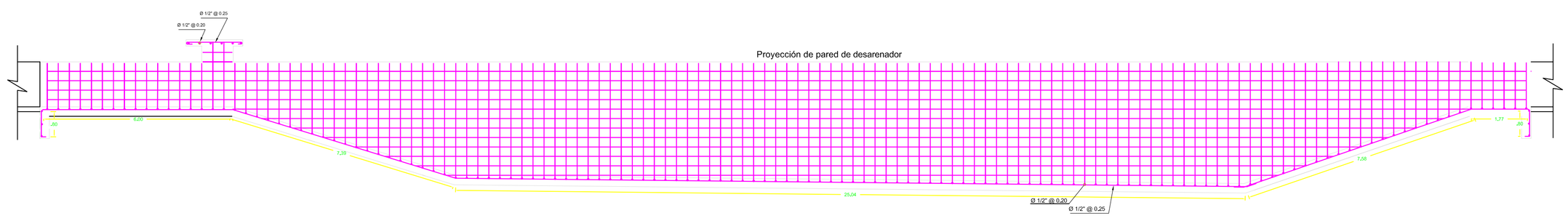








DETALLE DE REFUERZO PARED ANTERIOR
ESC.: 1/100



DETALLE DE REFUERZO PARED POSTERIOR
ESC.: 1/100

PARA BARRAS CORRUGADAS A TRACCION
LONGITUDES DE DESARROLLO

BARRAS INFERIORES					Fy = 4200 kg/cm2 Long. desar. en cm.
f'c \ Ø	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
175.00	30.00	35.00	45.00	50.00	95.00
210.00	30.00	35.00	45.00	50.00	90.00

BARRAS SUPERIORES					Fy = 4200 kg/cm2 Long. desar. en cm.
f'c \ Ø	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
175.00	35.00	45.00	60.00	70.00	130.00
210.00	30.00	45.00	60.00	70.00	125.00

ESPECIFICACIONES

CONCRETOS = f'c = 175 Kg/cm2 ACERO = f'r = 4200 Kg/cm2
f'c = 210 Kg/cm2

RECUBRIMIENTOS Zapatas = 5 cm. libres
Placas = 2 cm. c/estribo
Losas = 2 cm. libres
Muros = E

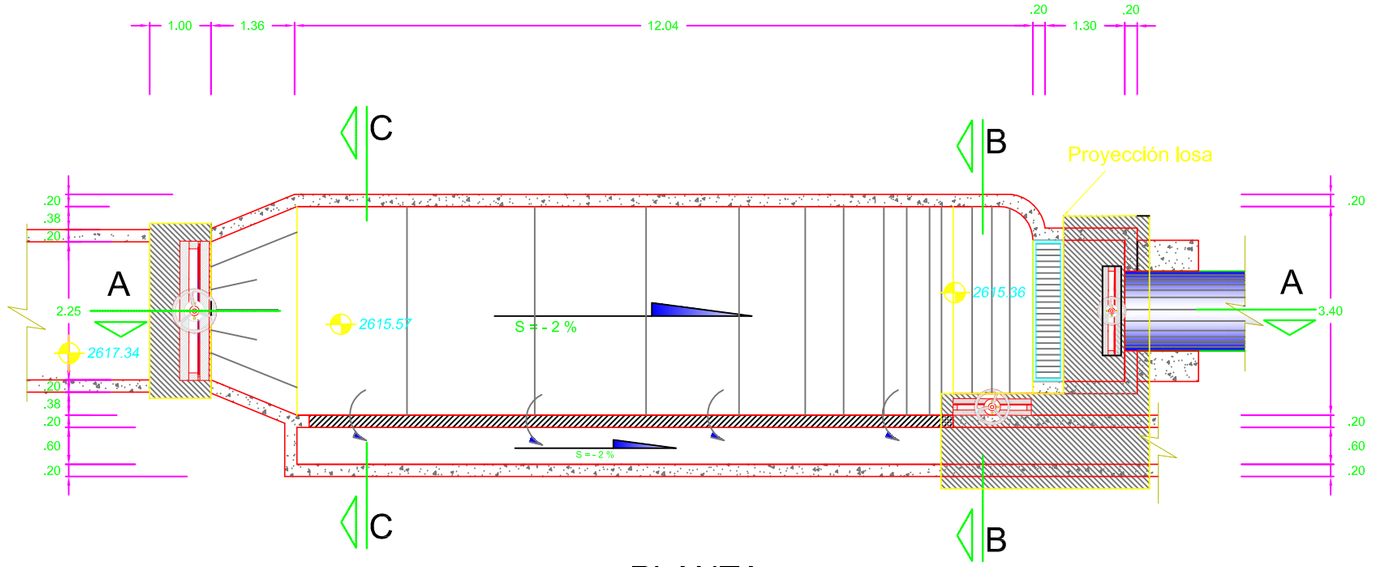
Tarrajear todas las superficies interiores con la mezcla 1:1:2 cemento Arena 1: Arena gruesa, y acabado frotachado fino (no pulido), agregar a la mezcla aditiva impermeabilizante A N°1 en la proporcion de 1/2 Kg. por cada saco de cemento
Tarrajear todas las superficies exteriores, inclusive las placas hasta su encuentro con las zapatas, con mezcla 1:5 cemento/arena y acabado frotachado fino.
Pintar las abrazaderas y pernos con dos manos de anticorrosivo "zincromato" y una mano de esmalte industrial color naranja.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO : "PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"

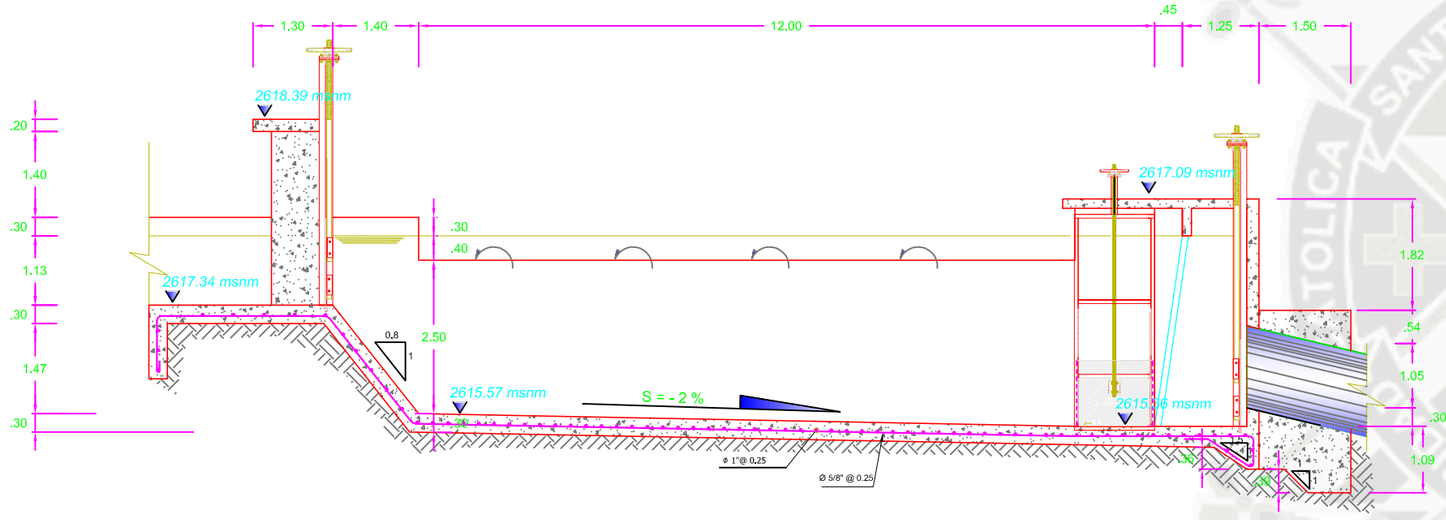
PLANO : DESARENADOR

LUGAR : TINCOC	DISEÑO : BACH. WALTER FUENTES CAVIDES		LAMINA N° : 5-1
DISTRITO : PACCARITAMBO			
PROVINCIA : PARURO			
DEPARTAMENTO : CUSCO	ESCALA : INDICADA	FECHA : MAYO - 2013	DIBUJO : WALFUCA



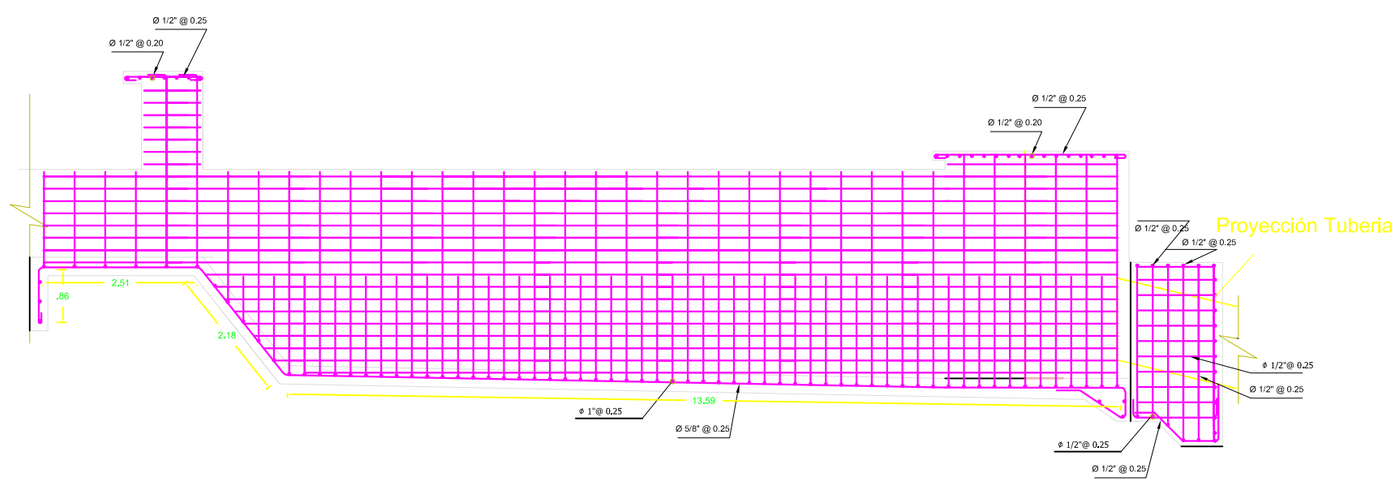
PLANTA

ESC.: 1/100



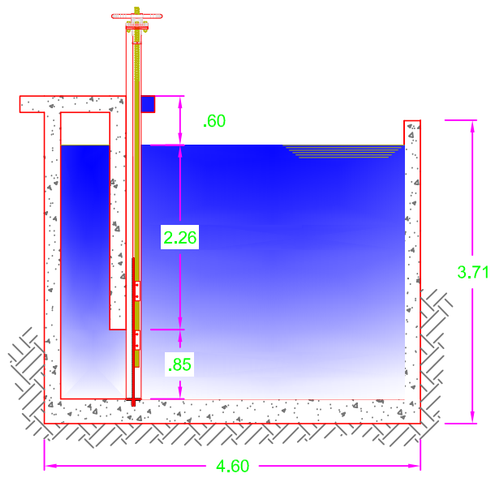
CORTE LONGITUDINAL A-A

ESC.: 1/100



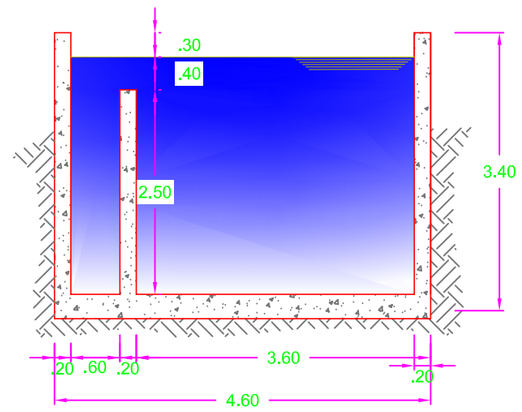
DETALLE DE REFUERZO

ESC.: 1/100



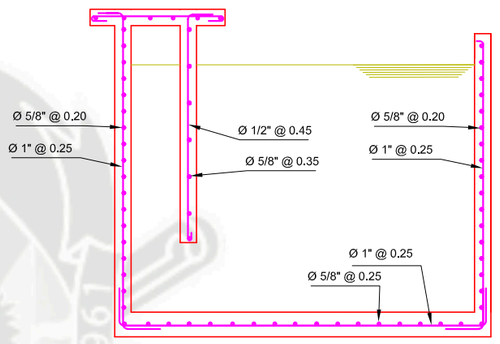
CORTE TRANSVERSAL B-B

ESC.: 1/75



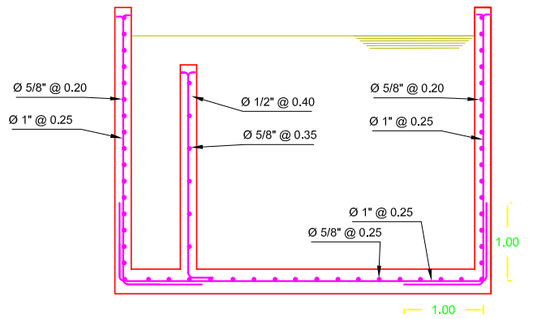
CORTE TRANSVERSAL C-C

ESC.: 1/75



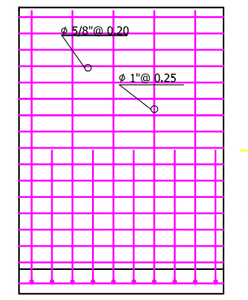
ESTRUCTURA - CORTE B-B

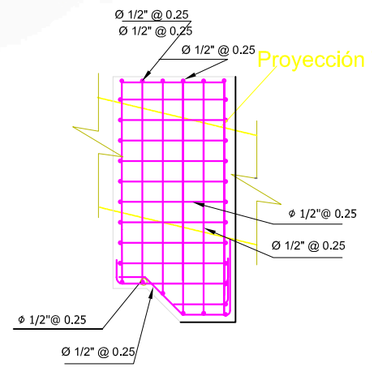
ESC.: 1/75



ESTRUCTURA - CORTE C-C

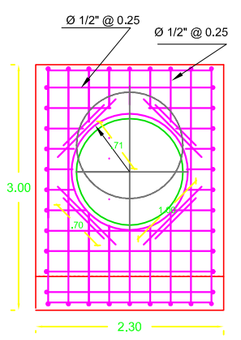
ESC.: 1/75





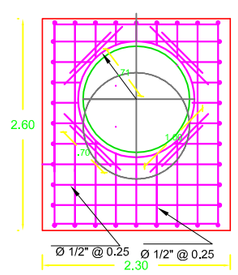
PANTALLA LATERAL

ESC.: 1/75



PANTALLA ANTERIOR

ESC.: 1/75



PANTALLA POSTERIOR

ESC.: 1/75

ESPECIFICACIONES

CONCRETOS = f'c = 175 Kg/cm2 ACERO = fr = 4200 Kg/cm2
f'c = 210 Kg/cm2

RECUBRIMIENTOS Zapatas = 5 cm. libres
Placas = 2 cm. c/estribo
Losas = 2 cm. libres
Muros = E

Tarrajear todas las superficies interiores con la mezcla 1:1:2 cemento Arena 1: Arena gruesa, y acabado frotachado fino (no pulido), agregar a la mezcla aditiva impermeabilizante A N°1 en la proporcion de 1/2 Kg. por cada saco de cemento
Tarrajear todas las superficies exteriores, inclusive las placas hasta su encuentro con las zapatas, con mezcla 1:5 cemento/arena y acabado frotachado fino.
Pintar las abrazaderas y pernos con dos manos de anticorrosivo "zincromato" y una mano de esmalte industrial color naranja.

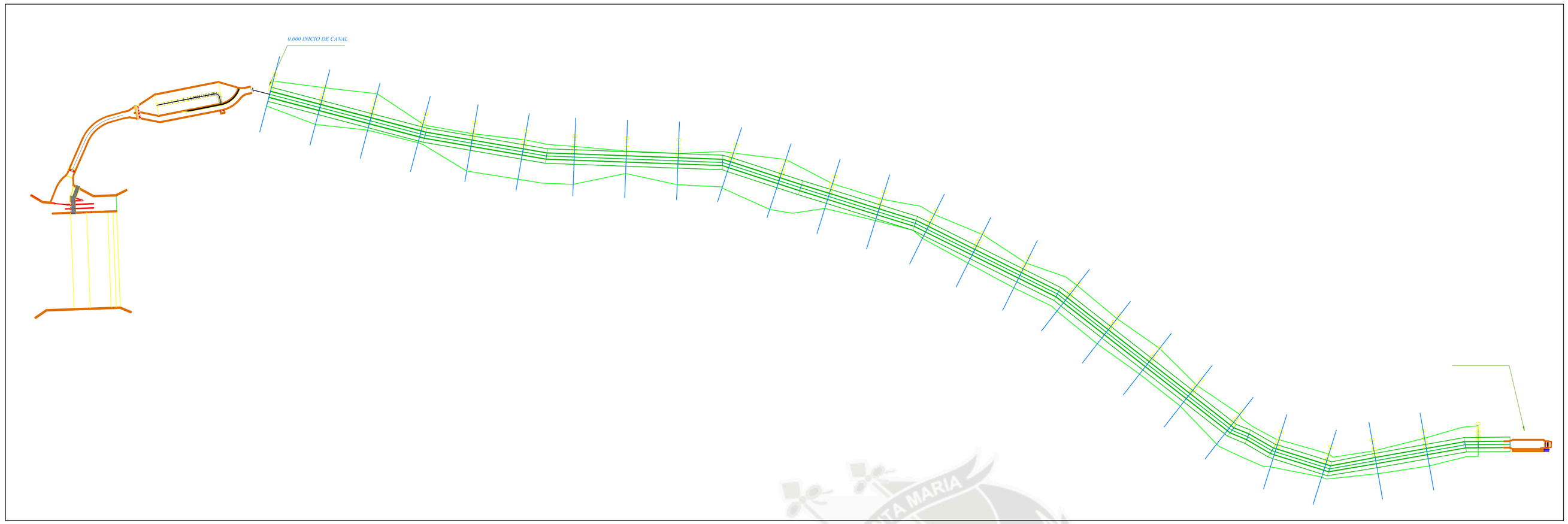
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: "PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"

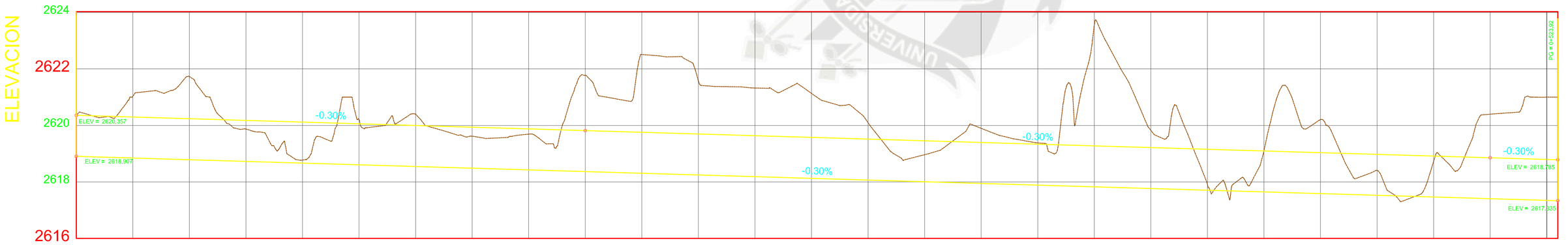
PLANO: CAMARA DE CARGA

LUGAR: TINCOC	DISEÑO: BACH. WALTER FUENTES CAVIDES		LAMINA N°: 6-1
DISTRITO: PACCARITAMBO			
PROVINCIA: PARURO			
DEPARTAMENTO: CUSCO	ESCALA: INDICADA	FECHA: MAYO - 2013	DIBUJO: WALFUCA



PLANTA CANAL

ESC: 1/1000



PENDIENTES	-0.30%																									
COTA TERRENO	2621.028	2621.728	2619.870	2618.775	2620.204	2620.401	2619.620	2619.692	2621.775	2622.511	2621.573	2621.325	2621.134	2620.097	2618.964	2619.898	2619.382	2623.544	2619.824	2617.910	2619.106	2620.211	2618.406	2618.728	2620.397	2621.000
COTA RASANTE	2618.847	2618.787	2618.727	2618.667	2618.607	2618.547	2618.487	2618.427	2618.367	2618.307	2618.247	2618.187	2618.127	2618.067	2618.007	2617.947	2617.887	2617.827	2617.767	2617.707	2617.647	2617.587	2617.527	2617.467	2617.407	2617.347
ALTURA DE CORTE	2.18	2.94	1.14	0.11	1.60	1.85	1.13	1.27	3.41	4.20	3.33	3.14	3.01	2.03	0.96	1.95	1.50	5.72	2.06	0.20	1.46	2.62	0.88	1.26	2.99	3.65
PROGRESIVA	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+240	0+260	0+280	0+300	0+320	0+340	0+360	0+380	0+400	0+420	0+440	0+460	0+480	0+500	0+520

PERFIL CANAL

ESC: 1/1000

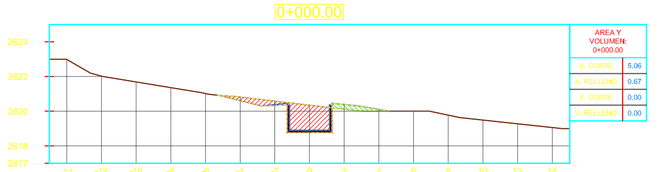
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

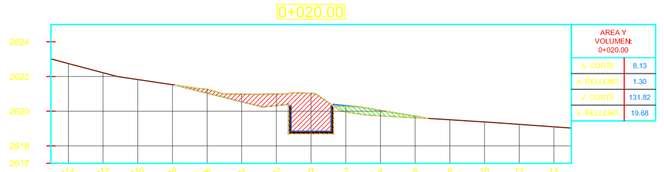
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

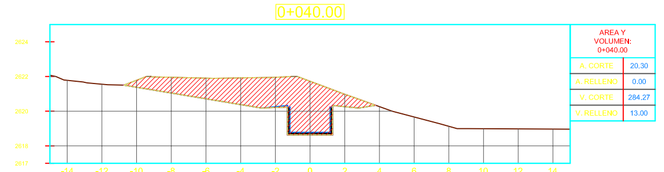
PROYECTO : "PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"

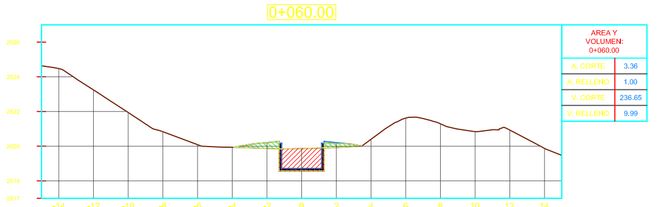
PLANO : CANAL DE ADUCCION

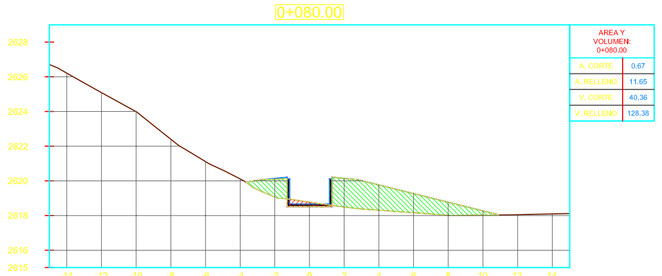
LUGAR : TINCOC	DISEÑO : BACH. WALTER FUENTES CAVIDES		LAMINA N° : 7-1
DISTRITO : PACCARITAMBO			
PROVINCIA : PARURO			
DEPARTAMENTO : CUSCO	ESCALA : 1/1000	FECHA : MAYO - 2013	DIBUJO : WALFUCA

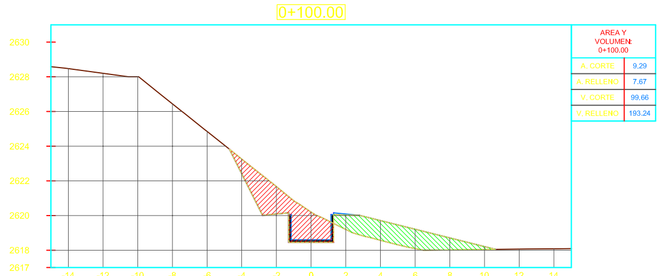


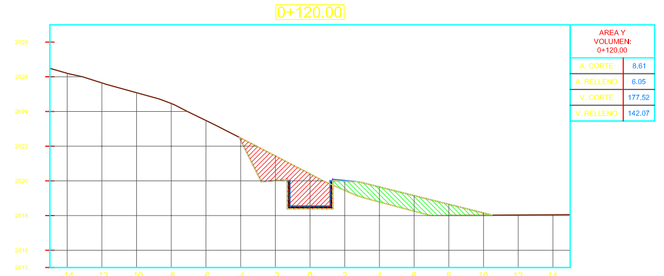


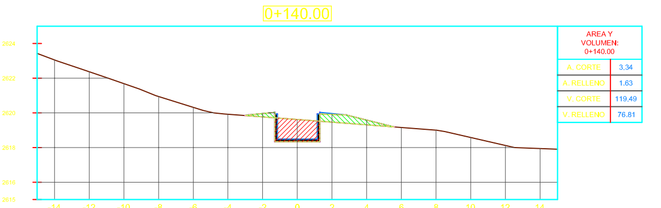


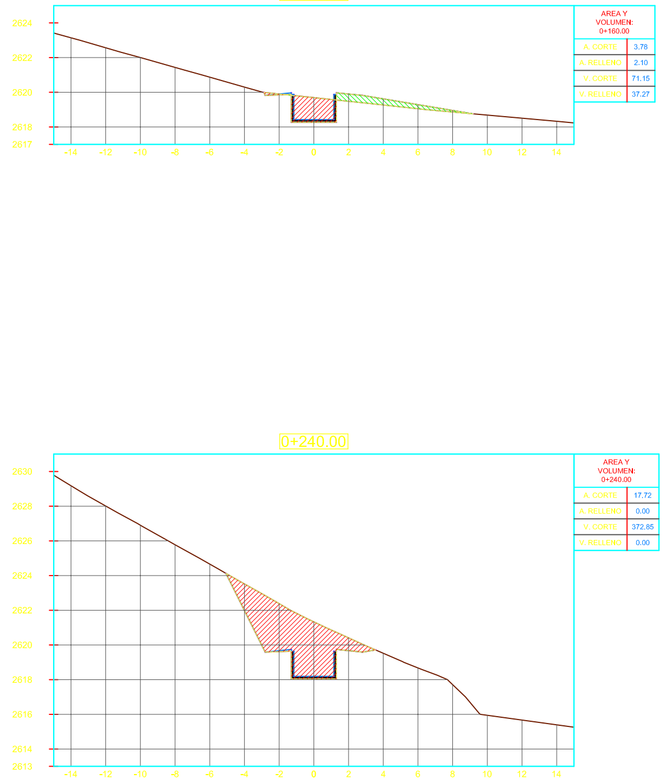


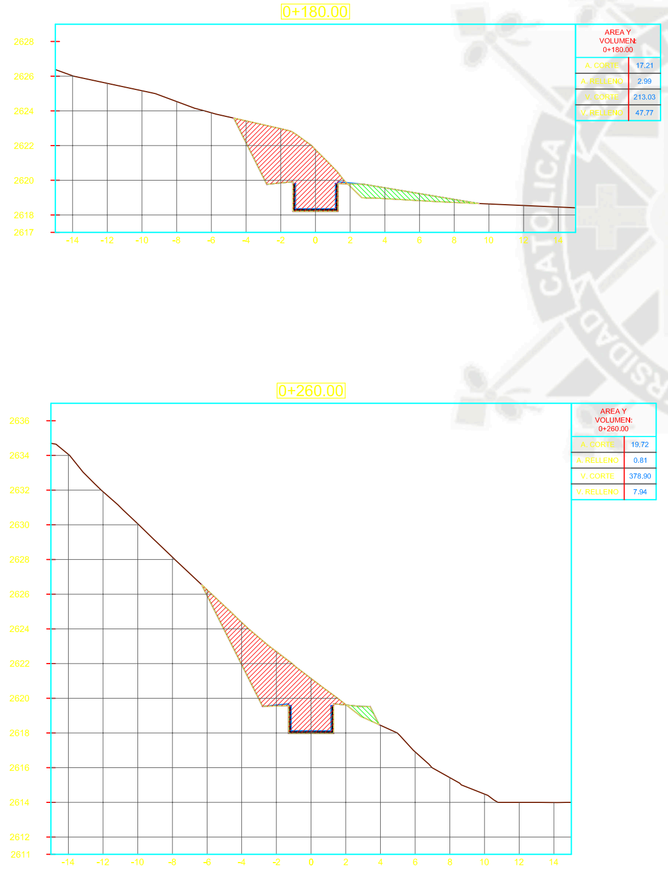


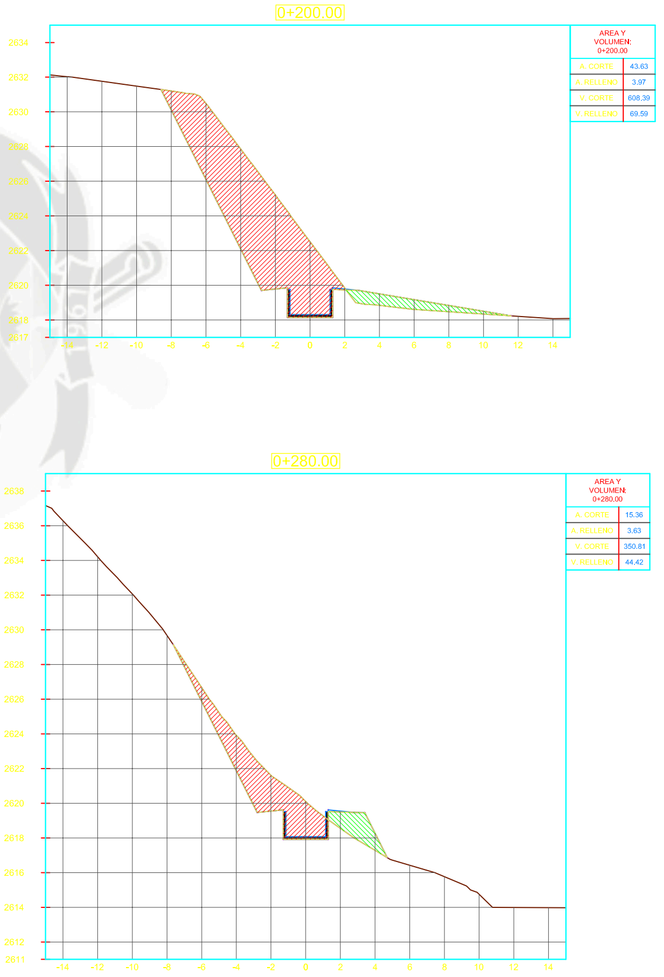












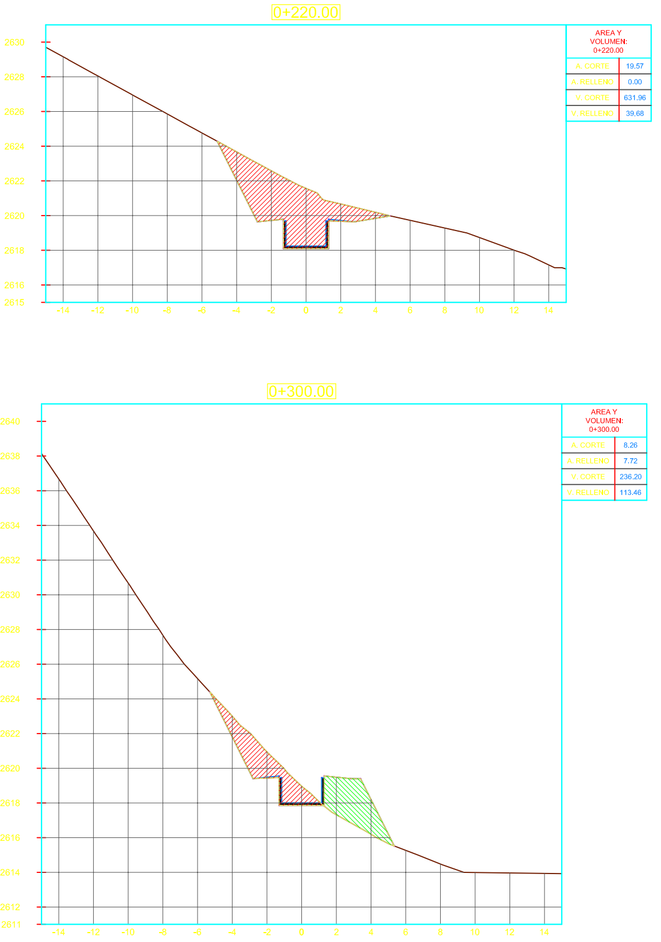


TABLA DE VOLUMENES = CANAL

ESTACION	A. DE RELLENO	A. DE CORTE	V. DE RELLENO	V. DE CORTE	V. ACUM. RELLENO	V. ACUM. CORTE
0+000.00	0.67	5.06	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.00	1.30	8.13	19.68	131.82	19.68	131.82
0+040.00	0.00	20.30	13.00	284.27	32.69	416.09
0+060.00	1.00	3.36	9.99	236.65	42.68	652.74
0+080.00	11.65	0.67	128.38	40.36	171.06	693.10
0+100.00	7.67	9.29	193.24	99.66	364.30	792.76
0+120.00	6.05	8.61	142.07	177.52	506.37	970.29
0+140.00	1.63	3.34	76.81	119.49	583.18	1089.78

TABLA DE VOLUMENES = CANAL

ESTACION	A. DE RELLENO	A. DE CORTE	V. DE RELLENO	V. DE CORTE	V. ACUM. RELLENO	V. ACUM. CORTE
0+160.00	2.10	3.78	37.27	71.15	620.45	1160.93
0+180.00	2.99	17.21	47.77	213.03	668.22	1373.96
0+200.00	3.97	43.63	69.59	608.39	737.81	1982.35
0+220.00	0.00	19.57	39.68	631.96	777.49	2614.31
0+240.00	0.00	17.72	0.00	372.85	777.49	2987.17
0+260.00	0.81	19.72	7.94	378.90	785.43	3366.07
0+280.00	3.63	15.36	44.42	350.81	829.85	3716.88
0+300.00	7.72	8.26	113.46	236.20	943.31	3953.08

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO : "PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"

PLANO : SECCIONES KM 0+000 - KM 0+300

LUGAR : TINCOC	DISEÑO : BACH. WALTER FUENTES CAVIDES		LAMINA N° : 7-2
DISTRITO : PACCARITAMBO			
PROVINCIA : PARURO			
DEPARTAMENTO : CUSCO	ESCALA : 1/250	FECHA : MAYO - 2013	DIBUJO : WALFUCA

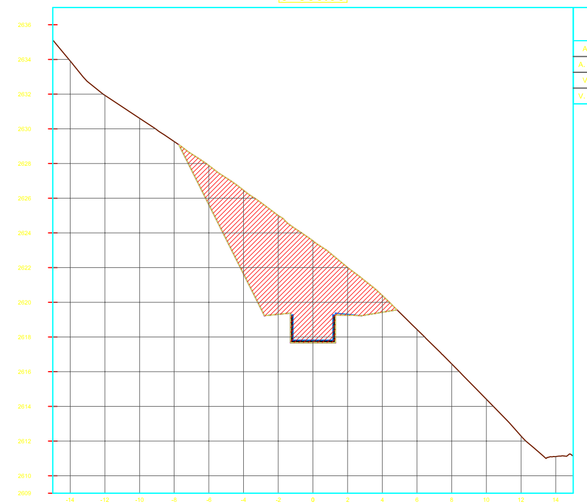
0+320.00

AREA Y VOLUMEN 0+320.00	
A. CORTE	17.84
A. RELLENO	6.85
V. CORTE	267.30
V. RELLENO	141.18

0+340.00

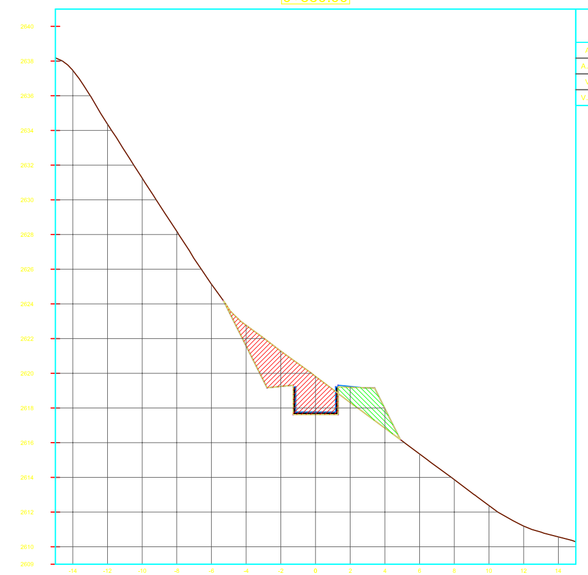
AREA Y VOLUMEN 0+340.00	
A. CORTE	15.20
A. RELLENO	9.65
V. CORTE	330.37
V. RELLENO	165.00

0+360.00



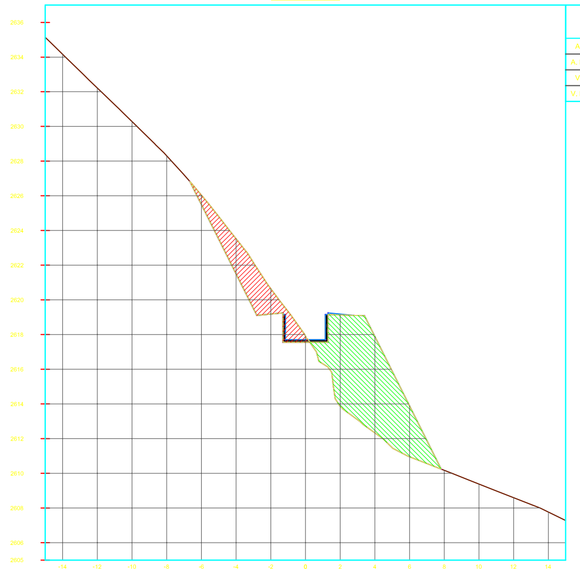
AREA Y VOLUMEN 0+360.00	
A. CORTE	46.02
A. RELLENO	0.00
V. CORTE	612.24
V. RELLENO	96.51

0+380.00



AREA Y VOLUMEN 0+380.00	
A. CORTE	11.86
A. RELLENO	3.74
V. CORTE	578.80
V. RELLENO	37.40

0+400.00

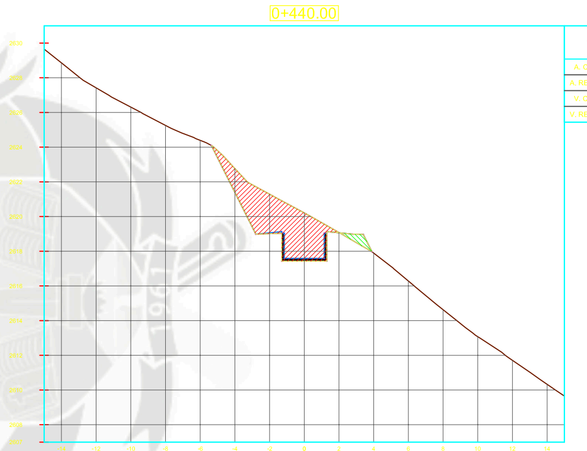


AREA Y VOLUMEN 0+400.00	
A. CORTE	9.73
A. RELLENO	26.84
V. CORTE	215.88
V. RELLENO	305.76

0+420.00

AREA Y VOLUMEN 0+420.00	
A. CORTE	9.06
A. RELLENO	9.40
V. CORTE	179.86
V. RELLENO	386.49

0+440.00



AREA Y VOLUMEN 0+440.00	
A. CORTE	14.16
A. RELLENO	0.64
V. CORTE	232.14
V. RELLENO	100.41

0+460.00

AREA Y VOLUMEN 0+460.00	
A. CORTE	4.52
A. RELLENO	6.65
V. CORTE	180.58
V. RELLENO	78.17

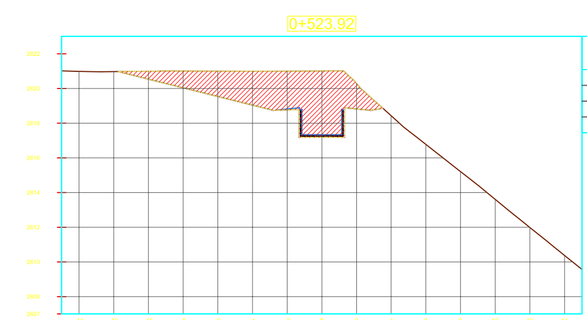
0+480.00

AREA Y VOLUMEN 0+480.00	
A. CORTE	10.16
A. RELLENO	6.84
V. CORTE	146.82
V. RELLENO	134.95

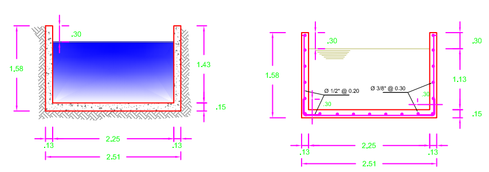
0+500.00

AREA Y VOLUMEN 0+500.00	
A. CORTE	23.19
A. RELLENO	2.11
V. CORTE	339.64
V. RELLENO	87.09

0+523.92



AREA Y VOLUMEN 0+523.92	
A. CORTE	25.85
A. RELLENO	0.00
V. CORTE	108.84
V. RELLENO	0.00



CORTE TRANSVERSAL CANAL

ESC.: 1/100

TABLA DE VOLUMENES = CANAL

ESTACION	A. DE RELLENO	A. DE CORTE	V. DE RELLENO	V. DE CORTE	V. ACUM. RELLENO	V. ACUM. CORTE
0+320.00	6.85	17.84	141.18	267.30	1084.49	4220.38
0+340.00	9.65	15.20	165.00	330.37	1249.49	4550.75
0+360.00	0.00	46.02	96.51	612.24	1345.99	5162.99
0+380.00	3.74	11.86	37.40	578.80	1383.39	5741.79
0+400.00	26.84	9.73	305.76	215.88	1689.15	5957.67
0+420.00	9.40	9.06	386.49	179.86	2075.64	6137.53

TABLA DE VOLUMENES = CANAL

ESTACION	A. DE RELLENO	A. DE CORTE	V. DE RELLENO	V. DE CORTE	V. ACUM. RELLENO	V. ACUM. CORTE
0+440.00	0.64	14.16	100.41	232.14	2176.05	6369.66
0+460.00	6.65	4.52	78.17	180.58	2254.22	6550.24
0+480.00	6.84	10.16	134.95	146.82	2389.17	6697.06
0+500.00	2.11	23.19	87.09	339.64	2476.26	7036.70
0+520.00	0.00	29.69	19.57	556.32	2495.83	7593.02
0+523.92	0.00	25.85	0.00	108.84	2495.83	7701.86

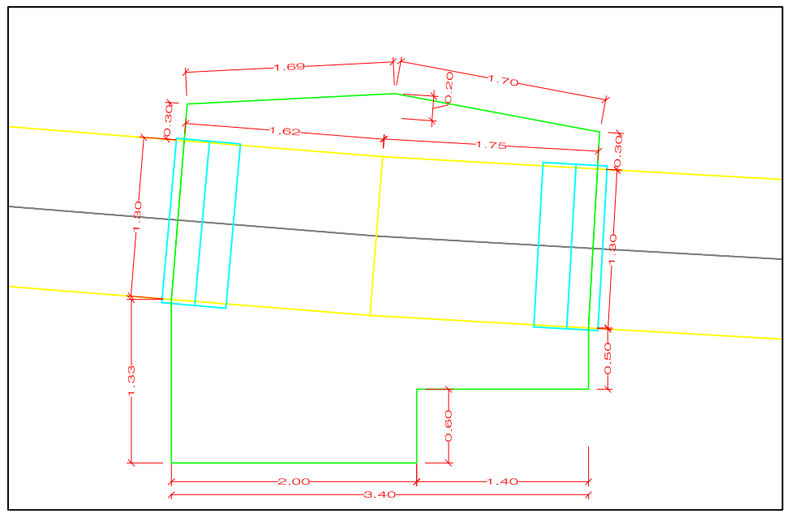
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO : "PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"

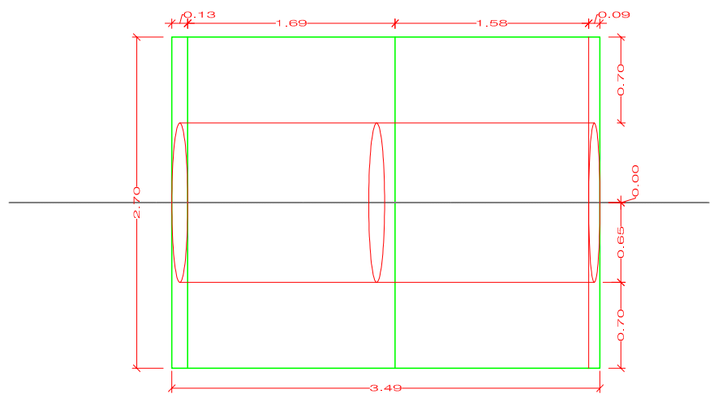
PLANO : SECCIONES / KM 0+300 - KM 0.523

LUGAR : TINCOC	DISEÑO : BACH. WALTER FUENTES CAVIDES		LAMINA N° : 7-3
DISTRITO : PACCARITAMBO			
PROVINCIA : PARURO			
DEPARTAMENTO : CUSCO	ESCALA : 1/250	FECHA : MAYO - 2013	DIBUJO : WALFUCA



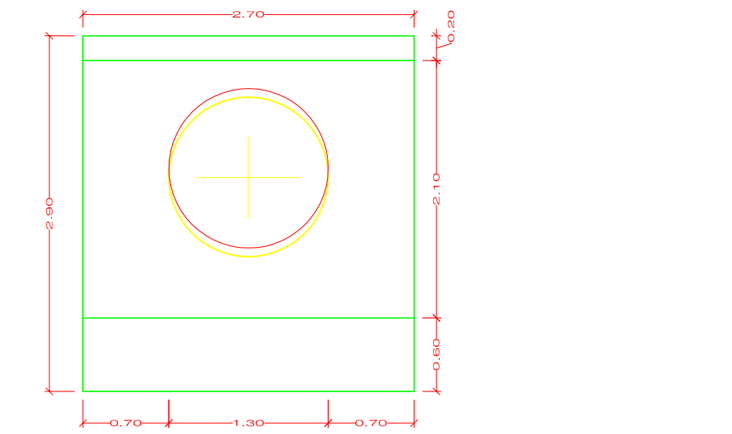
ALZADO LATERAL

Sección A-A' Anclaje A1,A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9. ESCALA: 1/50



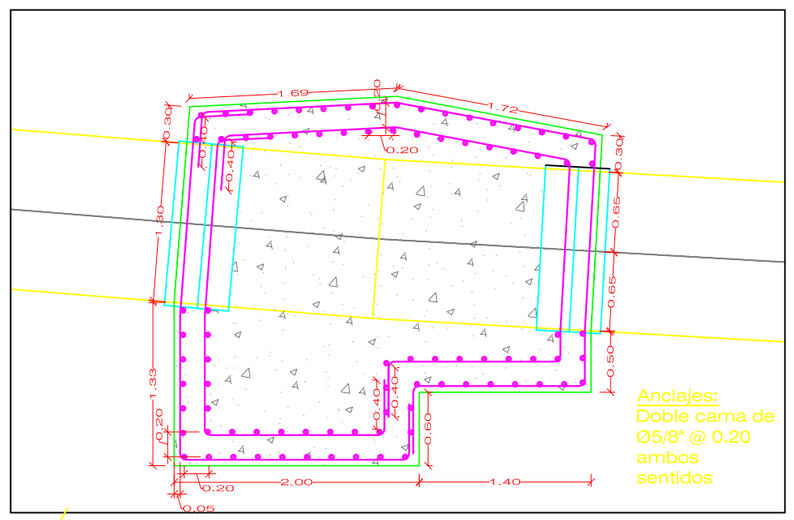
PLANTA

AnclajeS A1,A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9. ESCALA: 1/50



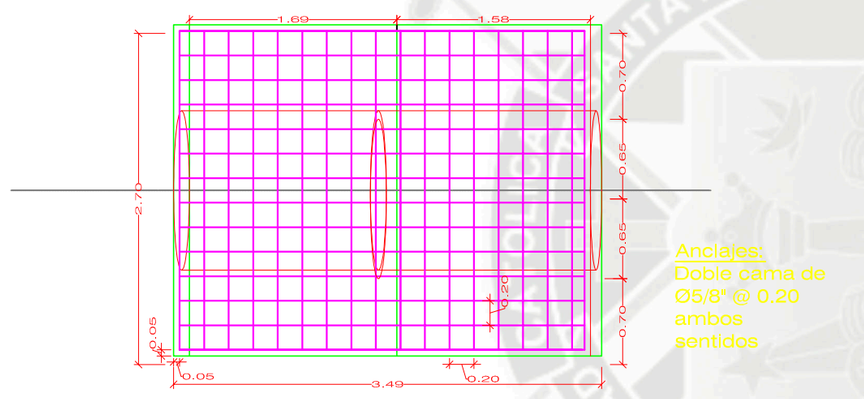
ALZADO FRONTAL

Anclaje A1,A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9. ESCALA: 1/50



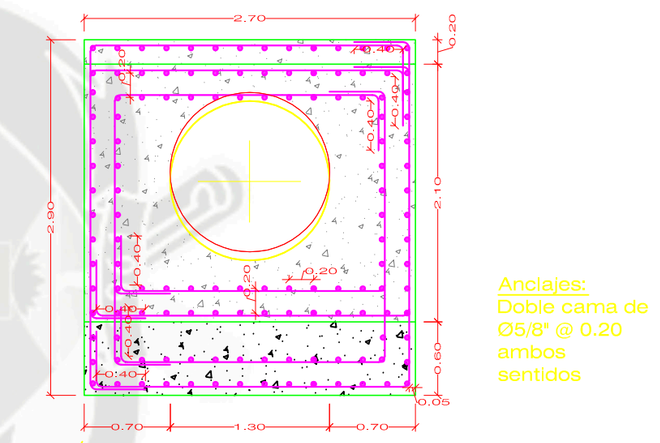
ARMADO REFUERZO LATERAL

Sección B-B' Anclaje A1,A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9. ESCALA: 1/50



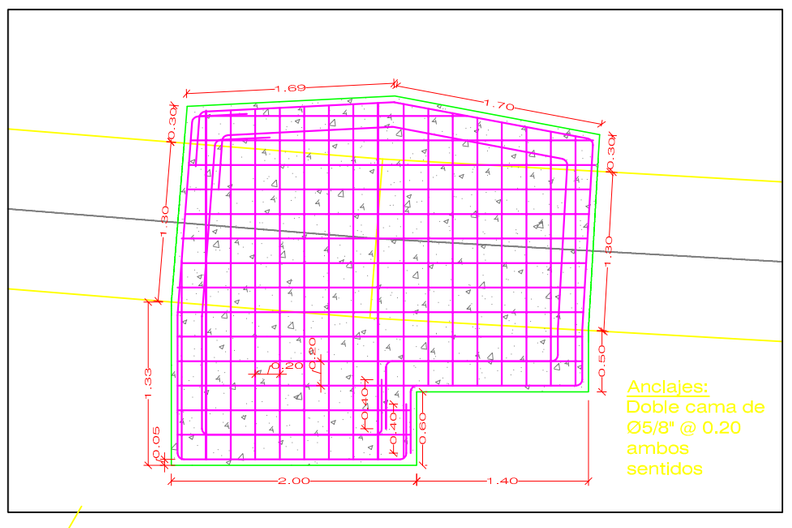
ARMADO REFUERZO PLANTA

Anclaje A1,A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9. ESCALA: 1/50



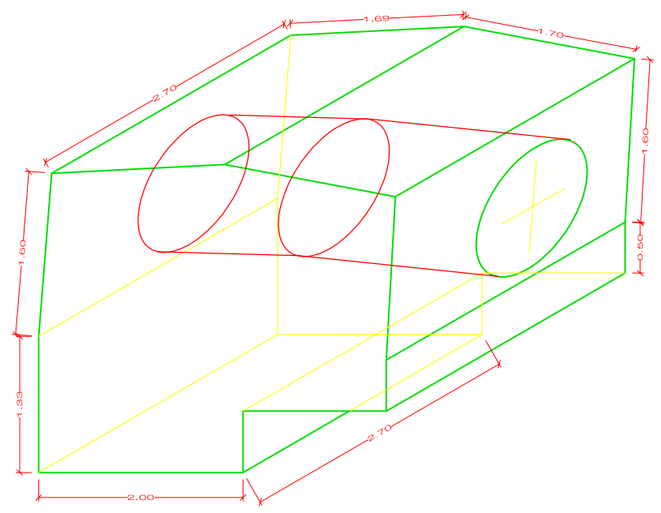
ARMADO FRONTAL

Anclaje A1,A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9. ESCALA: 1/50



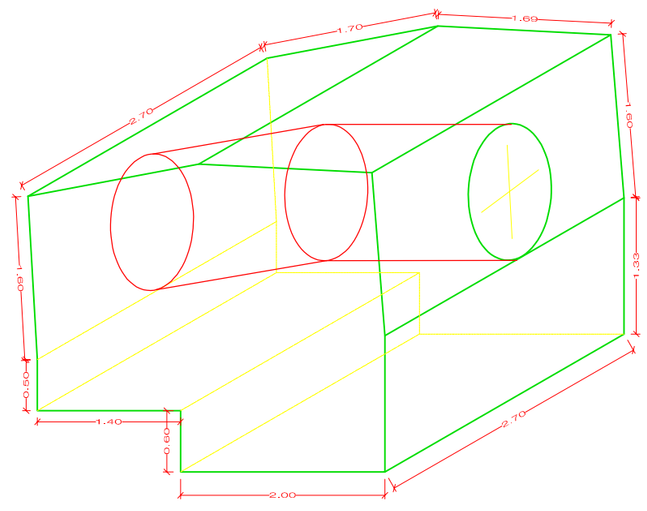
ARMADO REFUERZO LATERAL

Sección B-B' Anclaje A1,A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9. ESCALA: 1/50



ISOMETRICO 1

ANCLAJE A1,A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9. ESCALA: 1/60



ISOMETRICO 2

ANCLAJE A1,A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9. ESCALA: 1/60

ESPECIFICACIONES TECNICAS:

CONCRETO REFORZADO.

Refuerzos

El contratista suministrará, colocará y armará todas las barras de refuerzo, estribos y otros tipos de refuerzos de los elementos estructurales según se indica en los planos respectivos.

El acero de refuerzo será nuevo y se ajustará a las normas contenidas en ASTM-A-615, de una resistencia igual a la indicada en los planos. El alambre de amarre será de hierro recocido de primera calidad y diámetro de 1.5 milímetros como mínimo. Los soportes de las barras, tacos, silletas, espaciadores, y suspensores serán de calidad y resistencia adecuadas, con el tamaño requerido para soportar el refuerzo.

El refuerzo se colocará según lo indiquen los planos estructurales y deberá estar libre de corrosión, grasa, tierra u otra materia que comprometa su adherencia. Todas las barras irán apoyadas y atadas para asegurar su posición en el proceso de vertido de concreto.

En caso de cimentación, se apoyarán en tacos de concreto de calidad similar al concreto a vertir. En el caso de vigas, viguetas y losas; se apoyarán en silletas de alambre de acero estirado, según requerimientos de la ASEW, de calibre y dimensiones establecidas en la tabla II "Manual Standard Practice Concrete Reforcing Steel Institute (CRSI).

Cuando se usen soportes de alambre en líneas continuas deberán colocarse, evitando que se traslapen sus terminales con los elementos vecinos. Ninguna barra se colocará a mas de 2 pulgadas de la última pata del soporte final de una línea continua.

Deberá evitarse empalmar varillas de refuerzos en lugares de máximo esfuerzo, pudiendo emplearse soldadura en los empalmes, siempre que cumplan con lo especificado en las normas de Recommended Practice for Welding Reforcing Steel, Metal Insets and Conections in Reforcing Concrete Construction.

Los empalmes pueden ser traslapados siempre que cumplan con las longitudes especificadas en el ACI 318 y nunca menores de 0.30 metros y sin traslaparse en la misma sección transversal de un elemento, mas de la mitad de las barras, debiendo separarse un mínimo de 40 diámetros de la barra. No se permitirán dobleces bruscos en extremos de barras traslapadas.

Los recubrimientos mínimos serán: 5 centímetros, siempre que no se especifique otra cosa en los planos.

Los dobleces de las barras se harán en frío y antes de colocarlas dentro de la formaleta. No se doblarán barras parcialmente fundidas dentro del concreto. Los dobleces para estribos se harán alrededor de un perno de doblar, con el doble del diámetro de la barra a doblar como mínimo.

Los ganchos se emplearán únicamente en los extremos de los estribos con dobleces en ángulo de 135 grados una extensión de 6 diámetros de la barra del estribo y no menor de 7 centímetros.

El doblez para diámetros menores de 1 pulgada y mayores de 1/4 de pulgada, se efectuará alrededor de un perno de doblar cuyo diámetro será no menor de 5 veces el diámetro de la barra. No se permitirá el reenderezado de las varillas.

Fundiciones.

El vertido del concreto se realizará a un ritmo que garantiza la plasticidad del concreto, para que se introduzca en todos los vacíos y ángulos de la formaleta, sin que se produzca segregación de los agregados. El vertido deberá ser continuo, evitando las mezclas de concreto fraguado anteriormente con concreto fresco. No se permitirá el vertido de concreto endurecido parcialmente, rebatido ó contaminado con materias extrañas. El vertido deberá ser regulado para permitir su compactación, asegurando la estabilidad del encofrado y la fijeza de los refuerzos. No deberán depositarse grandes cantidades de concreto para distribuirlo en la formaleta posteriormente. Deberá ser compactado con herramientas adecuadas ó vibradores, evitando la formación de ratoneras ó segregación. Al quitar la formaleta deben quedar superficies lisas y uniformes en textura y color sin porosidades.

El concreto debe consolidarse con vibradores mecánicos y herramientas aprobadas por el Supervisor, dentro de los siguientes 20 minutos a su vertido. Deberá proveerse de 1 vibrador por cada 15 metros cúbicos por hora de fundición. Debe evitarse vibrar sobre el refuerzo ó sobre concreto parcialmente endurecido.

Todo el concreto se vertirá tan pronto como este listo sin sobre pasar 30 minutos a partir del mezclado. Si se requiere de bombeo, el equipo deberá garantizar la consistencia y calidad especificada. Al transportarlo la caída libre vertical no deberá exceder de 1 metro; cuando se emplee canaleta deberá usarse una tolva para depositar el concreto.

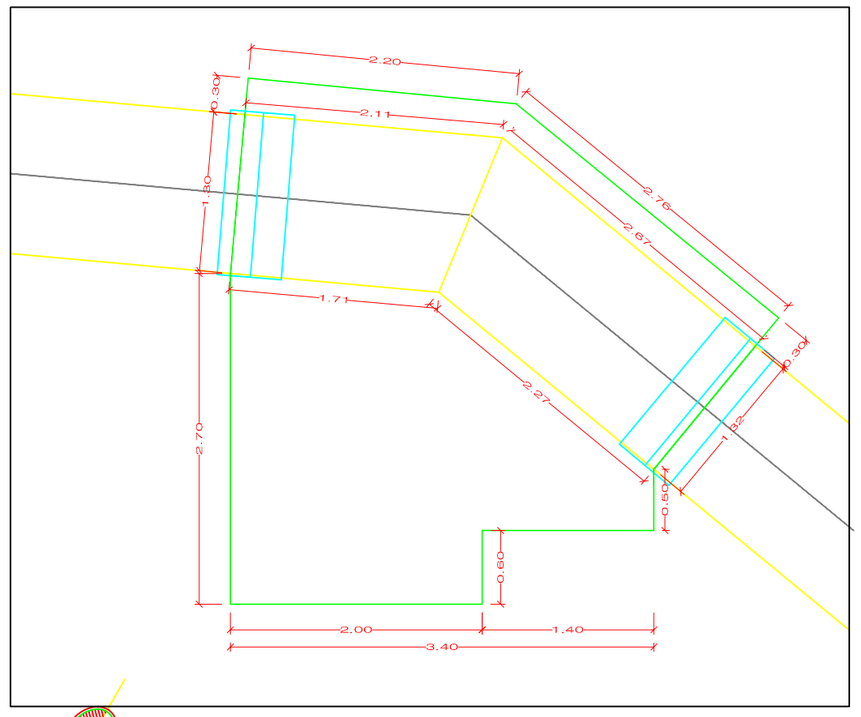
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: "PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"

PLANO: ANCLAJE A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9

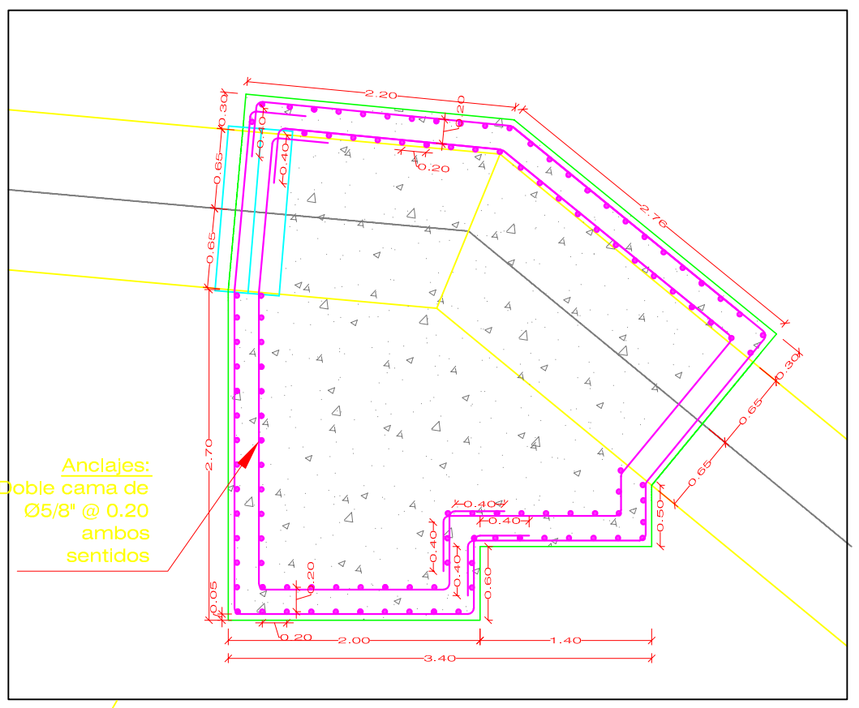
LUGAR: TINCOC	DISEÑO: BACH. WALTER FUENTES CAVIDES		LAMINA N°: 8-1
DISTRITO: PACCARITAMBO			
PROVINCIA: PARURO			
DEPARTAMENTO: CUSCO	ESCALA: INDICADA	FECHA: MAYO - 2013	DIBUJO: WALFUCA



ALZADO LATERAL

Sección A-A' Anclaje A10

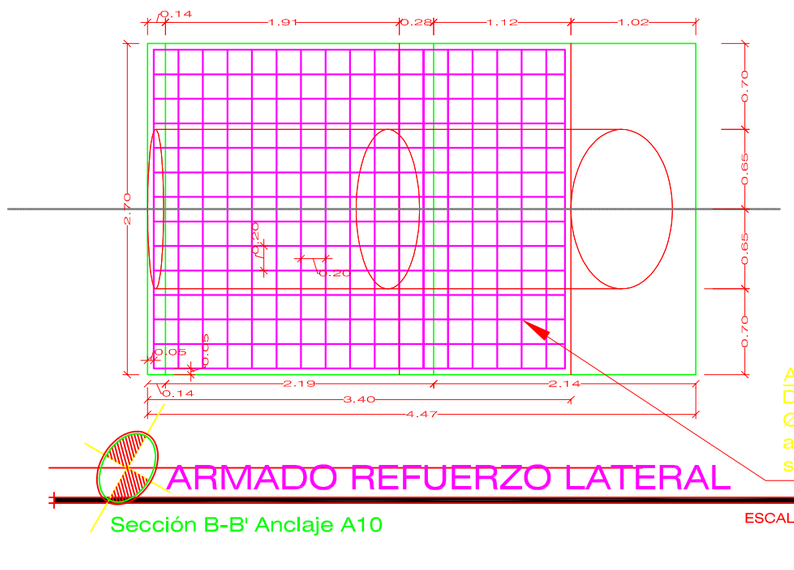
ESCALA: 1/50



ARMADO REFUERZO LATERAL

Sección B-B' Anclaje A10

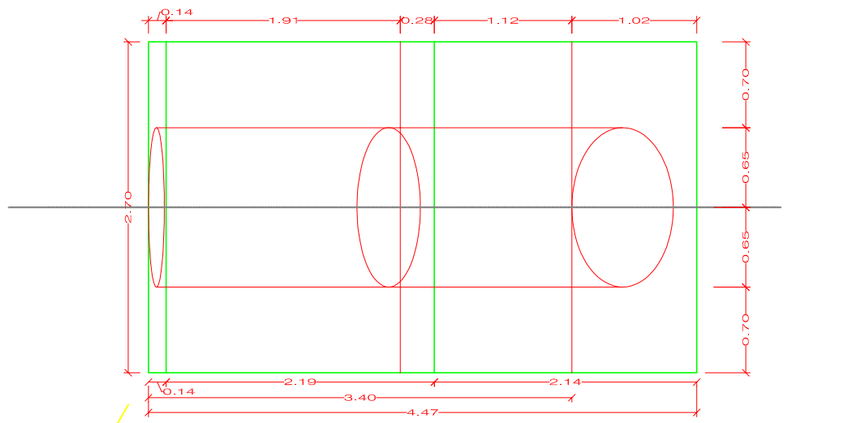
ESCALA: 1/50



ARMADO REFUERZO LATERAL

Sección B-B' Anclaje A10

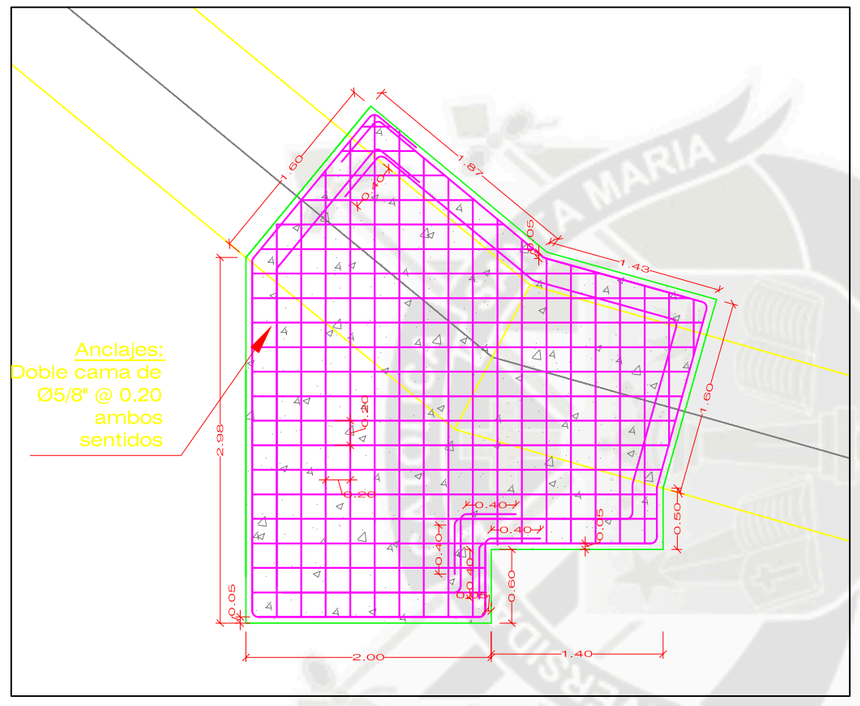
ESCALA: 1/50



PLANTA

Anclaje A10

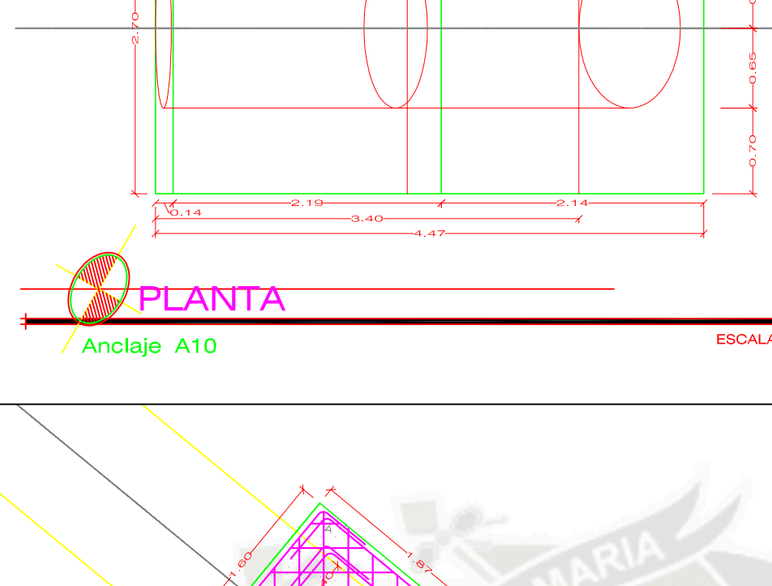
ESCALA: 1/50



ARMADO REFUERZO PLANTA

Sección B-B' Anclaje A10

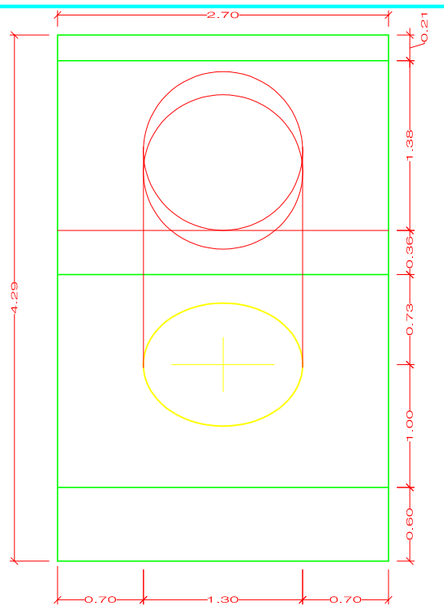
ESCALA: 1/50



ISOMETRICO 1

ANCLAJE A10

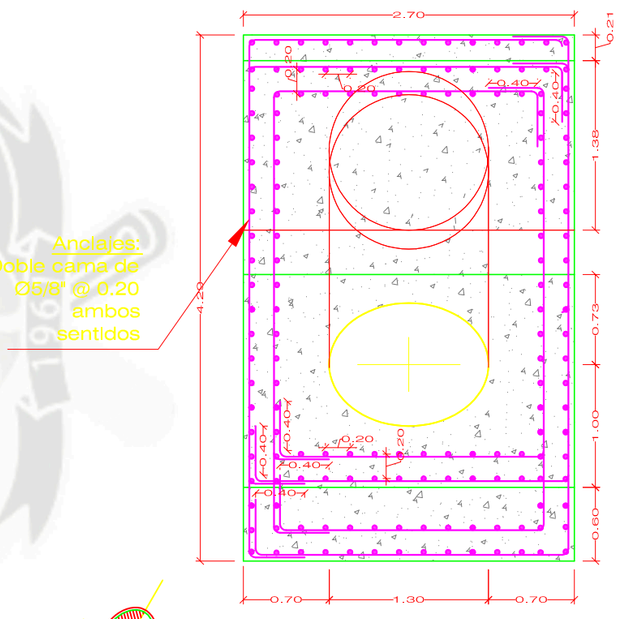
ESCALA: 1/60



ALZADO FRONTAL

Anclaje A10

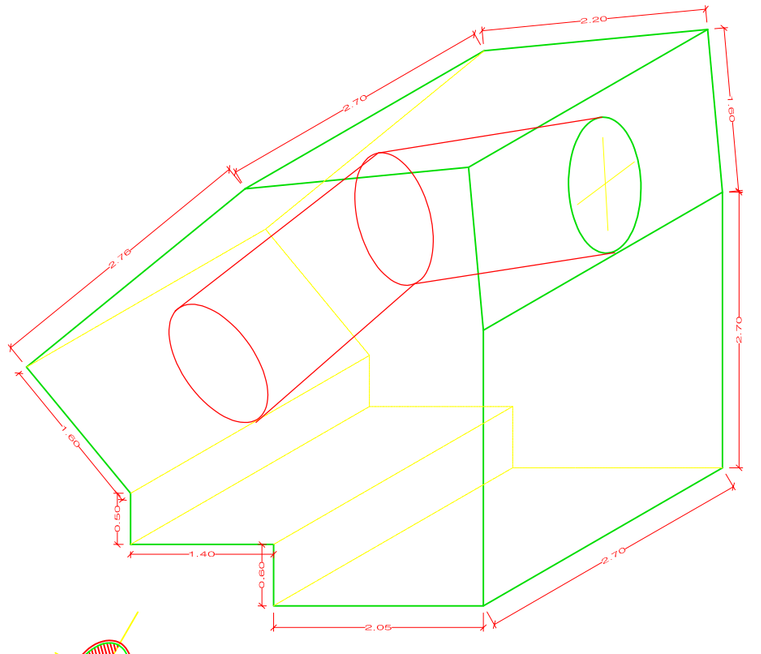
ESCALA: 1/50



ARMADO FRONTAL

Anclaje A10

ESCALA: 1/50



ISOMETRICO 2

ANCLAJE A10

ESCALA: 1/60

ESPECIFICACIONES TECNICAS:

CONCRETO REFORZADO.

Refuerzos

El contratista suministrará, colocará y armará todas las barras de refuerzo, estribos y otros tipos de refuerzos de los elementos estructurales según se indica en los planos respectivos.

El acero de refuerzo será nuevo y se ajustará a las normas contenidas en ASTM-A-615, de una resistencia igual a la indicada en los planos. El alambre de amarre será de hierro recocido de primera calidad y diámetro de 1.5 milímetros como mínimo. Los soportes de las barras, tacos, silletas, espaciadores, y suspensores serán de calidad y resistencia adecuadas, con el tamaño requerido para soportar el refuerzo.

El refuerzo se colocará según lo indiquen los planos estructurales y deberá estar libre de corrosión, grasa, tierra u otra materia que comprometa su adherencia. Todas las barras irán apoyadas y atadas para asegurar su posición en el proceso de vertido de concreto.

En caso de cimentación, se apoyarán en tacos de concreto de calidad similar al concreto a vertir. En el caso de vigas, viguetas y losas; se apoyarán en silletas de alambre de acero estirado, según requerimientos de la ASEW, de calibre y dimensiones establecidas en la tabla II "Manual Standard Practice Concrete Reforcing Steel Institute (CRSI).

Cuando se usen soportes de alambre en líneas continuas deberán colocarse, evitando que se traslapen sus terminales con los elementos vecinos. Ninguna barra se colocará a mas de 2 pulgadas de la última pata del soporte final de una línea continua.

Deberá evitarse empalmar varillas de refuerzos en lugares de máximo esfuerzo, pudiendo emplearse soldadura en los empalmes, siempre que cumplan con lo especificado en las normas de Recommended Practice for Welding Reforcing Steel, Metal Insets and Conections in Reforcing Concrete Construction.

Los empalmes pueden ser traslapados siempre que cumplan con las longitudes especificadas en el ACI 318 y nunca menores de 0.30 metros y sin traslaparse en la misma sección transversal de un elemento, mas de la mitad de las barras, debiendo separarse un mínimo de 40 diámetros de la barra. No se permitirán dobleces bruscos en extremos de barras traslapadas.

Los recubrimientos mínimos serán: 5 centímetros, siempre que no se especifique otra cosa en los planos.

Los dobleces de las barras se harán en frío y antes de colocarlas dentro de la formaleta. No se doblarán barras parcialmente fundidas dentro del concreto. Los dobleces para estribos se harán alrededor de un perno de doblar, con el doble del diámetro de la barra a doblar como mínimo.

Los ganchos se emplearán únicamente en los extremos de los estribos con dobleces en ángulo de 135 grados una extensión de 6 diámetros de la barra del estribo y no menor de 7 centímetros.

El doblez para diámetros menores de 1 pulgada y mayores de 1/4 de pulgada, se efectuará alrededor de un perno de doblar cuyo diámetro será no menor de 5 veces el diámetro de la barra. No se permitirá el reenderezado de las varillas.

Fundiciones.

El vertido del concreto se realizará a un ritmo que garantiza la plasticidad del concreto, para que se introduzca en todos los vacíos y ángulos de la formaleta, sin que se produzca segregación de los agregados. El vertido deberá ser continuo, evitando las mezclas de concreto fraguado anteriormente con concreto fresco. No se permitirá el vertido de concreto endurecido parcialmente, rebatido ó contaminado con materias extrañas. El vertido deberá ser regulado para permitir su compactación, asegurando la estabilidad del encofrado y la fijeza de los refuerzos. No deberán depositarse grandes cantidades de concreto para distribuirlo en la formaleta posteriormente. Deberá ser compactado con herramientas adecuadas ó vibradores, evitando la formación de ratoneras ó segregación. Al quitar la formaleta deben quedar superficies lisas y uniformes en textura y color sin porosidades.

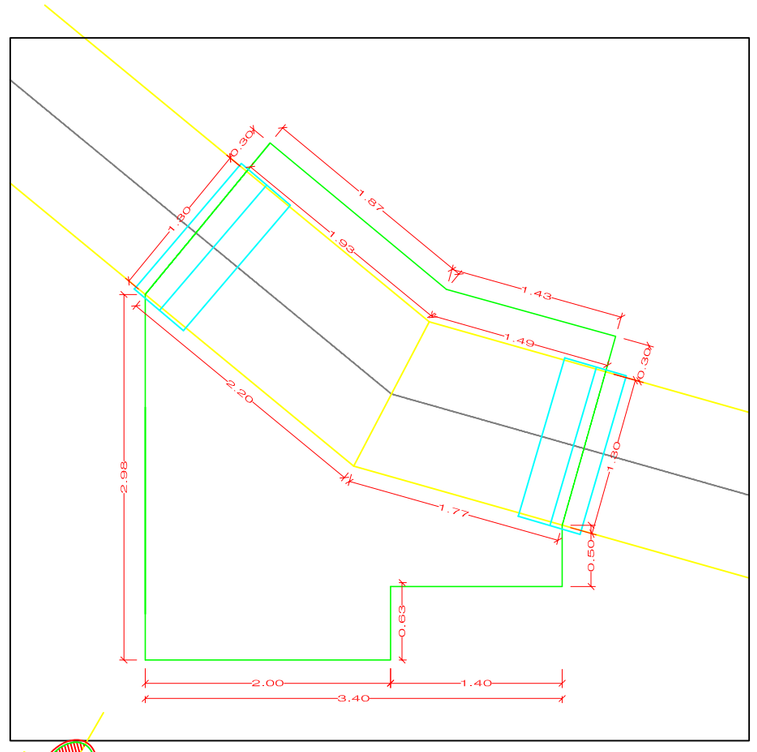
El concreto debe consolidarse con vibradores mecánicos y herramientas aprobadas por el Supervisor, dentro de los siguientes 20 minutos a su vertido. Deberá proveerse de 1 vibrador por cada 15 metros cúbicos por hora de fundición. Debe evitarse vibrar sobre el refuerzo ó sobre concreto parcialmente endurecido.

Todo el concreto se vertirá tan pronto como este llsto sln sobre pasar 30 minutos a partir del mezclado. Si se requiere de bombeo, el equipo deberá garantizar la consistencia y calidad especificada. Al transportarlo la caída libre vertical no deberá exceder de 1 metro; cuando se emplee canaleta deberá usarse una tolva para depositar el concreto.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

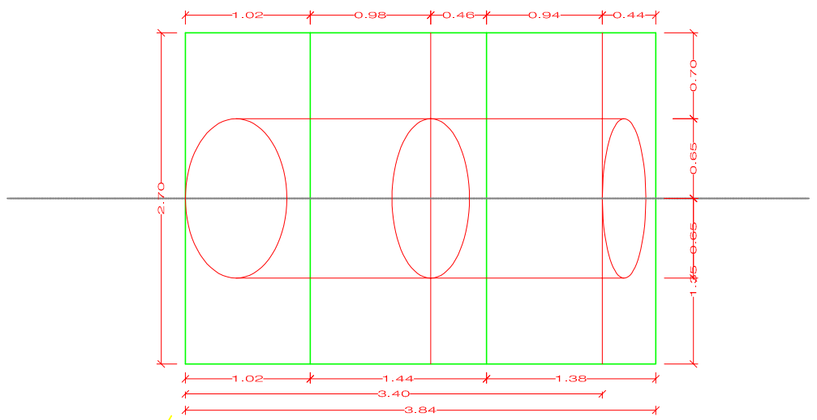
PROYECTO:	"PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"
PLANO:	ANCLAJE A10
LUGAR:	TINCOC
DISTRITO:	PACCARITAMBO
PROVINCIA:	PARURO
DEPARTAMENTO:	CUSCO
DISEÑO:	BACH. WALTER FUENTES CAVIDES
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	MAYO - 2013
LAMINA Nº:	8-2
DIBUJO:	WALFUCA



ALZADO LATERAL

Sección A-A' Anclaje A11

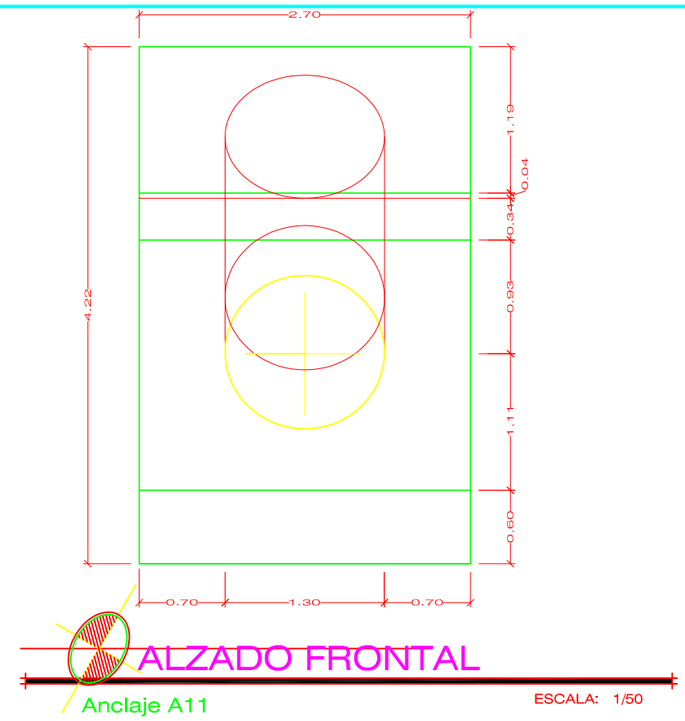
ESCALA: 1/50



PLANTA

Anclaje A11

ESCALA: 1/50



ALZADO FRONTAL

Anclaje A11

ESCALA: 1/50

ESPECIFICACIONES TECNICAS:

CONCRETO REFORZADO.

Refuerzos

El contratista suministrará, colocará y armará todas las barras de refuerzo, estribos y otros tipos de refuerzos de los elementos estructurales según se indica en los planos respectivos.

El acero de refuerzo será nuevo y se ajustará a las normas contenidas en ASTM-A-615, de una resistencia igual a la indicada en los planos. El alambre de amarre será de hierro recocido de primera calidad y diámetro de 1.5 milímetros como mínimo. Los soportes de las barras, tacos, silletas, espaciadores, y suspensores serán de calidad y resistencia adecuadas, con el tamaño requerido para soportar el refuerzo.

El refuerzo se colocará según lo indiquen los planos estructurales y deberá estar libre de corrosión, grasa, tierra u otra materia que comprometa su adherencia. Todas las barras irán apoyadas y atadas para asegurar su posición en el proceso de vertido de concreto.

En caso de cimentación, se apoyarán en tacos de concreto de calidad similar al concreto a vertir. En el caso de vigas, viguetas y losas; se apoyarán en silletas de alambre de acero estirado, según requerimientos de la ASEW, de calibre y dimensiones establecidas en la tabla II "Manual Standard Practice Concrete Reforcing Steel Institute (CRSI).

Cuando se usen soportes de alambre en líneas continuas deberán colocarse, evitando que se traslapen sus terminales con los elementos vecinos. Ninguna barra se colocará a mas de 2 pulgadas de la última pata del soporte final de una línea continua.

Deberá evitarse empalmar varillas de refuerzos en lugares de máximo esfuerzo, pudiendo emplearse soldadura en los empalmes, siempre que cumplan con lo especificado en las normas de Recommended Practice for Welding Reforcing Steel, Metal Insets and Conections in Reforcing Concrete Construction.

Los empalmes pueden ser traslapados siempre que cumplan con las longitudes especificadas en el ACI 318 y nunca menores de 0.30 metros y sin traslaparse en la misma sección transversal de un elemento, mas de la mitad de las barras, debiendo separarse un mínimo de 40 diámetros de la barra. No se permitirán dobleces bruscos en extremos de barras traslapadas.

Los recubrimientos mínimos serán: 5 centímetros, siempre que no se especifique otra cosa en los planos.

Los dobleces de las barras se harán en frío y antes de colocarlas dentro de la formaleta. No se doblarán barras parcialmente fundidas dentro del concreto. Los dobleces para estribos se harán alrededor de un perno de doblar, con el doble del diámetro de la barra a doblar como mínimo.

Los ganchos se emplearán únicamente en los extremos de los estribos con dobleces en ángulo de 135 grados una extensión de 6 diámetros de la barra del estribo y no menor de 7 centímetros.

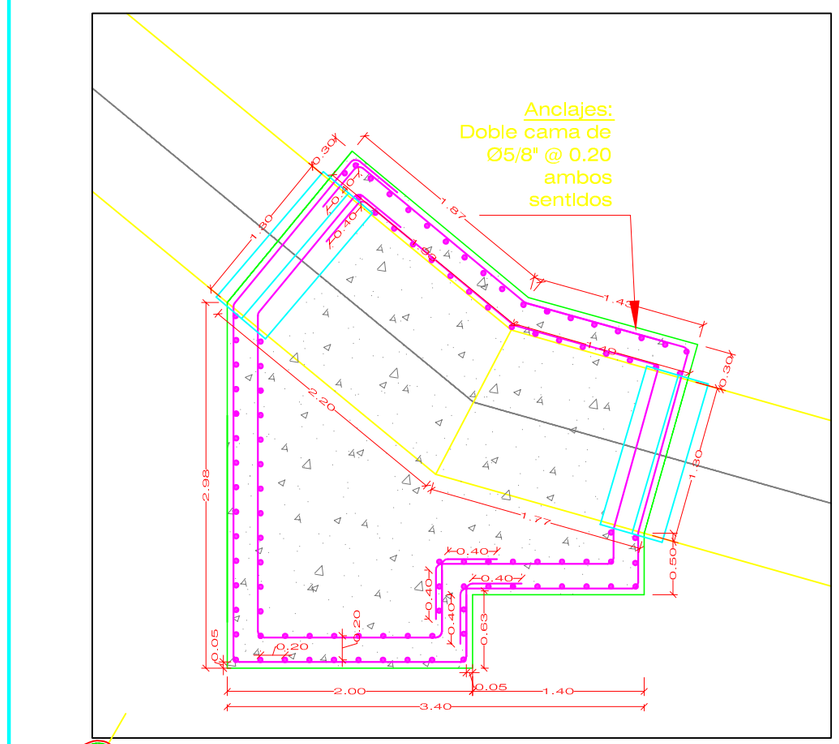
El doblez para diámetros menores de 1 pulgada y mayores de 1/4 de pulgada, se efectuará alrededor de un perno de doblar cuyo diámetro será no menor de 5 veces el diámetro de la barra. No se permitirá el reenderezado de las varillas.

Fundiciones.

El vertido del concreto se realizará a un ritmo que garantiza la plasticidad del concreto, para que se Introduzca en todos los vacíos y ángulos de la formaleta, sin que se produzca segregación de los agregados. El vertido deberá ser continuo, evitando las mezclas de concreto fraguado anteriormente con concreto fresco. No se permitirá el vertido de concreto endurecido parcialmente, rebatido ó contaminado con materias extrañas. El vertido deberá ser regulado para permitir su compactación, asegurando la estabilidad del encofrado y la fijeza de los refuerzos. No deberán depositarse grandes cantidades de concreto para distribuirlo en la formaleta posteriormente. Deberá ser compactado con herramientas adecuadas ó vibradores, evitando la formación de ratoneras ó segregación. Al quitar la formaleta deben quedar superficies lisas y uniformes en textura y color sin porosidades.

El concreto debe consolidarse con vibradores mecánicos y herramientas aprobadas por el Supervisor, dentro de los siguientes 20 minutos a su vertido. Deberá proveerse de 1 vibrador por cada 15 metros cúbicos por hora de fundición. Debe evitarse vibrar sobre el refuerzo ó sobre concreto parcialmente endurecido.

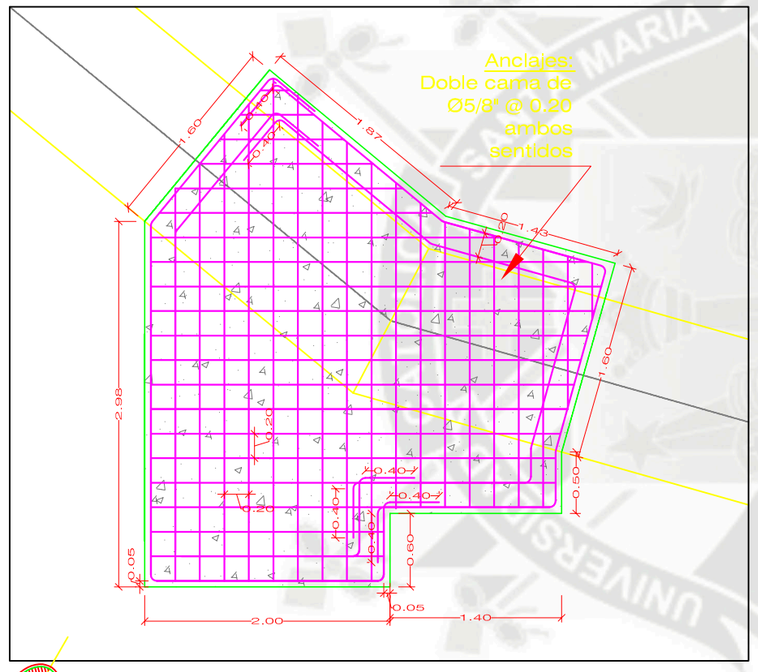
Todo el concreto se vertirá tan pronto como este listo sin sobre pasar 30 minutos a partir del mezclado. Si se requiere de bombeo, el equipo deberá garantizar la consistencia y calidad especificada. Al transportarlo la caída libre vertical no deberá exceder de 1 metro; cuando se emplee canaleta deberá usarse una tolva para depositar el concreto.



ARMADO REFUERZO LATERAL

Sección B-B' Anclaje A11

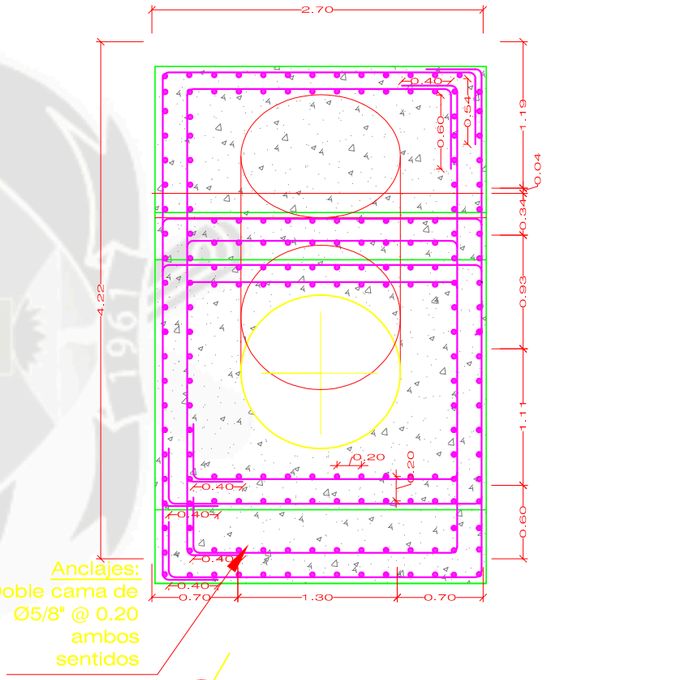
ESCALA: 1/50



ARMADO REFUERZO PLANTA

Sección B-B' Anclaje A11

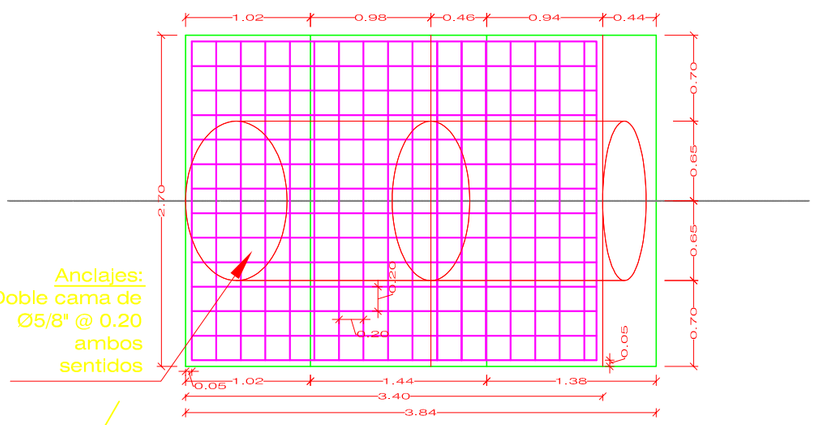
ESCALA: 1/50



ARMADO FRONTAL

Anclaje A11

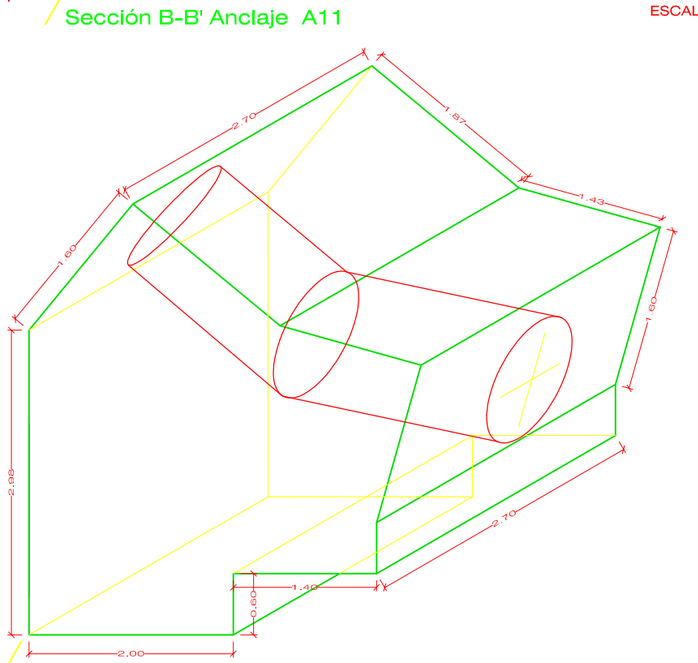
ESCALA: 1/50



ARMADO REFUERZO LATERAL

Sección B-B' Anclaje A11

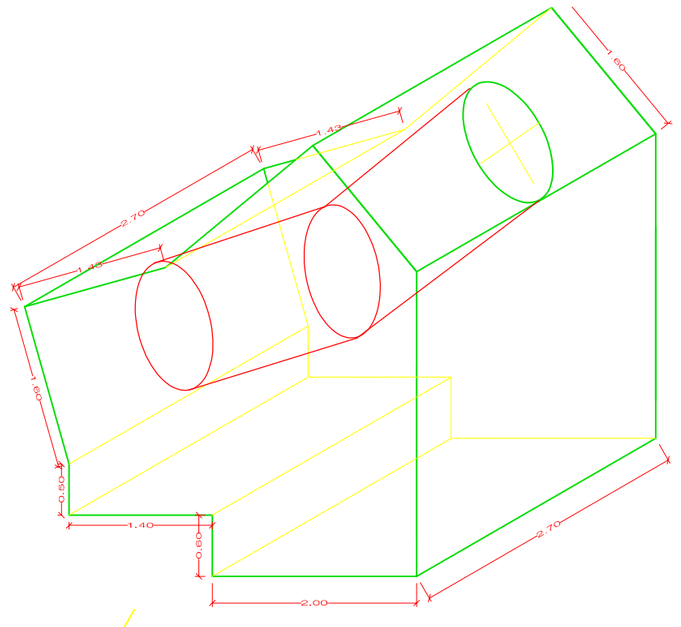
ESCALA: 1/50



ISOMETRICO 1

ANCLAJE A11

ESCALA: 1/60



ISOMETRICO 2

ANCLAJE A11

ESCALA: 1/60

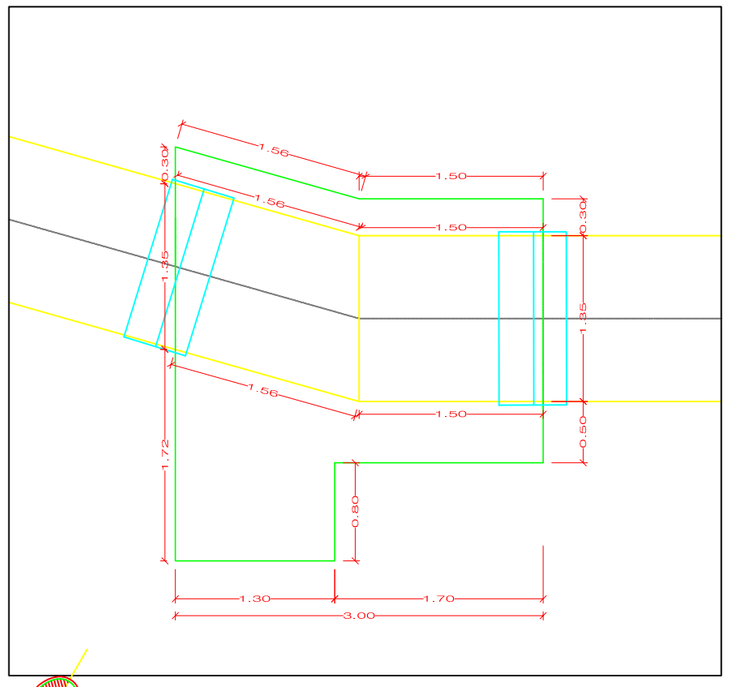
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: "PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"

PLANO: ANCLAJE A11

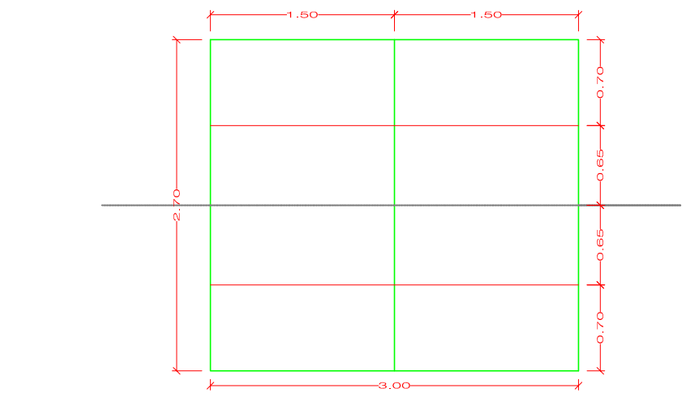
LUGAR: TINCOC	DISEÑO: BACH. WALTER FUENTES CAVIDES		LAMINA N°: 8-3
DISTRITO: PACCARITAMBO			
PROVINCIA: PARURO			
DEPARTAMENTO: CUSCO	ESCALA: INDICADA	FECHA: MAYO - 2013	DIBUJO: WALFUCA



ALZADO LATERAL

Sección A-A' Anclaje A12

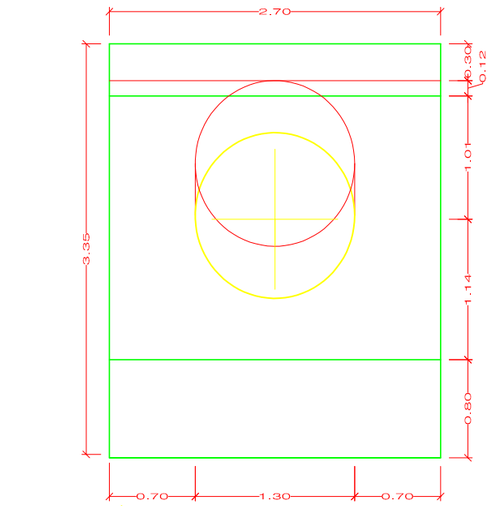
ESCALA: 1/50



PLANTA

Anclaje A12

ESCALA: 1/50



ALZADO FRONTAL

Anclaje 2

ESCALA: 1/50

ESPECIFICACIONES TECNICAS:

CONCRETO REFORZADO.

Refuerzos

El contratista suministrará, colocará y armará todas las barras de refuerzo, estribos y otros tipos de refuerzos de los elementos estructurales según se indica en los planos respectivos.

El acero de refuerzo será nuevo y se ajustará a las normas contenidas en ASTM-A-615, de una resistencia igual a la indicada en los planos. El alambre de amarre será de hierro recocido de primera calidad y diámetro de 1.5 milímetros como mínimo. Los soportes de las barras, tacos, silletas, espaciadores, y suspensores serán de calidad y resistencia adecuadas, con el tamaño requerido para soportar el refuerzo.

El refuerzo se colocará según lo indiquen los planos estructurales y deberá estar libre de corrosión, grasa, tierra u otra materia que comprometa su adherencia. Todas las barras irán apoyadas y atadas para asegurar su posición en el proceso de vertido de concreto.

En caso de cimentación, se apoyarán en tacos de concreto de calidad similar al concreto a vertir. En el caso de vigas, viguetas y losas; se apoyarán en silletas de alambre de acero estirado, según requerimientos de la ASEW, de calibre y dimensiones establecidas en la tabla II "Manual Standard Practice Concrete Reforcing Steel Institute (CRSI).

Cuando se usen soportes de alambre en líneas continuas deberán colocarse, evitando que se traslapen sus terminales con los elementos vecinos. Ninguna barra se colocará a mas de 2 pulgadas de la última pata del soporte final de una línea continua.

Deberá evitarse empalmar varillas de refuerzos en lugares de máximo esfuerzo, pudiendo emplearse soldadura en los empalmes, siempre que cumplan con lo especificado en las normas de Recommended Practice for Welding Reforcing Steel, Metal Insets and Conections in Reforcing Concrete Construction.

Los empalmes pueden ser traslapados siempre que cumplan con las longitudes especificadas en el ACI 318 y nunca menores de 0.30 metros y sin traslaparse en la misma sección transversal de un elemento, mas de la mitad de las barras, debiendo separarse un mínimo de 40 diámetros de la barra. No se permitirán dobleces bruscos en extremos de barras traslapadas.

Los recubrimientos mínimos serán: 5 centímetros, siempre que no se especifique otra cosa en los planos.

Los dobleces de las barras se harán en frío y antes de colocarlas dentro de la formaleta. No se doblarán barras parcialmente fundidas dentro del concreto. Los dobleces para estribos se harán alrededor de un perno de doblar, con el doble del diámetro de la barra a doblar como mínimo.

Los ganchos se emplearán únicamente en los extremos de los estribos con dobleces en ángulo de 135 grados una extensión de 6 diámetros de la barra del estribo y no menor de 7 centímetros.

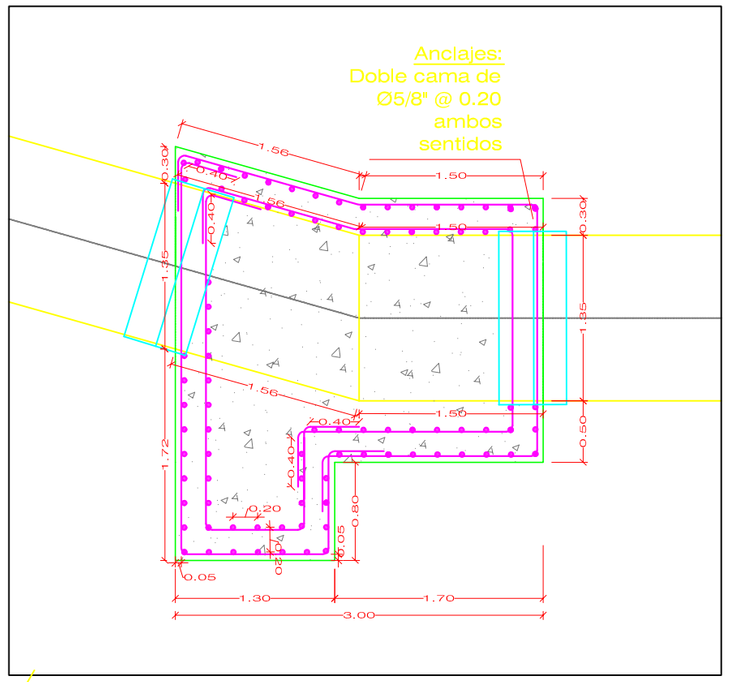
El doblez para diámetros menores de 1 pulgada y mayores de 1/4 de pulgada, se efectuará alrededor de un perno de doblar cuyo diámetro será no menor de 5 veces el diámetro de la barra. No se permitirá el reenderezado de las varillas.

Fundiciones.

El vertido del concreto se realizará a un ritmo que garantiza la plasticidad del concreto, para que se introduzca en todos los vacíos y ángulos de la formaleta, sin que se produzca segregación de los agregados. El vertido deberá ser continuo, evitando las mezclas de concreto fraguado anteriormente con concreto fresco. No se permitirá el vertido de concreto endurecido parcialmente, rebatido ó contaminado con materias extrañas. El vertido deberá ser regulado para permitir su compactación, asegurando la estabilidad del encofrado y la fijeza de los refuerzos. No deberán depositarse grandes cantidades de concreto para distribuirlo en la formaleta posteriormente. Deberá ser compactado con herramientas adecuadas ó vibradores, evitando la formación de ratoneras ó segregación. Al quitar la formaleta deben quedar superficies lisas y uniformes en textura y color sin porosidades.

El concreto debe consolidarse con vibradores mecánicos y herramientas aprobadas por el Supervisor, dentro de los siguientes 20 minutos a su vertido. Deberá proveerse de 1 vibrador por cada 15 metros cúbicos por hora de fundición. Debe evitarse vibrar sobre el refuerzo ó sobre concreto parcialmente endurecido.

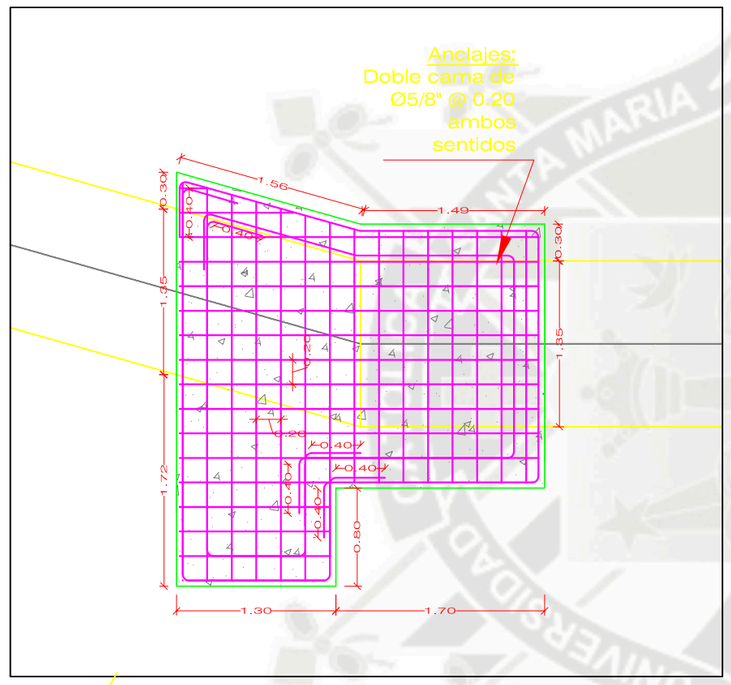
Todo el concreto se vertirá tan pronto como este listo sin sobre pasar 30 minutos a partir del mezclado. Si se requiere de bombeo, el equipo deberá garantizar la consistencia y calidad especificada. Al transportarlo la caida libre vertical no deberá exceder de 1 metro; cuando se emplee canaleta deberá usarse una tolva para depositar el concreto.



ARMADO REFUERZO LATERAL

Sección B-B' Anclaje A12

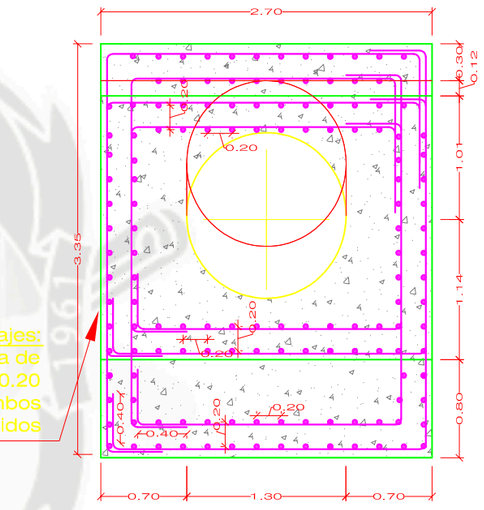
ESCALA: 1/50



ARMADO REFUERZO PLANTA

Sección B-B' Anclaje A12

ESCALA: 1/50

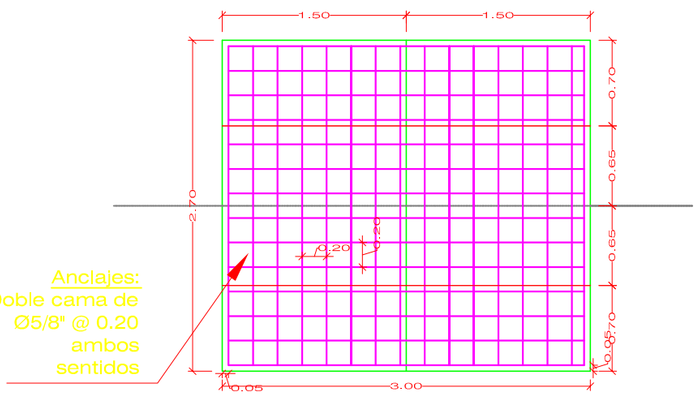


Anclajes:
Doble cama de
Ø5/8" @ 0.20
ambos
sentidos

ARMADO FRONTAL

Anclaje A12

ESCALA: 1/50

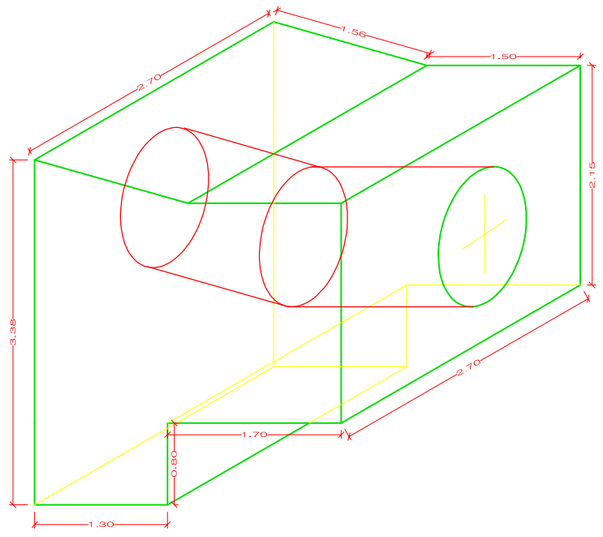


Anclajes:
Doble cama de
Ø5/8" @ 0.20
ambos
sentidos

ARMADO REFUERZO LATERAL

Sección B-B' Anclaje A12

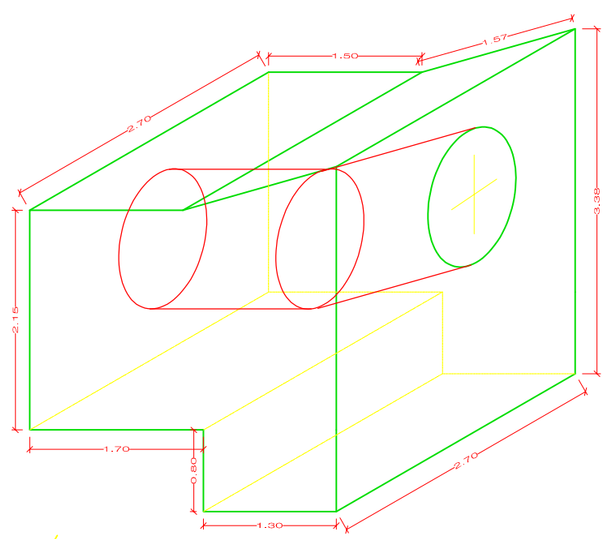
ESCALA: 1/50



ISOMETRICO 1

ANCLAJE A12

ESCALA: 1/60



ISOMETRICO 2

ANCLAJE A12

ESCALA: 1/60

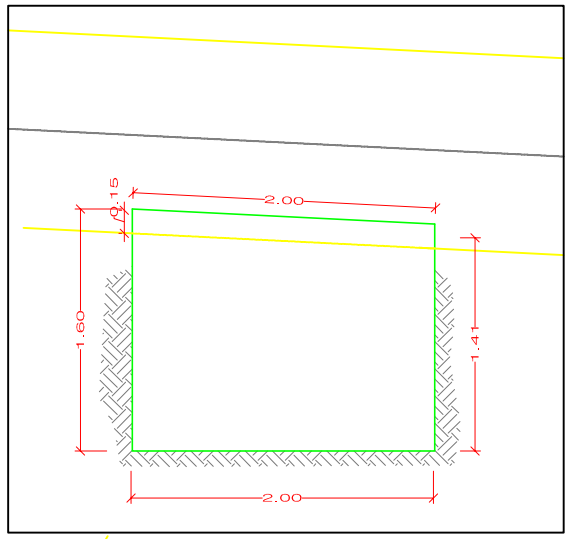
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: "PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"

PLANO: ANCLAJE - A12

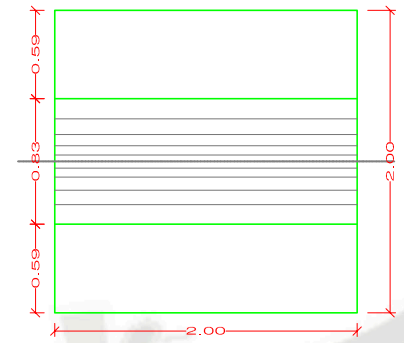
LUGAR: TINCOC	DISEÑO: BACH. WALTER FUENTES CAVIDES		LAMINA N°: 8-4
DISTRITO: PACCARITAMBO			
PROVINCIA: PARURO			
DEPARTAMENTO: CUSCO	ESCALA: INDICADA	FECHA: MAYO - 2013	DIBUJO: WALFUCA



ALZADO LATERAL

Sección A-A' Apoyo Tipico

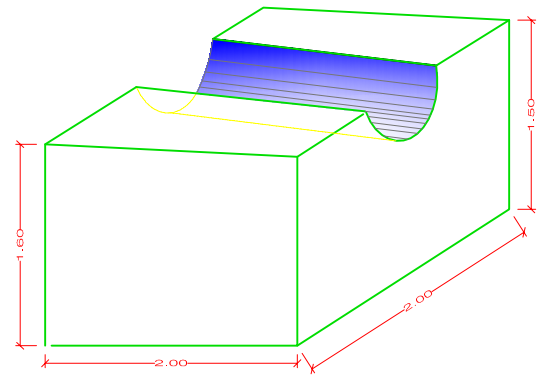
ESCALA: 1:50



PLANTA

Apoyo Tipico

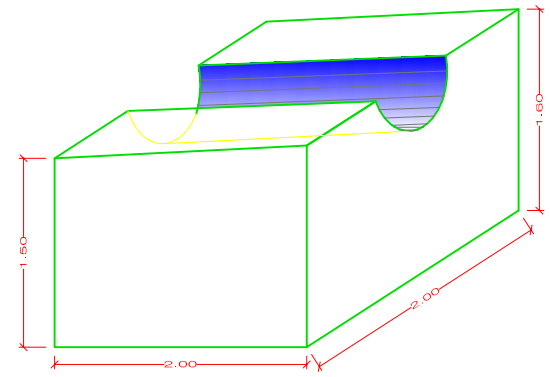
ESCALA: 1:50



ISOMETRICO 1

Apoyo Tipico

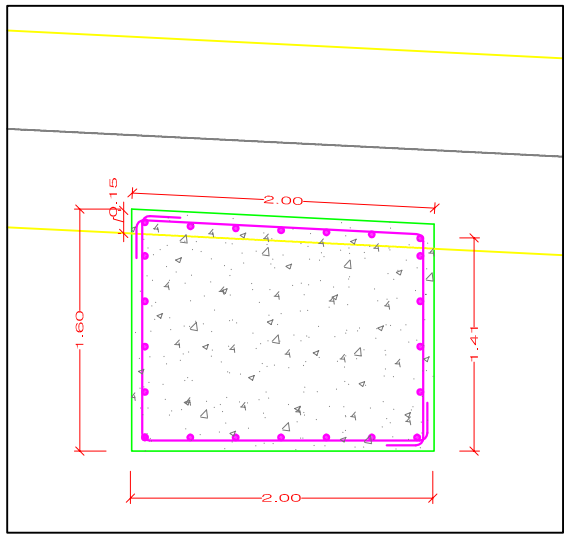
ESCALA: 1:60



ISOMETRICO 2

Apoyo Tipico

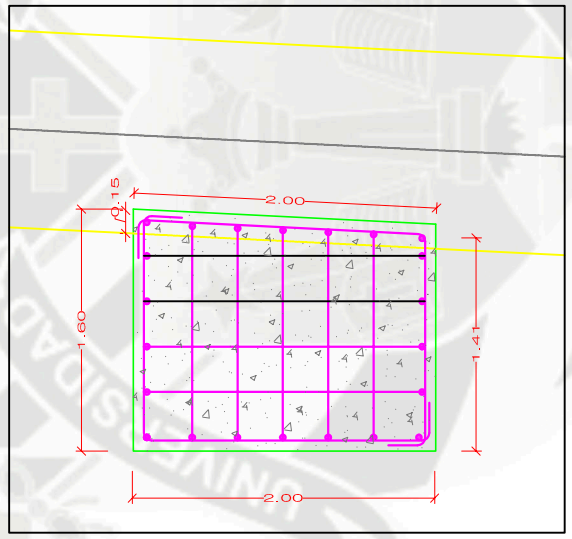
ESCALA: 1:60



ARMADO REFUERZO LATERAL

Sección B-B' Apoyo Tipico

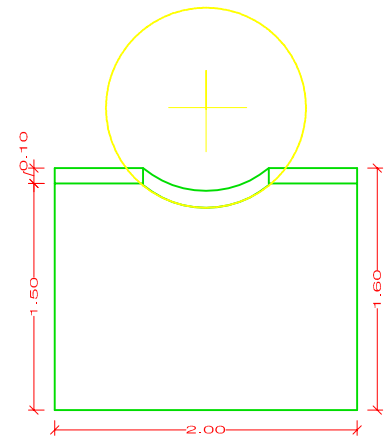
ESCALA: 1:50



ARMADO REFUERZO LATERAL

Sección B-B' Apoyo Tipico

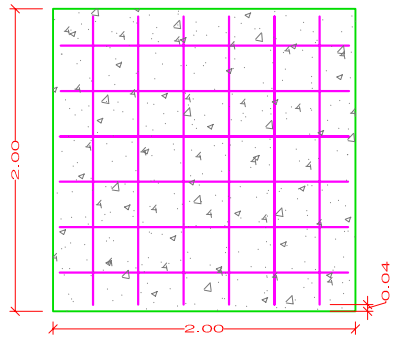
ESCALA: 1:50



ALZADO FRONTAL

Apoyo Tipico

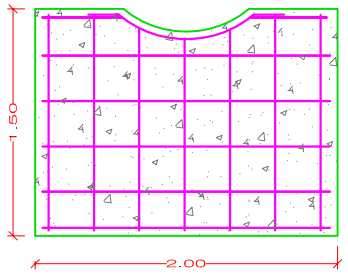
ESCALA: 1:50



ARMADO REFUERZO PLANTA

Sección B-B' Apoyo Tipico

ESCALA: 1:50



ARMADO FRONTAL

Apoyo Tipico

ESCALA: 1:50

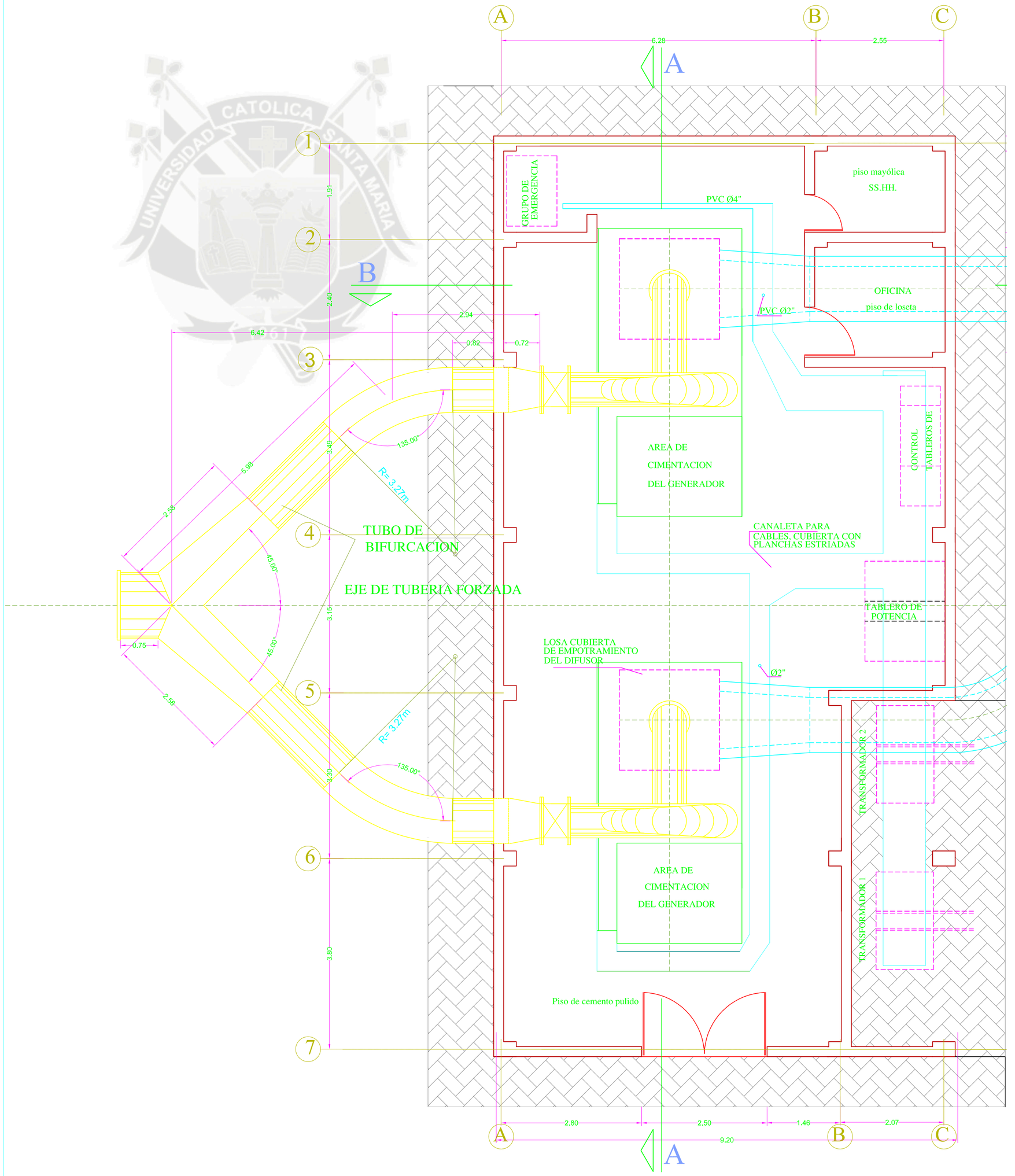
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: "PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"

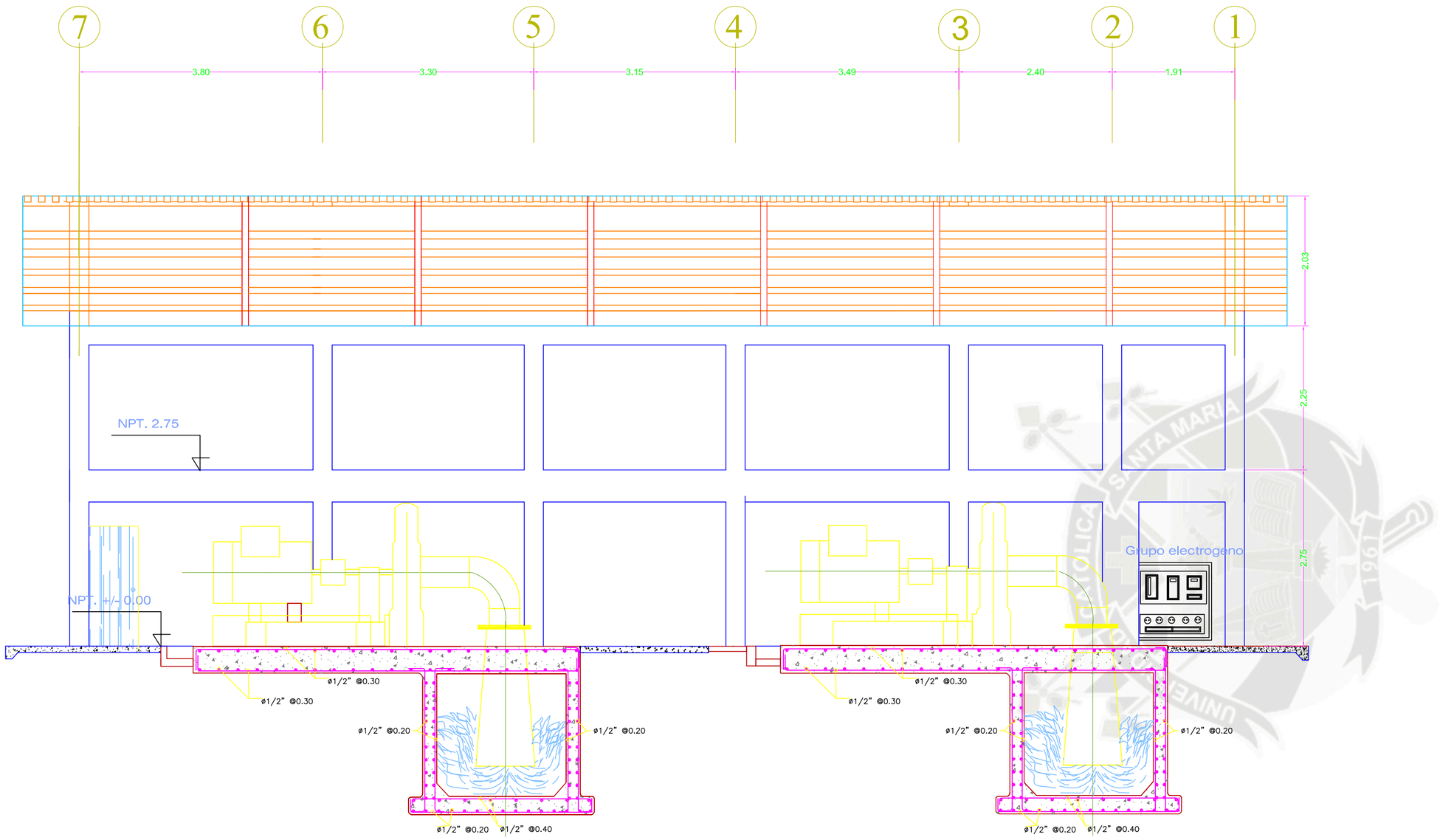
PLANO: APOYO TIPICO

LUGAR: TINCOC	DISEÑO: BACH. WALTER FUENTES CAVIDES		LAMINA Nº: 8-5
DISTRITO: PACCARITAMBO			
PROVINCIA: PARURO			
DEPARTAMENTO: CUSCO	ESCALA: INDICADA	FECHA: MAYO - 2013	DIBUJO: WALFUCA



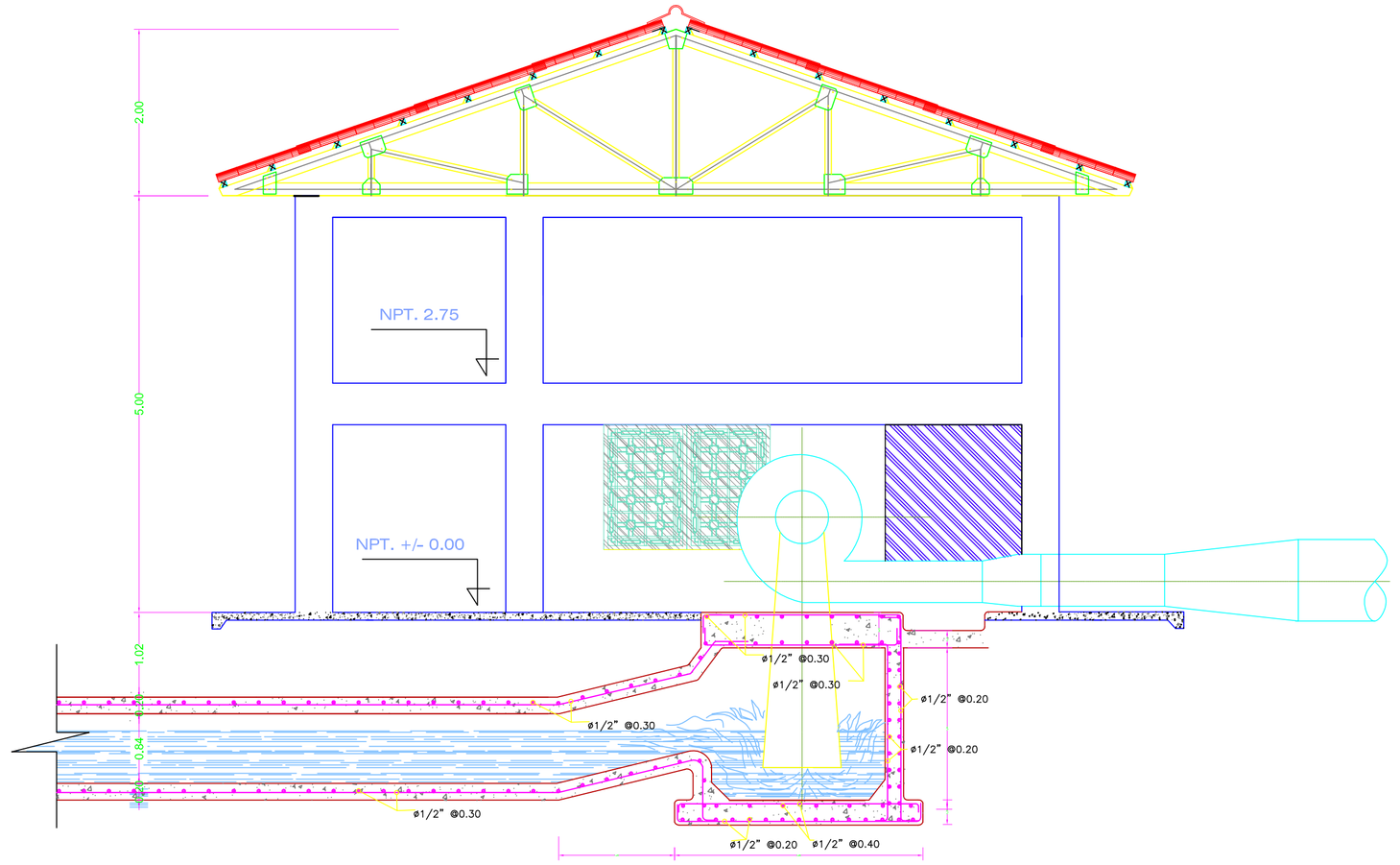
PLANO DE PLANTA

ESC.: 1/50



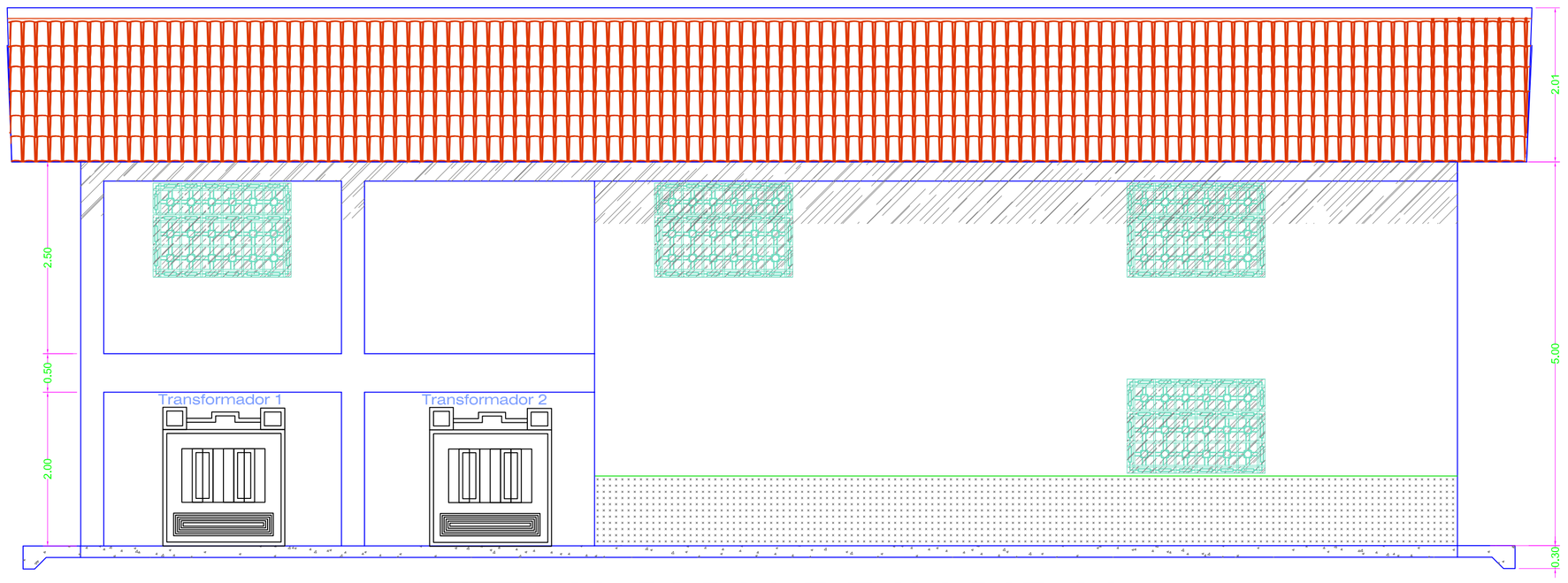
CORTE A-A

ESC:1/50



CORTE B-B

ESC:1/50



ELEVACION PRINCIPAL

ESC:1/50

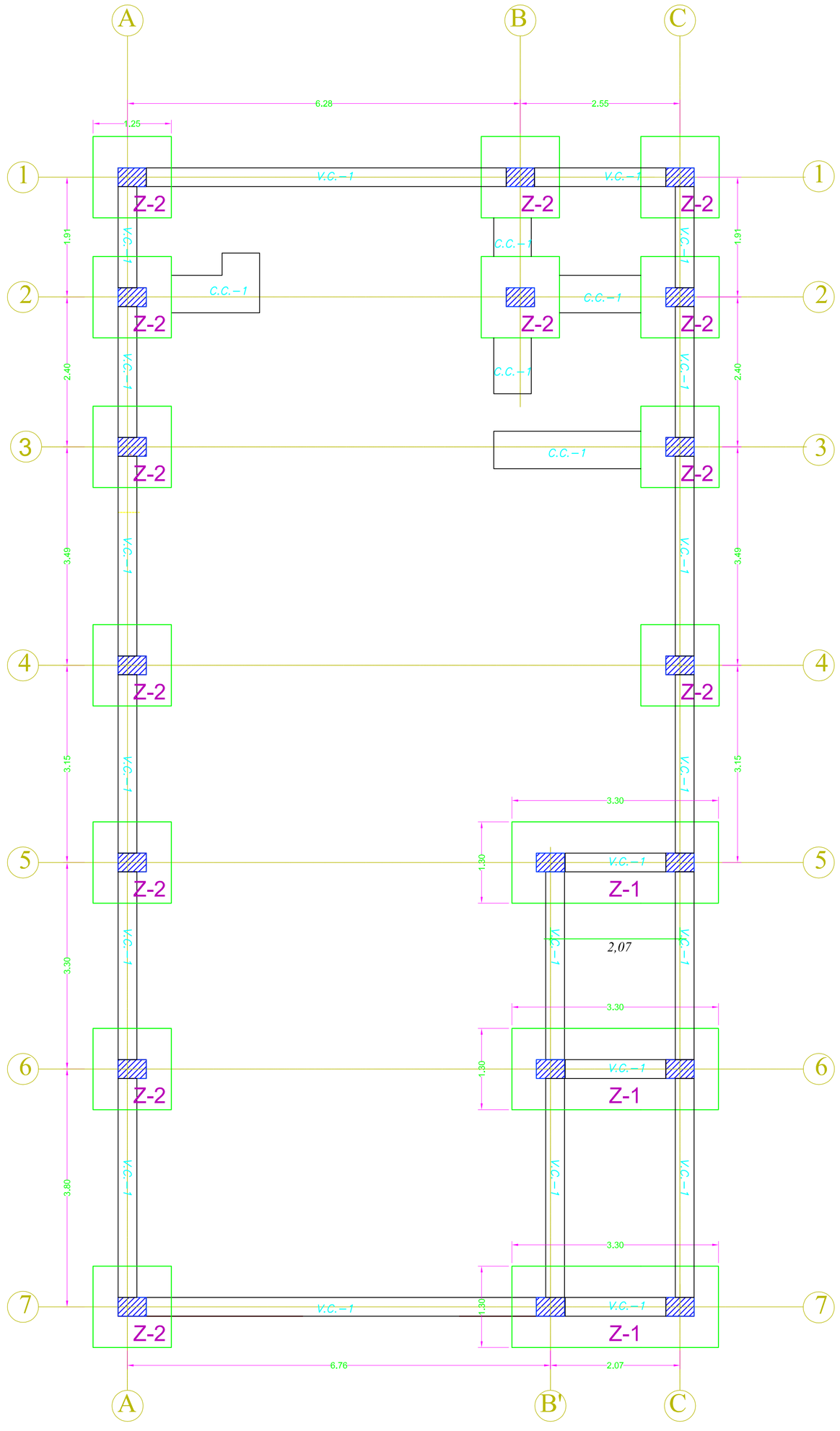
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO : "PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"

PLANO : ELEVACIONES Y CORTES - CASA DE MAQUINAS

LUGAR : TINCOC	DISEÑO : BACH. WALTER FUENTES CAVIDES		LAMINA N° : 9-2
DISTRITO : PACCARITAMBO			
PROVINCIA : PARURO			
DEPARTAMENTO : CUSCO	ESCALA : INDICADA	FECHA : MAYO - 2013	DIBUJO : WALFUCA



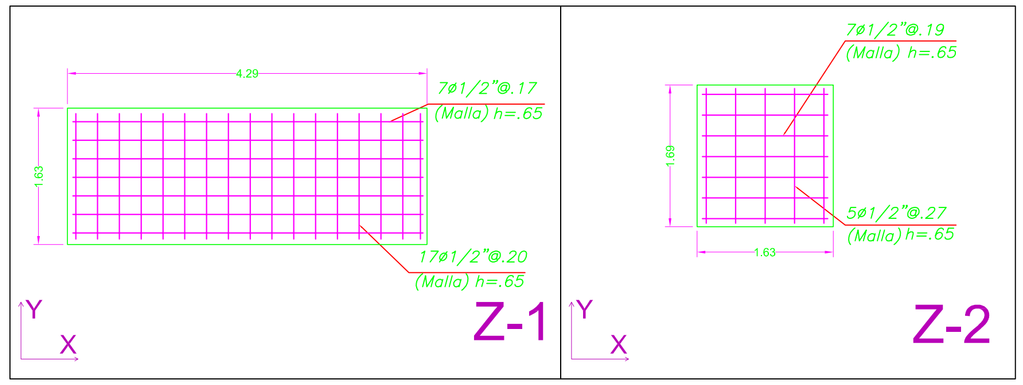
altura

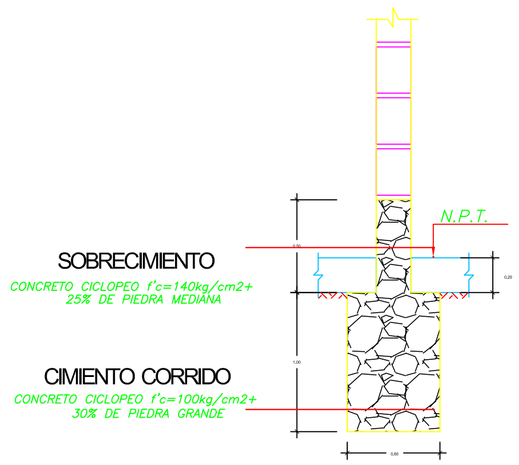
PLANO DE CIMIENTOS

ESC:1/50

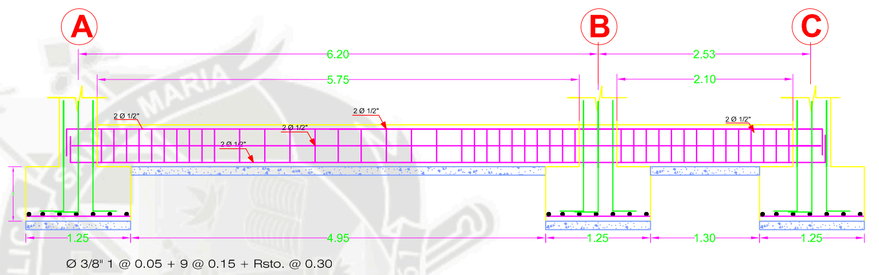
CUADRO DE ZAPATAS

ZAPATAS	DIMENSIONES (mts)			ACERO DE REFUERZO	
	B	L	r	As(l)	As(t)
Z-1	1.25	2.85	0.05	Ø1/2" @ 0.20	Ø 1/2" @ 0.17
Z-2	1.25	1.30	0.05	Ø 1/2" @ 0.27	Ø1/2" @ 0.19



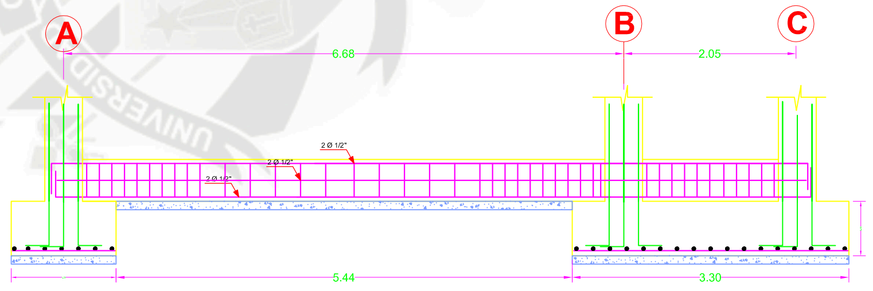


CIMENTACION CORRIDA
CC-1



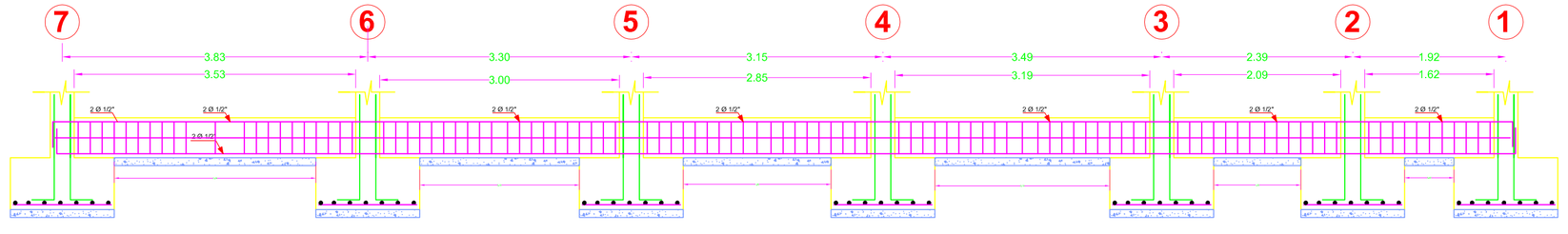
Ø 3/8" 1 @ 0.05 + 9 @ 0.15 + Rsto. @ 0.30

VIGA VC-1 EN EJE 1 ENTRE A-C



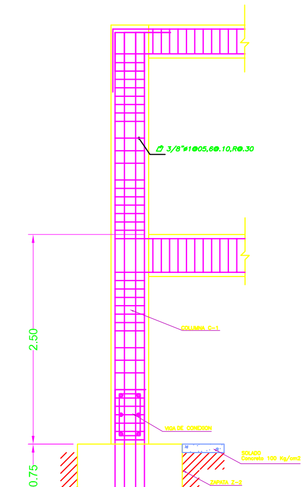
Ø 3/8" 1 @ 0.05 + 9 @ 0.15 + Rsto. @ 0.30

VIGA VC-1 EN EJE 7 ENTRE A-C

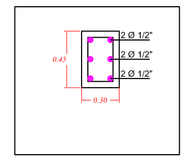


Ø 3/8" 1 @ 0.05 + 9 @ 0.15 + Rsto. @ 0.30

VIGA VC-1 EN EJE A ENTRE 1-7

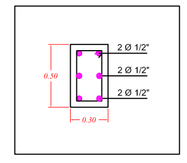


CORTE DE COL - 1



ESTRIBOS: Ø 3/8" 1 a 0,05 + 6 a 0,10 + Rsto. a 0,30 en toda la altura

SECCION COLUMNA



Seccion Viga de conexion
VC-1

PARAMETROS SISMO–RESISTENTES

a). SISTEMA ESTRUCTURAL SISMO–RESISTENTE:
- MUROS Y PORTICOS DE CONCRETO ARMADO

b). PARAMETROS PARA DEFINIR FUERZA SISMICA O ESPECTRO DE DISEÑO:

– FACTOR DE ZONA (ZONA 2)	Z=0.30
– FACTOR DE SUELO (TIPO S2)	S=1.2
– FACTOR DE USO (CATEGORIA A)	U=1.5
– FACTOR DE AMPLIFICACION SISMICA	C=2.5
– FACTOR DE REDUCCION	R=8.0

ESPECIFICACIONES TECNICAS

f'c = 210 Kg/cm2
fy = 4200 Kg/cm2
s/c = INDICADA

RECUBRIMIENTOS

ZAPATAS	7.5 cm.
COLUMNAS	4 cm.
VIGAS PERALTADAS	4 cm.

CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO

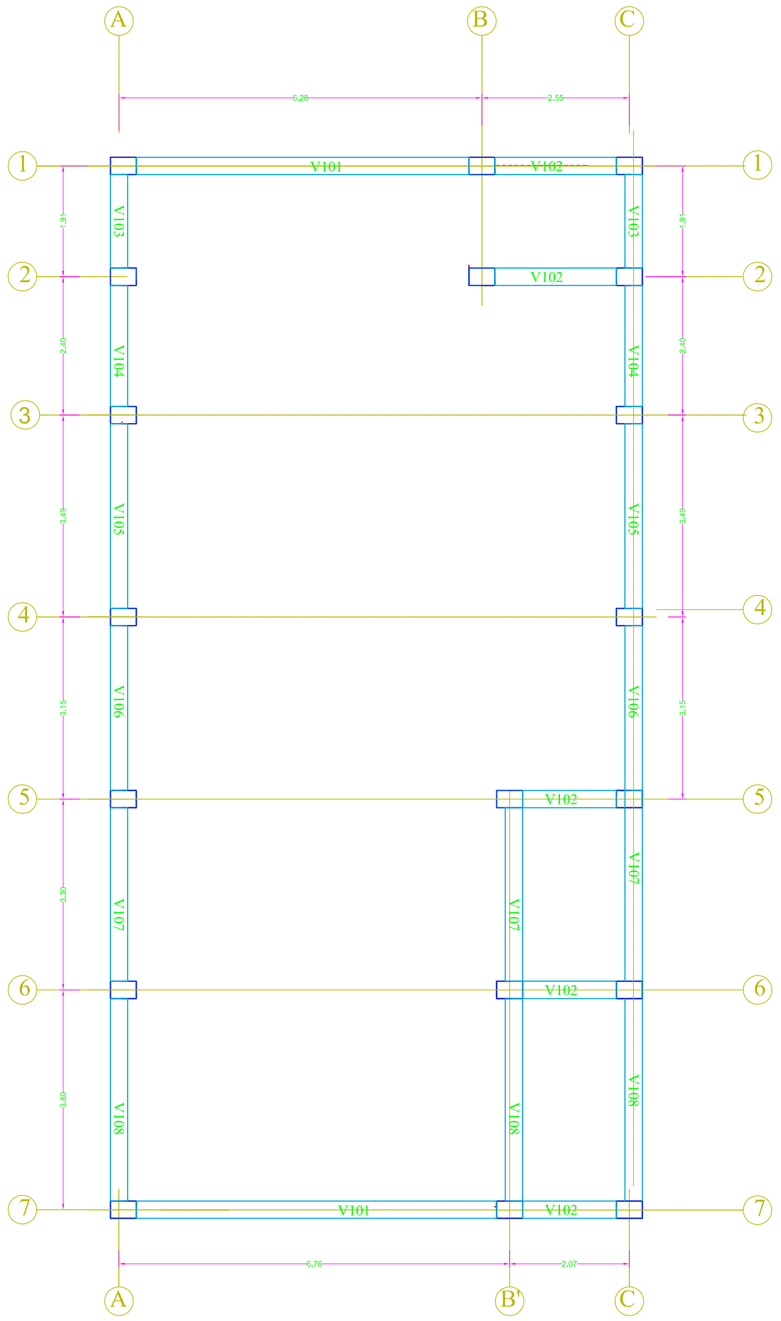
σt = 1.83 Kg/cm2.
qadm = 3.21 Kg/cm2.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: "PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"

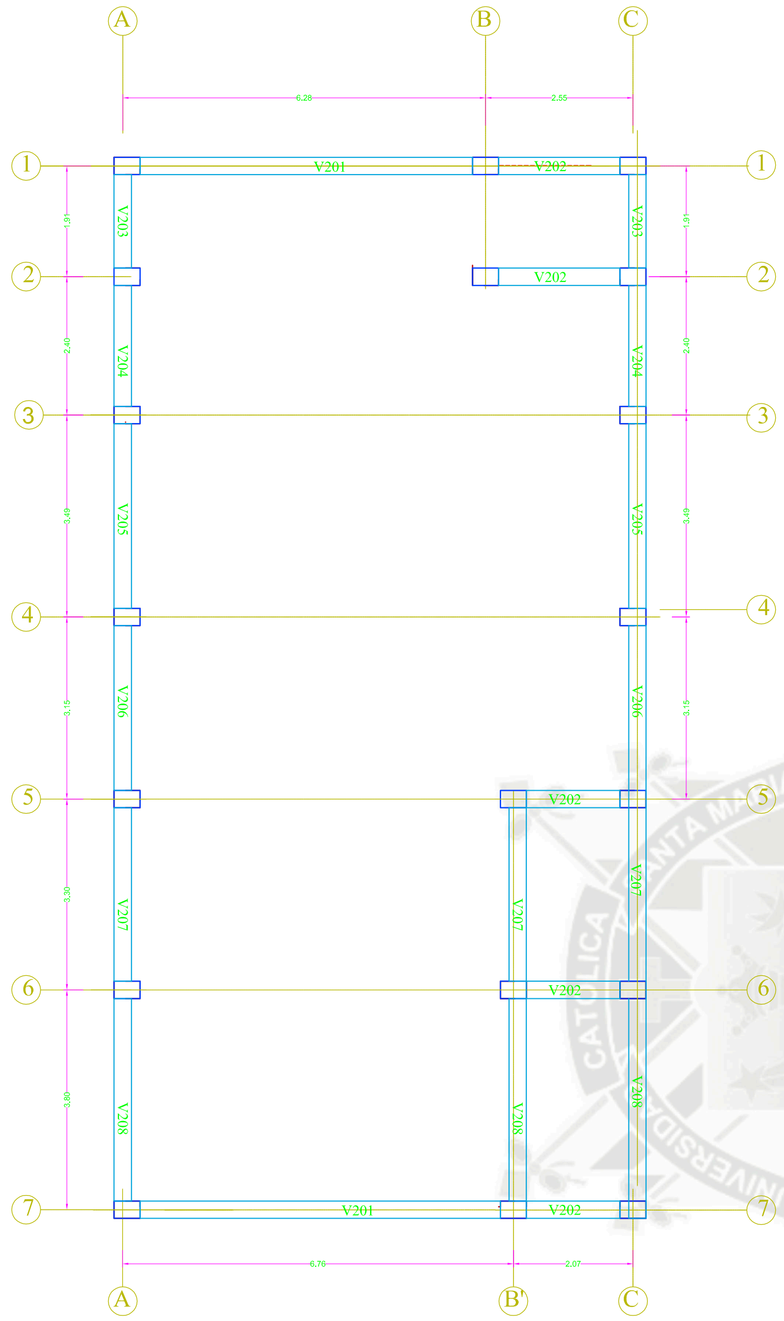
PLANO: CASA DE MAQUINAS - CIMENTACIONES

LUGAR: TINCOC	DISEÑO: BACH. WALTER FUENTES CAVIDES		LAMINA N°: 9-3
DISTRITO: PACCARITAMBO			
PROVINCIA: PARURO			
DEPARTAMENTO: CUSCO	ESCALA: INDICADA	FECHA: MAYO - 2013	DIBUJO: WALFUCA



PLANO DE VIGAS 1ER NIVEL

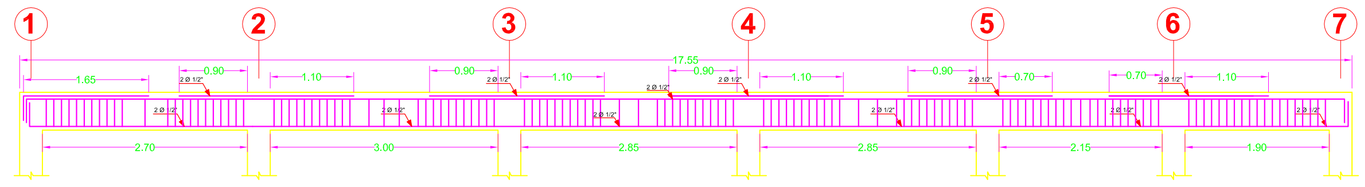
ESC: 1/75



PLANO DE VIGAS 2DO NIVEL

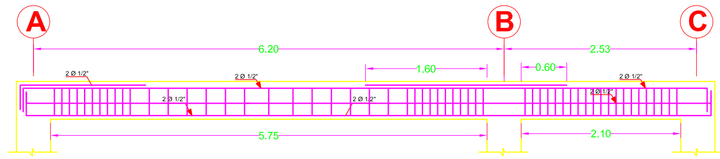
ESC: 1/75

VIGA V-103/104/105/106/107/108 EN EJE A Y C ENTRE 1-7

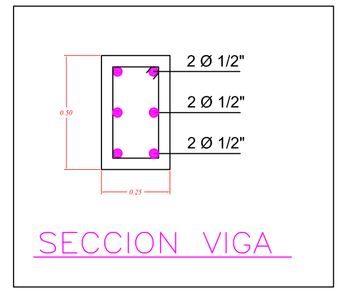


Ø 3/8" 1 @ 0.05 + 10 @ 0.10 + Rsto. @ 0.25

VIGA V-101/102 EN EJE 1 ENTRE A-C

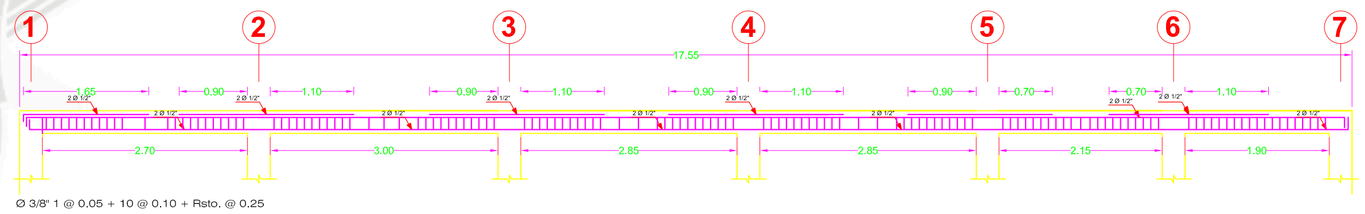


Ø 3/8" 1 @ 0.05 + 10 @ 0.10 + Rsto. @ 0.25



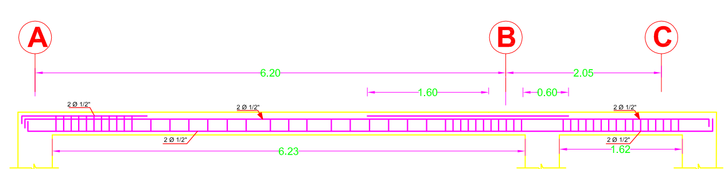
SECCION VIGA

VIGA V-203/204/205/206/207/208 EN EJE A Y C ENTRE 1-7

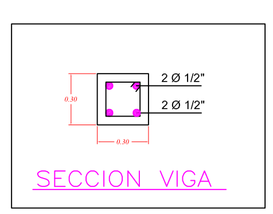


Ø 3/8" 1 @ 0.05 + 10 @ 0.10 + Rsto. @ 0.25

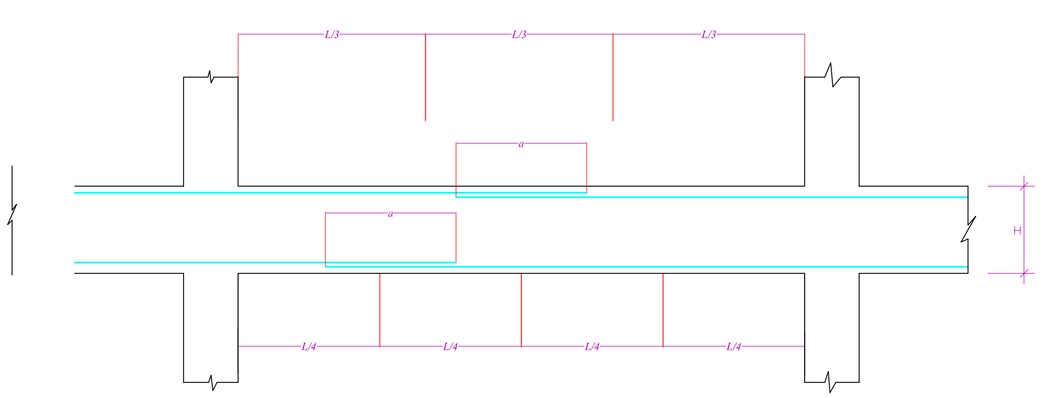
VIGA V-201/202 EN EJE 7 ENTRE A-C



Ø 3/8" 1 @ 0.05 + 10 @ 0.10 + Rsto. @ 0.25

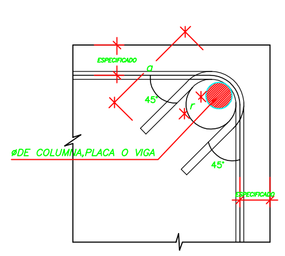


SECCION VIGA



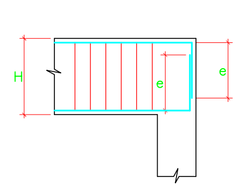
EMPALMES TRASLAPADOS PARA VIGAS, LOSAS y ALIGERADOS

VALORES DE "a"			
Ø	REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR	
	h CUALQUIERA	h MENOR DE 0.30	h MAYOR DE 0.30
3/8"	0.40	0.40	0.45
1/2"	0.40	0.40	0.50
5/8"	0.50	0.45	0.60



DETALLE DE DOBLADO DE ESTRIBOS EN COLUMNAS Y VIGAS

Ø	r(cm.)	a(cm.)
1/4"	2	6
3/8"	3	10



Ø	e
3/4"	.40
5/8"	.35
1/2"	.30
3/8"	.20

ANCLAJE TIPICO DE VIGAS

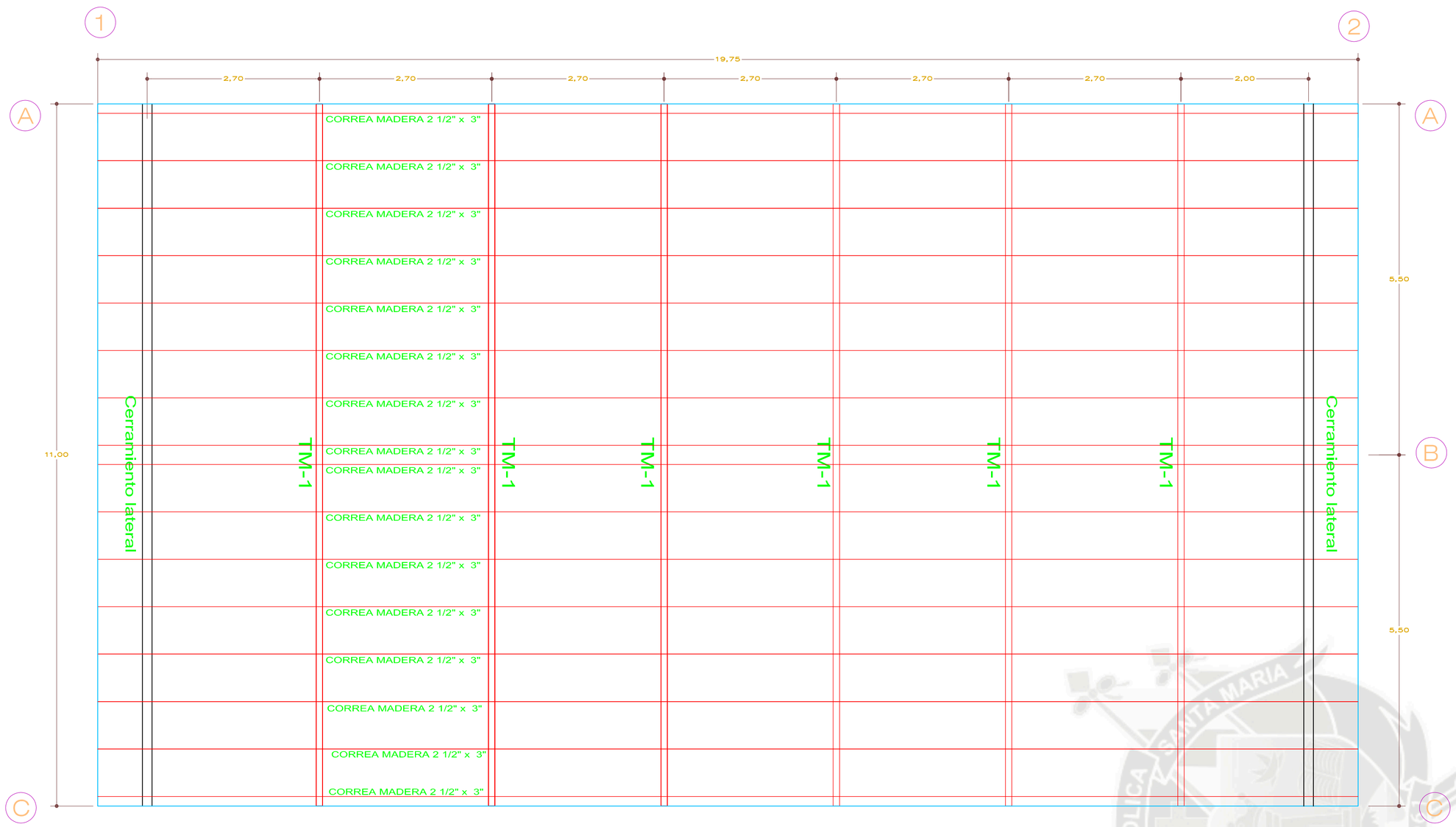
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO : "PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"

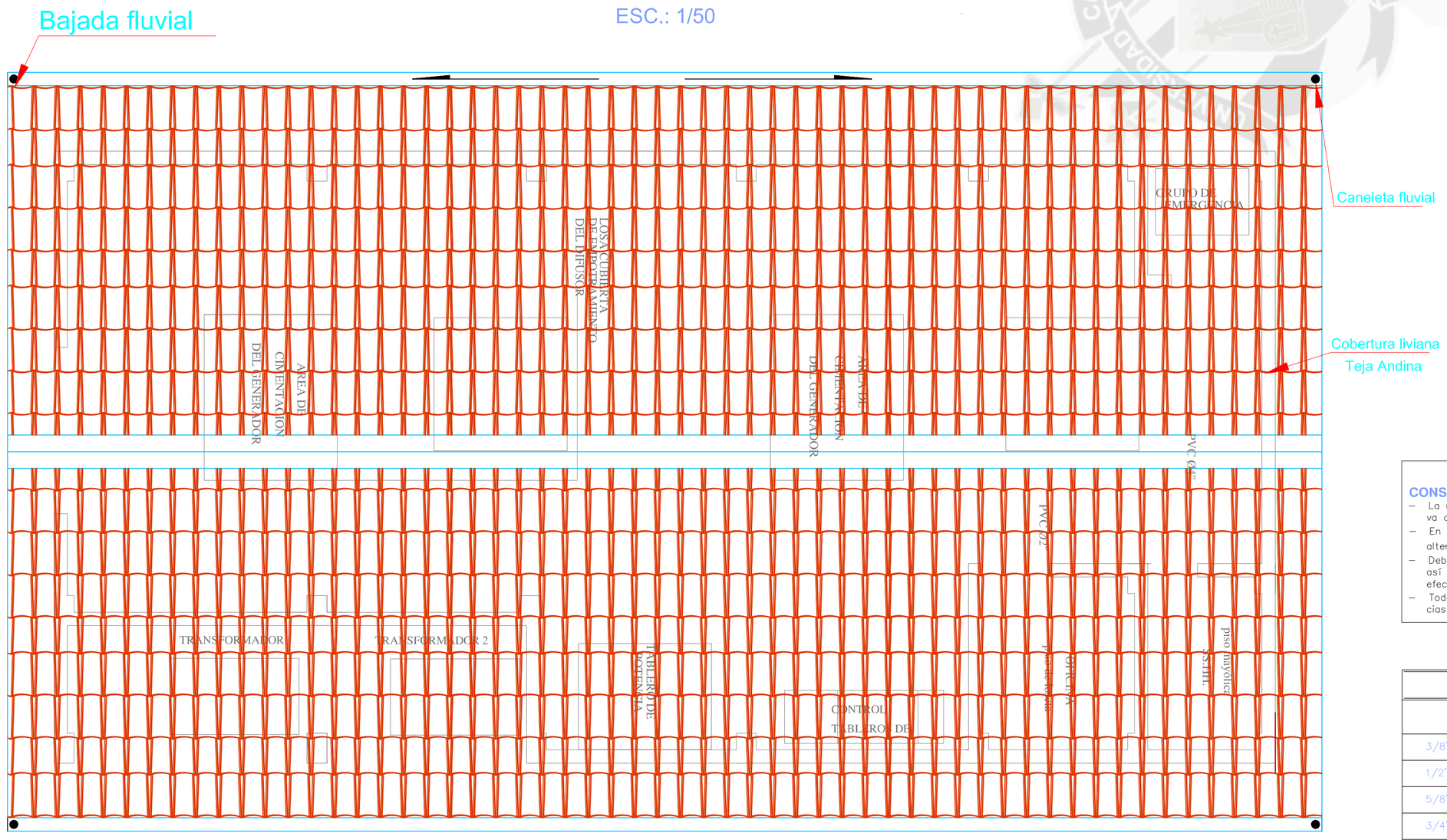
PLANO : CASA DE MAQUINAS - VIGAS

LUGAR : TINCOC	DISEÑO : BACH. WALTER FUENTES CAVIDES		LAMINA N° : 9-4
DISTRITO : PACCARITAMBO			
PROVINCIA : PARURO			
DEPARTAMENTO : CUSCO	ESCALA : INDICADA	FECHA : MAYO - 2013	DIBUJO : WALFUCA



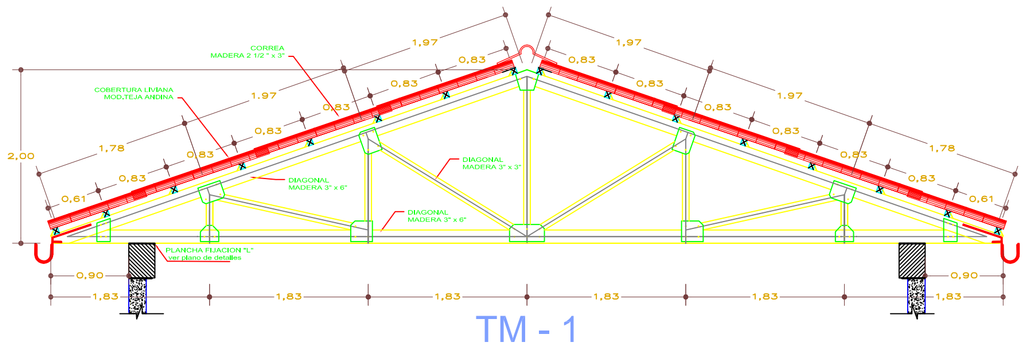
TIJERALES / CORREAS

ESC.: 1/50



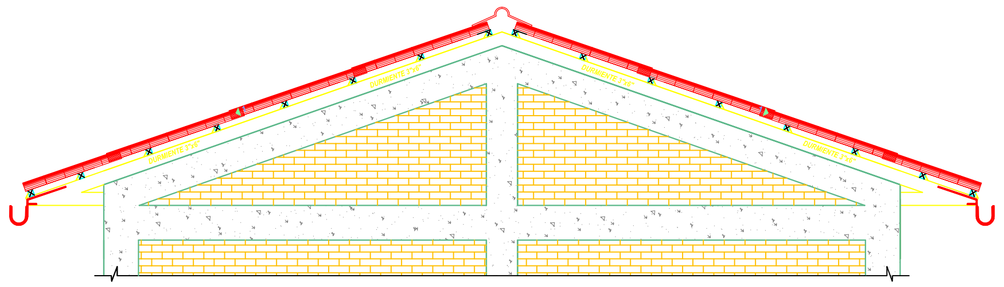
PLANTA TECHO

ESC.: 1/50



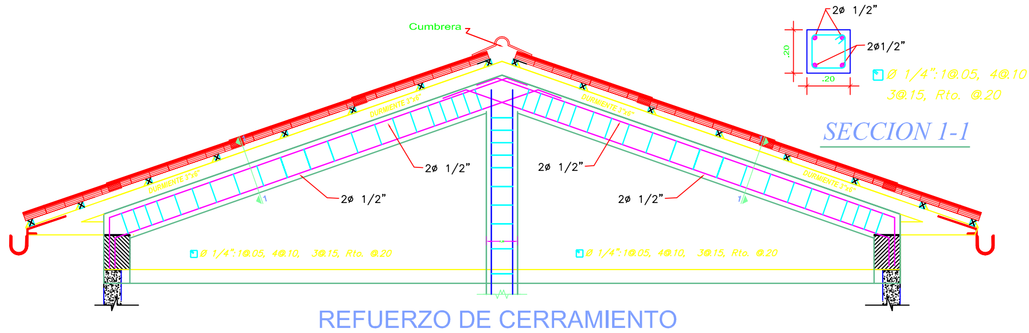
TM - 1

ESC: 1:50



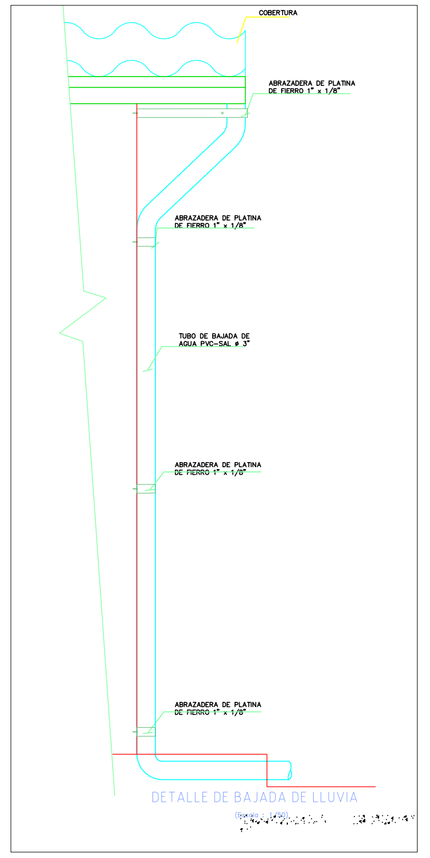
CERRAMIENTO LATERAL

ESC: 1:50

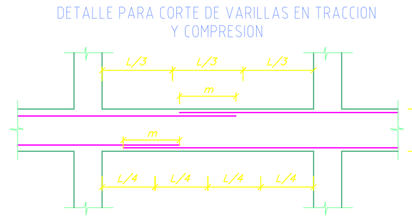


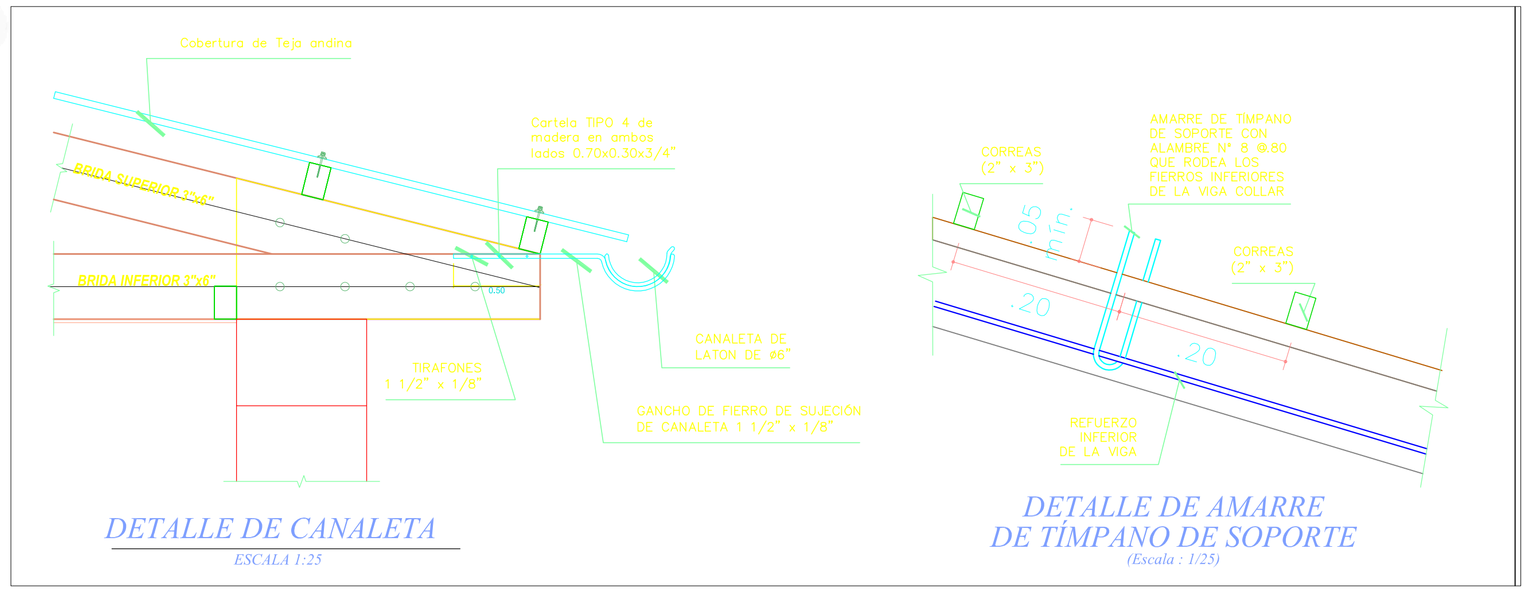
REFUERZO DE CERRAMIENTO

ESC: 1:50



DETALLE DE BAJADA DE LLUVIA





DETALLE DE CANALETA

ESCALA 1:25

DETALLE DE AMARRE DE TÍMPANO DE SOPORTE

(Escala : 1/25)

CONSIDERACIONES Y TOLERANCIAS

CONSIDERACIONES

- La madera aserrda deberá estar seca a un contenido de Humedad en equilibrio con el ambiente donde va a ser instalada, y en ningun caso se excederá de un Contenido de Humedad del 22%
- En el proceso de secado de la madera a emplearse, se evitará la aparición de defectos, para que no se altere las propiedades mecanicas
- Debe evitarse que la madera este en contacto con el suelo o con otras fuentes de humedad. En caso así ocurra, debe ser tratada con preservante aplicado con un método adecuado, que garantice su efectividad y permanencia.
- Toda la madera estructural o no, expuesta a la acción directa de la lluvia debe protegerse con sustancias Hidrófugas, recubrimientos impermeables o por medio de aleros o vierteaguas.

TOLERANCIAS

- Las tolerancias permitidas en la habilitación de piezas de madera son las siguientes:
  - a.) En la sección Transversal para dimensiones menores de 150 mm. será de −1mm. a +2mm. y para dimensiones mayores de 150mm. será de −2mm. a +3mm. para todas las piezas.
  - b.) En longitud será de −1mm. a +3mm. para todas las piezas
  - c.) Las armaduras y timpanos deben tener una tolerancia de más o menos 0.5mm. por metro de longitud y su peralte debe tener una tolerancia de más o menos 1mm. po metro de altura.

VALORES DE m			
	REFUERZO INTERIOR	REFUERZO SUPERIOR	
	H Cualquiera	H < 30	H >30
3/8"	.40	.40	.45
1/2"	.40	.40	.50
5/8"	.50	.45	.60
3/4"	.60	.40	.75
1"	1.15	1.00	1.30

NOTA

a.– No empalmar mas del 50% del Area total en una misma seccion

b.– En caso de no empalmarse en las zonas indicadas ó con los porcentajes especificados,aumentar la longitud de empalme en un 70% o consultar al proyectista.

c.– Para aligerados y vigas chatas, el acero interior se empalmara sobre los apoyos siendo la longitud de empalme igual a 25cm. para fierro de 3/8" y 35 cm. para fierro de de 1/2" a 5/8".

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: "PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TINCOC"

PLANO: CASA DE MAQUINAS - COBERTURA

LUGAR: TINCOC	DISEÑO: BACH. WALTER FUENTES CAVIDES		LAMINA N°: 9-5
DISTRITO: PACCARITAMBO			
PROVINCIA: PARURO			
DEPARTAMENTO: CUSCO	ESCALA: INDICADA	FECHA: MAYO - 2013	DIBUJO: WALFUCA