

# PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD**  
**CATÓLICA**  
DEL PERÚ

## VALIDACIÓN, EJECUCIÓN Y DOCUMENTACIÓN DE PROCESO CONSTRUCTIVO DEL MEJORAMIENTO DE UN LOCAL ESCOLAR DE ADOBE EN EL DISTRITO DE CHOCOS

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, que presenta los bachilleres:

**José Manuel Málaga Sáenz**

**Victor Ernesto Arana Vásquez**

**ASESOR:** Dra. Ing. Sandra Cecilia Santa Cruz Hidalgo

Lima, Marzo del 2012

## RESUMEN

Las viviendas y estructuras de adobe han mostrado considerables daños en los diferentes eventos sísmicos que se han presentado en el Perú. Las viviendas de adobe hacia el 2009 bordeaban el 35% del total de viviendas a nivel nacional, la mayoría está ubicada en zonas rurales (Peralta, 2009). Estas construcciones tienen un comportamiento frágil y poco resistente a la tracción, es por ello que el reforzamiento de las construcciones existentes es importante para la seguridad de las personas que los habitan.

Dada esta problemática, la Pontificia Universidad Católica del Perú, ha dedicado años de investigación para desarrollar métodos que den solución al pobre comportamiento que presentan las construcciones existentes con adobe. En la actualidad, existen diferentes tipos de reforzamientos como, el Reforzamiento con Malla Electrosoldada y el Reforzamiento con Geomalla.

La presente tesis tiene por objetivo documentar y validar el procedimiento de reforzamiento de edificaciones de adobe con geomalla. El trabajo se dividió en cuatro etapas:

La primera etapa fue la del planeamiento que tuvo como guía los conceptos de la Gestión de Alcance y Gestión de Tiempo que propone el Project Management Institute, PMI (**PMBOK** Guide). La ejecución del proyecto, fue la segunda etapa, consideró el monitoreo de procedimientos de construcción, el seguimiento de las actividades día a día, la capacitación a la población y la documentación. Como tercera etapa se realizó el cálculo del Análisis de Rendimientos y los Análisis de los Precios Unitarios de partidas únicas de este tipo de reforzamiento. Finalmente en la última etapa se elaboró reportes y lecciones aprendidas para lo cual se verificó el cronograma y se hizo uso del registro de problemas ocurridos, soluciones dadas en obra, recomendaciones y resultados de la capacitación.

TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Título : "Validación, ejecución y documentación de proceso constructivo del mejoramiento de un local escolar de adobe en el distrito de Chocos".

Área : Estructuras -Investigación-

Asesora : Dra. Sandra Santa Cruz

Alumno : VICTOR ERNESTO ARANA VASQUEZ

Código : 2006.2031.3.412

Alumno : JOSE MANUEL MALAGA SANEZ

Código : 2004.2125.8.412

Tema N° : 279

Fecha : Lima, 23 de setiembre de 2011



*Dora*  
29.9.11

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En general, las viviendas en el área rural del Perú son construidas con muros de adobe de acuerdo a prácticas locales sin mayor asistencia técnica. El comportamiento de estas estructuras antes movimientos sísmicos fuertes no es adecuado tal como lo ha demostrado la experiencia en sismos pasados. Sin embargo, existen técnicas de construcción y reforzamiento validadas por estudios analíticos y experimentales que pueden ayudar a mitigar el riesgo sísmico de las viviendas y de los pobladores que la habitan. Una de estas técnicas es el refuerzo de los muros de adobe con geomalla.

El reto para su implementación es que la población se apodere de estos métodos y técnicas para lograr el desarrollo sostenible de las regiones rurales mediante la disminución de sus vulnerabilidades. Para que esto sea posible, se debe realizar un proceso de socialización que permita la retroalimentación tomando en cuenta las condiciones físicas, sociales y el imaginario de las comunidades. Además es necesario documentar el proceso constructivo para poder tener indicadores que permitan la planeación y financiamiento de proyectos similares en la región.

OBJETIVOS

El objetivo general del proyecto es validar la propuesta de reforzamiento con geomalla de una construcción de adobe. Para ello se monitoreará y documentará la ejecución de una obra de reforzamiento con geomalla de un local escolar de adobe en la localidad de Chocos, en la provincia de Yauyos. A partir de la información recopilada se elaborarán análisis de precios unitarios, costos y rendimientos.

*[Handwritten signature]*

**PLAN DE TRABAJO**

Trabajos preliminares

Inspección y visita a la zona y al local escolar. Revisión del proyecto estructural

Trabajo de campo

Monitoreo de procedimientos de construcción. Seguimiento de las actividades día a día, documentando los procesos, las necesidades, los insumos y equipos utilizados.

Capacitación a la población. Elaboración de adobes, colocación de geomalla, construcción y acabados en general.

Trabajo de gabinete:

Análisis de la información recopilada: Análisis de partidas, estimación de rendimientos de cuadrillas, elaboración de costos unitarios de partidas relativas al reforzamiento.

Elaboración de reportes: Reportar problemas u oportunidades encontradas en la obra, recomendaciones y resultados de la transferencia de capacidades a la población. Edición de videos y fotos de la ejecución de la obra para fines de difusión o capacitación

V°B° <sup>ASB</sup>.....  
Ing. Ángel San Bartolomé  
Coordinador de Investigación



**NOTA**

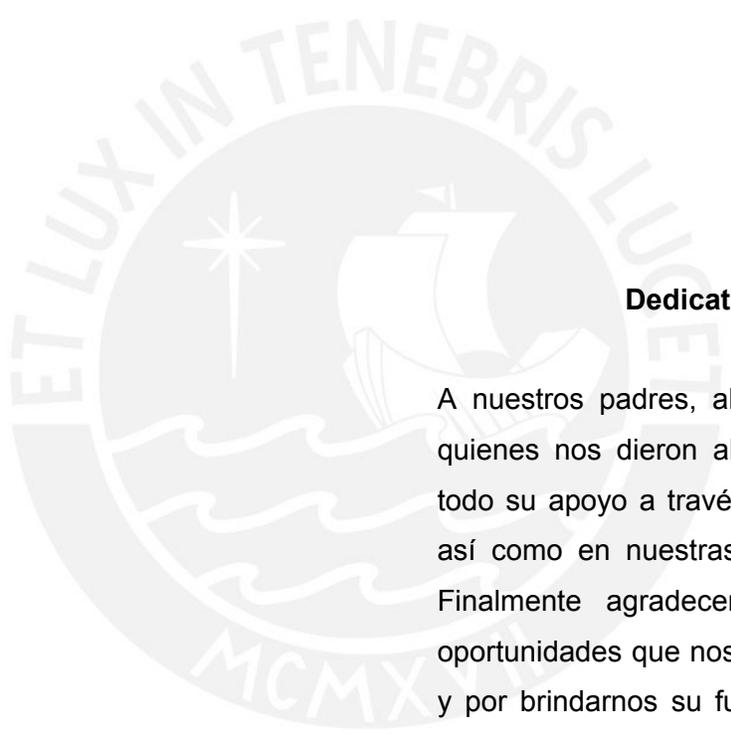
Extensión máxima: 100 páginas

Los alumnos elaborarán un borrador de artículo con no más de 12 hojas con fines de publicación.



## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos las instituciones que apoyaron logística y económicamente al proyecto “Reduciendo el Riesgo Sísmico de Escuelas en el Perú Rural”: Pontificia Universidad Católica del Perú, Stanford University, GeoHazards International, y al Municipio de Chocos. Detalladamente en la institución a la cuál pertenecemos, la Pontificia Universidad Católica del Perú, agradecemos a la Sección de Ingeniería Civil por brindarnos las facilidades correspondientes, a nuestra asesora Dra. Sandra Santa Cruz por su dedicación y apoyo, al Ing. Jesús Carpio quién nos acompañó y aconsejó en etapas importantes del proyecto, así como a los tesisistas Silvana Rondón Durán y José Quispe Acosta quienes realizaron las capacitaciones a los pobladores. Por parte de GeoHazards International agradecemos a la Ing. Verónica Cedillos quien estuvo presente y apoyó logística e ingenierilmente durante el trabajo en Chocos. Por parte de la Universidad de Stanford, al profesor Dr. Eduardo Miranda y a los estudiantes Matt Bussmann, Cody Wiesen, Katherine Donner. Un agradecimiento especial a la Municipalidad de Chocos y al Sr. Alcalde Macedonio R. Aburto Gutiérrez por las facilidades y el apoyo brindado en pro del éxito del proyecto. Finalmente agradecer a la comunidad de Chocos, por la buena acogida al proyecto y su interés por aprender y replicar este tipo de reforzamiento.



## Dedicatoria

A nuestros padres, abuelos y hermanos quienes nos dieron aliento, soluciones y todo su apoyo a través de este proyecto, así como en nuestras vidas en general. Finalmente agradecer a Dios por las oportunidades que nos muestra en la vida y por brindarnos su fuerza convertida en confianza en él y en nosotros mismos.

## INDICE

<b>1.</b>	<b>Introducción</b>	1
	1.1. Antecedentes	1
	1.2. Descripción del lugar	1
	1.2.1. Distrito de Chocos, datos generales.	1
	1.2.2. Transporte y Comunicación.	2
	1.2.3. Materiales.	3
<b>2.</b>	<b>Objetivos</b>	4
<b>3.</b>	<b>Secuencia de Trabajo</b>	5
<b>4.</b>	<b>Elementos del Reforzamiento con Geomalla</b>	6
	4.1 Adobe	6
	4.2 Geomalla	6
	4.3 Viga solera	7
	4.4 Contrafuertes	8
<b>5.</b>	<b>Línea Base de Alcance y Gestión de Tiempo del Proyecto</b>	9
	5.1 Línea Base del Alcance	9
	5.2 Gestión del Tiempo	16
<b>6.</b>	<b>Ejecución</b>	21
	6.1 Cimentación	21
	6.2 Geomalla	26
	6.3 Muros	37
<b>7.</b>	<b>Análisis de actividades realizadas y costos</b>	46
	7.1. Rendimientos de Partidas Especiales	46
	7.2 Rendimientos de Partidas Comunes	50
	7.3 Verificación de Tiempo	52
	7.4 Mano de Obra por Partidas	55
	7.5 Materiales y Herramientas	59

7.6 Costos Reales en Obra	60
7.7 Análisis de Precios Unitarios de Partidas Especiales	64
<b>8. Capacitación</b>	<b>73</b>
<b>9. Lecciones Aprendidas</b>	<b>87</b>
<b>10. Conclusiones</b>	<b>90</b>
<b>11. Recomendaciones</b>	<b>97</b>
<b>12. Bibliografía</b>	<b>98</b>
<b>Anexos</b>	



## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. *Antecedentes*

Después del terremoto de Pisco 2007, durante los años 2007-2010 el grupo ROCHE desarrolló un proyecto de reconstrucción de las casa que colapsaron a causa del sismo en el distrito de Chocos, Provincia de Yauyos, Departamento de Lima. Se utilizó el refuerzo de muros de adobe con Geomalla, basado en la tecnología desarrollada por la PUCP. Fueron alrededor de 30, las casas reconstruidas, involucrando a casi toda la población.

A inicios del presente año se dio inicio al proyecto de reforzamiento del colegio I.E. 20137 San Cristóbal de Chocos ubicado en el distrito de Chocos. En el marco del proyecto “Reduciendo el Riesgo Sísmico de Escuelas en el Perú Rural”. Este proyecto involucró a organizaciones no gubernamentales como Geohazards International (GHI) y Estrategia, así como la Universidad de Stanford y la Pontificia Universidad Católica del Perú.

El anteproyecto fue un logro de un trabajo en equipo, formado por distinguidos profesionales y estudiantes de las instituciones GHI, Stanford y la PUCP. La técnica y esencia del reforzamiento se basaron en la metodología desarrollada en la PUCP enfocada hacia las viviendas de adobes.

La experiencia con el grupo ROCHE fue de gran ayuda para este proyecto, ya que los pobladores conocían los materiales principales y sus funciones en el reforzamiento estructural de las casas; así como, la ubicación de vetas de los materiales procedentes de la zona.

### 1.2. *Descripción del lugar*

#### 1.2.1. **Distrito de Chocos, datos generales.**

*“El distrito de Chocos, se ubica en la zona sur de la provincia de Yauyos y al sur este del departamento de Lima. Su altitud sobre el nivel del mar varía desde los 986 (Huancapucquio) hasta los 4,200 metros (Chiriurco) parte alta del anexo de Chancachi. La capital del distrito se encuentra a los 2520 metros sobre el nivel del mar.”*

El territorio de Chocos abarca 23,631.25 m<sup>2</sup> de superficie. Tiene 1152 habitantes, 574 hombres y 578 mujeres, contabilizando sus ocho anexos (San Miguel, Chancachi, Lambras, Totorá, San José, San Mateo, Pueblo Nuevo y Huancapucquio) Su orografía es muy irregular ya que el Distrito está formando por quebradas, lomadas, colinas, planicies y pequeños valles; asimismo entre los cerros más importante citamos: Ullancaypunta, Chiriurco, Chiwipunta, Puhuaypunta y Vayapunta.

### 1.2.2. Transporte y Comunicación

**Teléfono**, se cuentan con alrededor 3 teléfonos privados y 1 público, este último se encuentra en las instalaciones de la Municipalidad de Chocos, y funciona con tarjetas telefónicas que exclusivamente se venden en la región de Yauyos. Actualmente se viene realizando un proyecto del Estado en convenio con la empresa Claro, para extender la señal satelital y contar con teléfonos móviles, se estima que los trabajos culminarán en el mes de Octubre del año 2011.

**Vía**, cuenta con una sola ruta desde Lima con un tramo final de aproximadamente 40 km de trocha. El tiempo de viaje hasta el Distrito Chocos es de aproximadamente 5 horas en movilidad mediana, y 7 en movilidad pesada privada.

La manera de acceder normalmente es por medio de buses interprovinciales públicos, con el siguiente recorrido:

#### *IDA*

- Lima - Cañete: vía bus interprovincial, 3 horas de viaje. Los buses parten en promedio cada 20 min durante las mañanas. Por las tardes y noches, varía.
- Cañete Centro – Cañete Imperial: hay diversos medios comunes para el transporte (taxis, colectivos, buses públicos, etc.), 15 minutos.
- Cañete Imperial – Distrito de Chocos: solo hay un medio de transporte público, dos buses de confort moderado, 5 horas. Las salidas son 3 veces por semanas, los días martes, jueves y sábados a las 12:30 pm. También se cuenta con camiones de carga en el mismo horario, pero son muy limitados.

### RETORNO

- Distrito de Chocos - Cañete Imperial: solo hay un medio de transporte público, dos buses en estado moderado, 4 horas. Además, las salidas son 3 veces por semanas, a las 12:30 pm los días miércoles, viernes, domingos.
- Cañete Imperial – Cañete Centro: similar que a la ida.
- Lima - Cañete: similar que a la ida.

### 1.2.3. Materiales

En Chocos hay poca presencia comercial, solo se cuenta con pequeñas bodegas que proveen alimentos y materiales domésticos esenciales.

Los materiales de construcción se proveen desde Lima, Cañete Centro y Cañete Imperial. Excepto los recursos nativos como arena, arcilla y piedras de excavaciones cercanas.

**La arena**, se ubica una cantera aledaña a la carretera a 40 min de viaje en camión. La cantera está ubicada en quebradas con posibilidad de deslizamientos.

**La piedra**, se recicla de las excavaciones de obra.

**La arcilla**, se cuenta con una veta un poco contaminada con arena, dentro del Distrito de Chocos.

## 2. OBJETIVOS

El objetivo general del proyecto es validar la propuesta de reforzamiento con geomalla de construcciones de adobe. Para ello se monitoreará y documentará la ejecución de una obra de reforzamiento con geomalla de un local escolar de adobe en la localidad de Chocos en la provincia de Yauyos.

Los objetivos específicos de esta tesis son: Mejorar el comportamiento sísmico de un centro educativo, obtener rendimientos y precios unitarios de partidas de reforzamiento, y realizar un listado de lecciones aprendidas del proceso de reforzamiento con geomalla que pueda ser de ayuda en futuros proyectos.



### 3. SECUENCIA DE TRABAJO

El trabajo de tesis se realizó en cuatro etapas:

#### 1. **Planeamiento del Proyecto de Reforzamiento**

El planeamiento de este proyecto se basó en los conceptos de la Gestión de Alcance y Gestión de Tiempo del Project Management Institute, PMI (PMBOK Guide, 2010). Uno de los objetivos de la gestión del alcance es la determinación la línea base del alcance. La línea base del alcance es la descripción detallada del proyecto y del producto a partir de entregables, supuestos y restricciones.

El objetivo de la gestión de tiempo fue alcanzar las metas del proyecto dentro del plazo esperado por medio del cronograma del proyecto. Para realizar la línea base y el cronograma se siguieron los procesos propuestos por el PMI.

Con base en estos conceptos se elaboraron la Línea Base del alcance y la gestión de tiempo del proyecto (Listado de Actividades o Partidas, determinar plazos de cada actividad, secuenciar las actividades, obtener el Cronograma del Proyecto).

#### 2. **Ejecución del proyecto:**

Con base a los resultados obtenidos en el punto uno se realizaron las siguientes actividades: Monitoreo de procedimientos de construcción, seguimiento de las actividades día a día, capacitación a la población (elaboración de adobes, colocación de geomalla, construcción y acabados) y documentación de procesos, necesidades, insumos y equipos.

#### 3. **Análisis de Rendimientos y Precios Unitarios.**

Con base a los datos recopilados en campo se realizó el análisis de rendimientos y precios unitarios de algunas partidas del reforzamiento.

#### 4. **Elaboración de reportes.**

Se reportaron problemas u oportunidades encontradas en la obra, recomendaciones y resultados de la transferencia de capacidades a la población. Verificación de cronograma estimado.

#### 4. ELEMENTOS DEL REFORZAMIENTO CON GEOMALLA

Los elementos empleados para reforzar una estructura con geomalla son:

##### 4.1 Adobe

El adobe es un ladrillo a base de barro y paja en diversas proporciones. Comúnmente su fabricación es artesanal. La densidad del bloque de adobe es de  $1600 \text{ kg/m}^3$ .

La manipulación de los bloques de adobes es el mismo que para cualquier tabiquería.

El producto como bloque independiente es muy económico, abundante y reciclable.

En la Sierra del Perú se emplean masivamente para la construcción de viviendas y colegios. Y gracias a su espesor, densidad y propiedades del material proveen aislamiento térmico y acústico, además de tener gran resistencia al fuego.

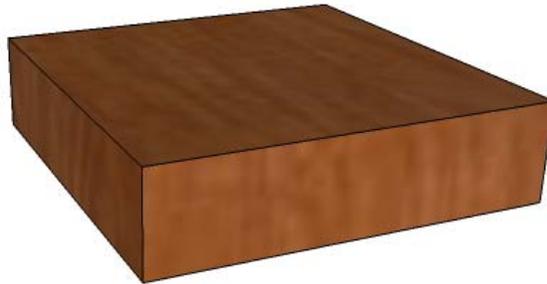


Fig. 4.1 Bloque de adobe. Medida tradicional 40x40x10cm

##### 4.2 Geomalla

La geomalla tiene diversas aplicaciones, según sea su tipo puede usarse para carreteras, estructuras en suelo reforzado, aeropuertos, revestimiento hidráulico, reforzamiento de muros, etc.

El Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú, Norma E080 valida su uso para reforzar construcciones de tierra.

En la Pontificia Universidad Católica del Perú se han realizado ensayos sísmicos para analizar el comportamiento estructural de muros de adobe reforzados con geomalla. Y se ha demostrado la buena compatibilidad de ambos materiales para trabajar como un solo elemento estructural. Mientras el muro de adobe absorbe los esfuerzos de compresión, la geomalla toma las tracciones.

El conjunto adobe-geomalla ha mostrado mayor rigidez, resistencia y desempeño dúctil. (Torrealva, 2009).

La geomalla usada fue del tipo biaxial y suministrada por rollos de 3m x 75m.

Tiene alta resistencia a la tracción en dirección longitudinal y transversal

Su instalación es sencilla y no requiere de mano de obra especializada. El anclaje en los extremos debe ser desde el sobrecimiento hasta el techo.

El anclaje en el plano del muro debe estar distribuido en toda el área de muro cubierto, con cintas plásticas (rafias) que pasen a través del muro por perforaciones espaciadas cada 30cm.

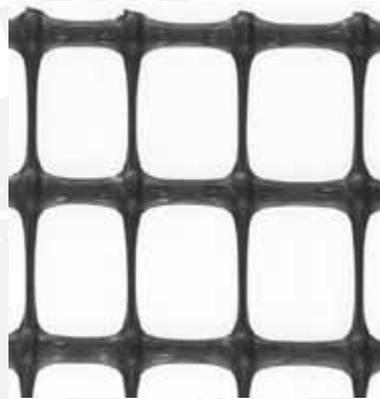
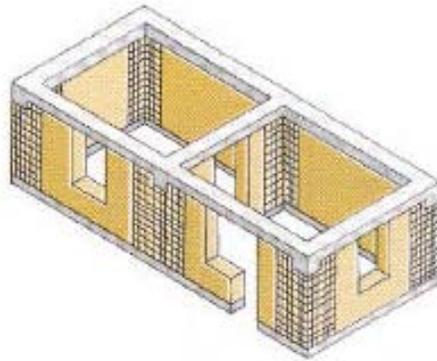


Fig. 4.2 Pieza de geomalla biaxial.

#### **4.3 Viga solera**

La función de la viga solera en este reforzamiento consiste en conectar todos los muros de adobe. De esta manera el módulo se comporta como una sola unidad ante la acción de fuerzas sísmicas. Esto fue propuesto por el proyecto COPASA en el año 2001, y se ejecutó para un total de 350 casas. Se debe tener en cuenta que los diseños mostrados se utilizaron considerando la tipología de las viviendas piloto, en el que los ambientes sean multiusos, de 3.20 m en planta como máximo y 2.10 m de altura en la parte más baja, con techo inclinado ligeramente para ganar altura en la fachada posterior.



## La viga collar

Esta viga es la que permite **AMARRAR** todas las paredes que acabamos de reforzar con malla, de tal manera que la casa ahora es como una caja sólida !!.

Figura 4.3. Viga collar de Concreto Armado (Fuente: GTZ, COPASA, PUCP, 2005)

### 4.4 Contrafuertes

Ya que un muro de adobe no tiene ductilidad, se recomienda que cuando los muros tengan longitudes considerables o tengan alturas superiores a tres metros y sin refuerzo, se deba usar un elemento que lo sostenga. El contrafuerte también llamado Mocheta es un elemento perpendicular al muro que une la zapata con el muro, que modifica el comportamiento del muro de tal forma que este ya no se sienta voladizo sino una losa apoyada en tres bordes, con un comportamiento importante en la dirección horizontal.

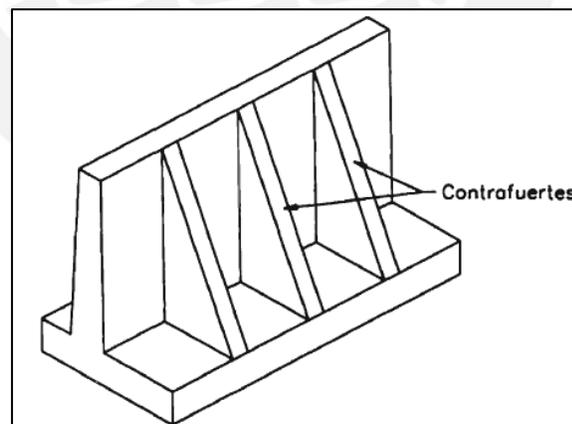


Figura 4.4. Esquema del comportamiento de muro con contrafuertes (Fuente: Harmsen, 2005)

## 5. LÍNEA BASE DE ALCANCE Y GESTIÓN DE TIEMPO DEL PROYECTO

En el proyecto se identificaron y siguieron diferentes procesos de Gestión de Proyectos. Uno de estos procesos es la formación de la línea base del alcance que pertenece al grupo de la Gestión de Alcance. El grupo restante se usó para la Gestión de tiempo. A continuación detallaremos el trabajo realizado.

### 5.1 Línea Base del Alcance.

Para determinar la línea base del alcance según el PMI, primero se definió el alcance del proyecto: Reforzamiento con geomalla de un local escolar de adobe en Chocos. Segundo, se determinó el enunciado del alcance: se documentaron los requisitos, se revisaron procesos anteriormente usados como por ejemplo los rendimientos de la CAPECO, se buscó el juicio de expertos, se analizó que se quería obtener y se identificaron alternativas para la ejecución y desarrollo del trabajo del proyecto. Tercero, se obtuvo la descripción del alcance: los entregables, exclusiones, restricciones y supuestos del proyecto.

Para verificar y controlar el alcance se decidió realizar un conjunto de mediciones dentro del proceso constructivo. A continuación se presenta la línea base del alcance propuesto para este proyecto:

El proyecto de reforzamiento considera elementos como la geomalla, contrafuertes y viga solera (Fig. 5.1). Las actividades a desarrollar son excavar el terreno para vaciar la cimentación que servirá como enganche para la geomalla, levantar los contrafuertes, reducir los vanos de las ventanas rellenándolos por sus lados, colocar geomalla alrededor de los muros de adobe, habilitar y colocar el acero para la viga solera (Fig. 5.1), vaciar la viga solera, levantar los tímpanos, colocar geomalla en tímpanos, colocar viga escalera, colocar tijerales, colocar correas de madera que conecten los tijerales y sean la base para la cobertura, colocar cobertura, colocar puertas y ventanas. En la imagen 5.2 se puede observar el local escolar y los nombres como se conocerán las ubicaciones de esta.

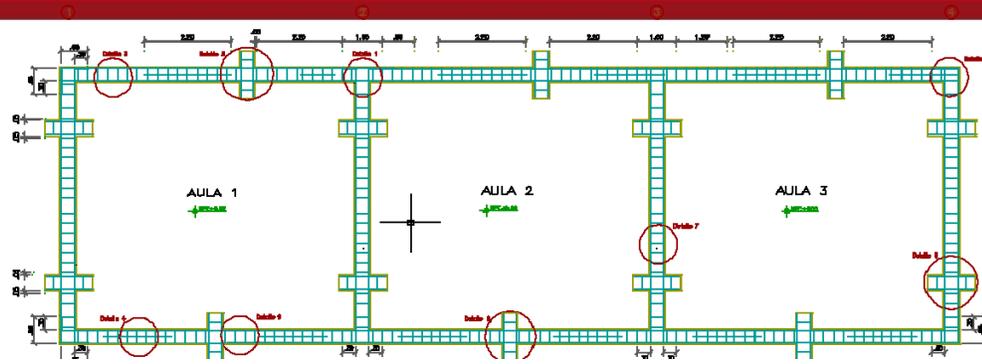


Figura 5.1 Planta de Viga Solera



5.2 Vista en 3D del local escolar

El proyecto especificaba utilizar geomalla en todo el perímetro interior y exterior de la escuela, colocar 28 contrafuertes de 1.20 x 1.20 de sección y una viga solera de concreto armado” (ver figura 5.1). En el caso de la viga solera se determinó que esta sea de concreto armado.

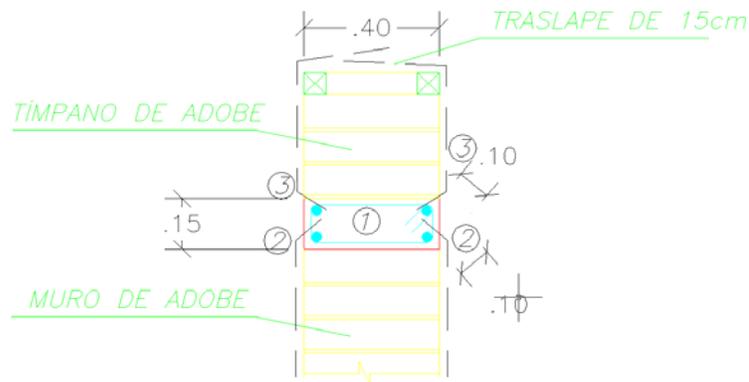


Figura 5.3 Corte de Viga Solera

La cimentación corrida tendrá una forma trapezoidal para sujetar correctamente a la geomalla. Sus dimensiones serán con 40 cm de ancho en la superficie y 20 cm de ancho en la base a 30 cm por debajo de la superficie natural del terreno, esto para facilitar la colocación y el ajuste de la geomalla con el muro.

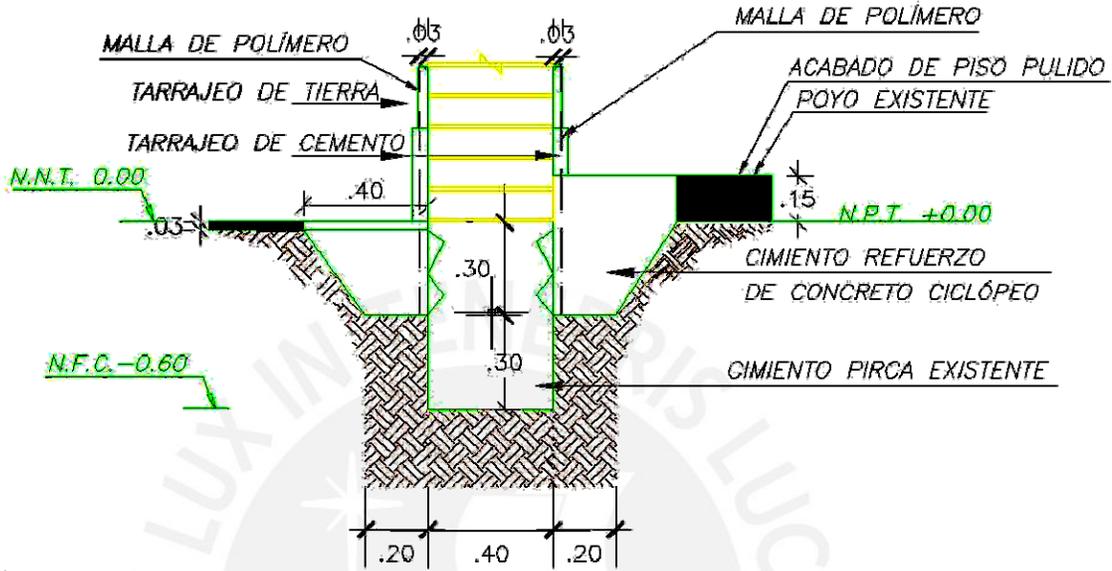


Figura 5.4 Corte de Cimentación para Muro

Los contrafuertes son elementos adicionales a la construcción existente del pabellón, por ello requieren su propia cimentación. La excavación de esta cimentación tendrá una profundidad de 105 cm por debajo de la superficie, y dimensiones de 1.20 m x 1.20 m por contrafuerte.

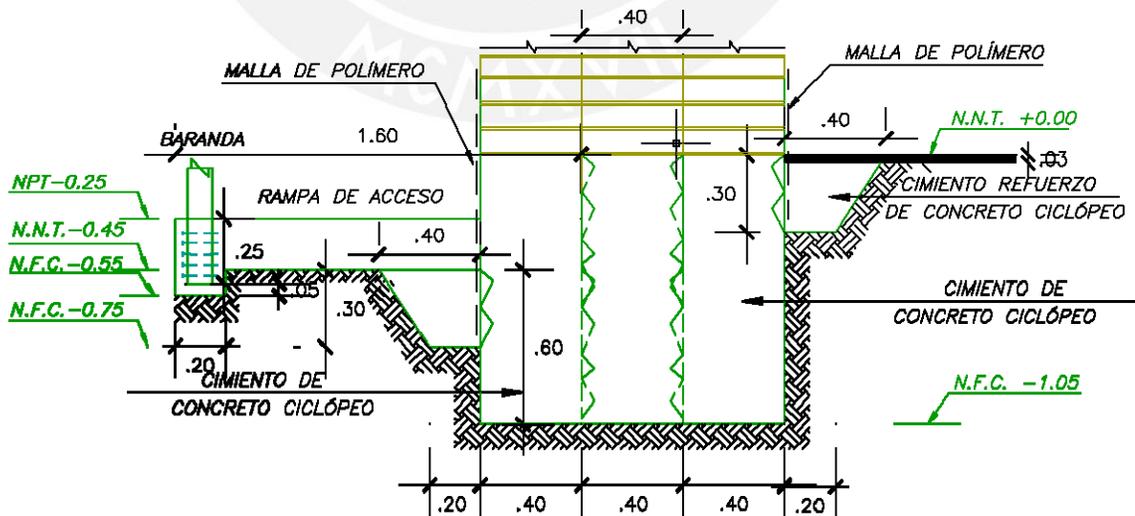
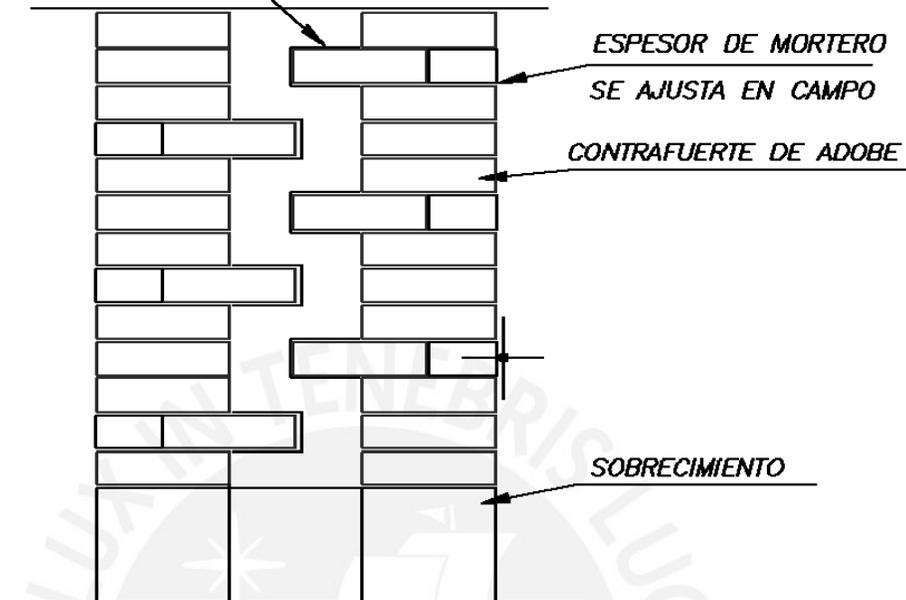


Figura 5.5 Corte de Cimentación para Contrafuerte

Los vanos amplios se rellenaran por los lados. El relleno se conectará con el muro existente se realizará por medio de dientes. Para lo cual se picarán adobes del vano a rellenar como se ve en la figura 5.7.



CONEXIÓN EN CONTRAFUERTES

Figura 5.6 Dientes para unión Muro-Contrafuerte

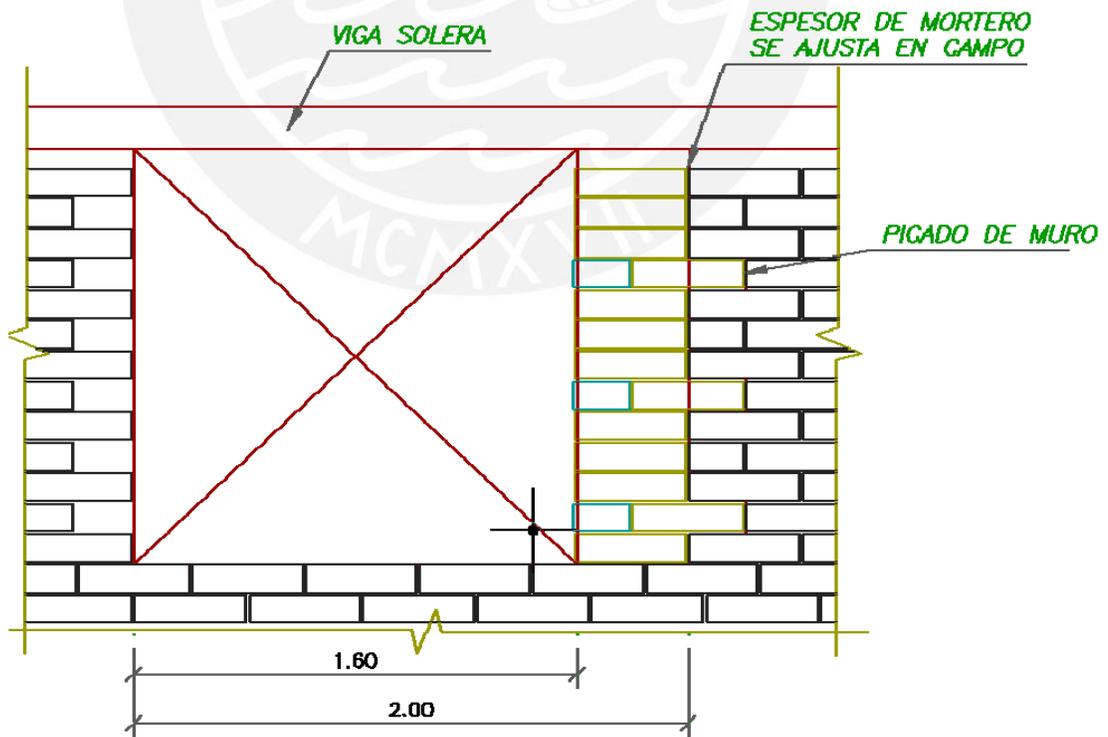


Figura 5.7 Dientes para unión Muro-Muro

La perforación y amarre de geomalla se realizará con un arreglo de “tres bolillo” como se ve en la figura 5.8. Esta forma mejora el desempeño de los amarres pues asegura que los esfuerzos se distribuyan uniformemente. Por los orificios se traspasan rafias cuyas funciones son ajustar y conectar las geomallas de ambas caras del muro (figura 5.9).



Figura 5.8 Perforación en tres bolillo

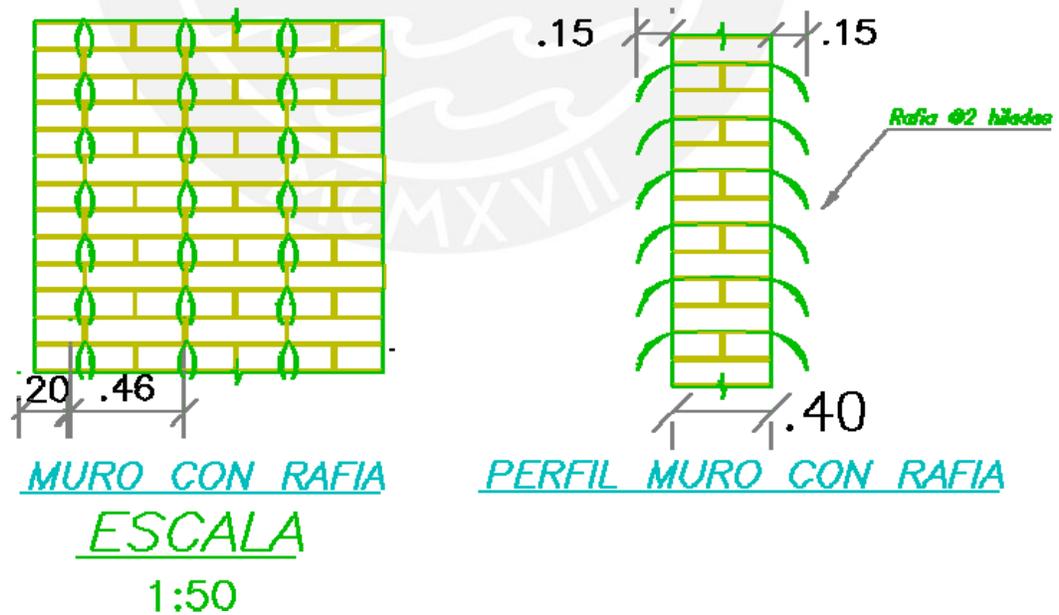


Figura 5.9 Elevación y Corte de Muro con Rafia

La colocación de la geomalla se condicionó por la altura del muro, la geomalla tiene dimensiones de 3m x 75 m. Cuando la altura del muro sea menor a 3 m. la geomalla se correrá verticalmente, esto facilita el corte y colocación ya que sólo debe cuidar las medidas longitudinales. Cuando la altura del muro sea mayor a 3 m. la geomalla se colocará horizontalmente, cortando la geomalla según la altura requerida.

Para acelerar el proceso constructivo así como para reducir la cantidad necesaria de geomalla debido a su alto costo y luego de analizar los planos se decidió: Correr la geomalla verticalmente en las caras exteriores de los muros, correr la geomalla horizontalmente en las caras interiores, y que el empalme entre tramo y tramo tendrá una mínima longitud de 20 cm

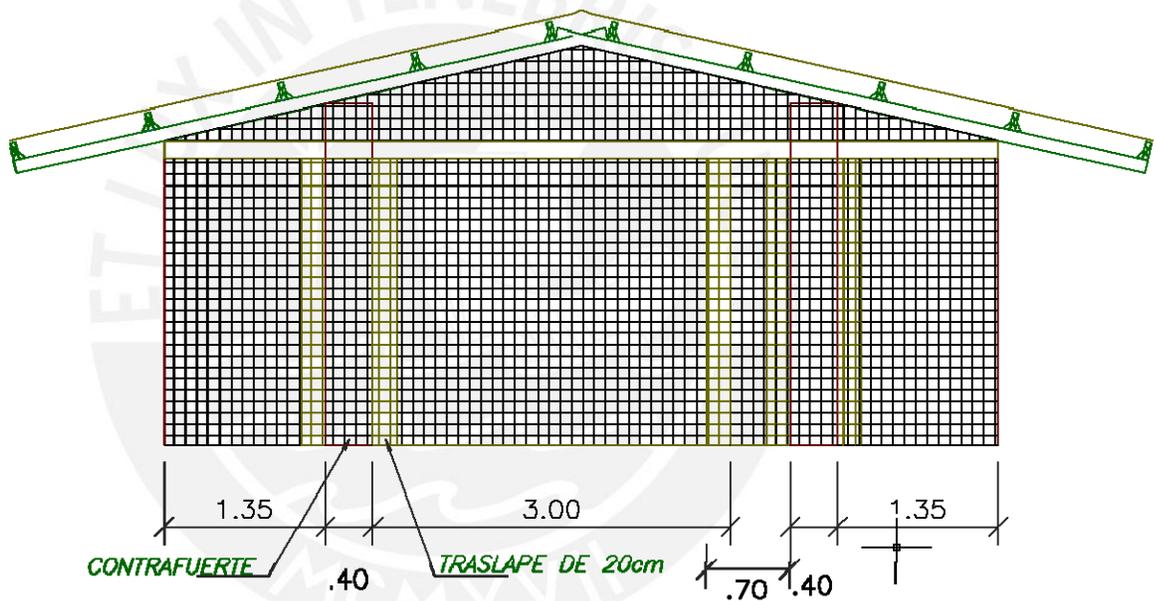


Figura 5.10 Orden de Colocación de Geomalla

El techo se sostendrá por medio de tijerales de madera y tímpanos de adobe (un tímpano por salón, 2 tímpanos laterales y 2 tímpanos internos). Los tijerales tendrán una armadura en forma de "w", las uniones se realizarán con pernos. Los tímpanos serán de adobe. Sobre el tímpano se colocará una viga escalera. Las correas serán de madera y serán la conexión entre tijerales y viga escalera. Se colocarán 4 arriostres por salón que unirán muro con muro.

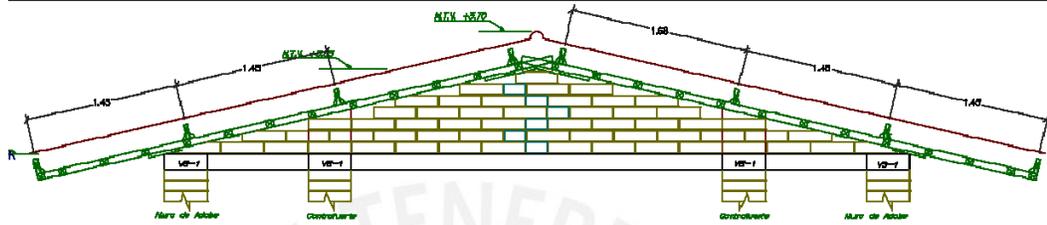
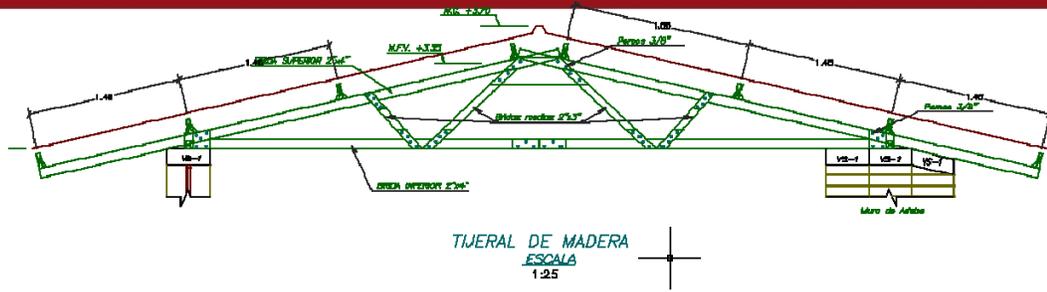
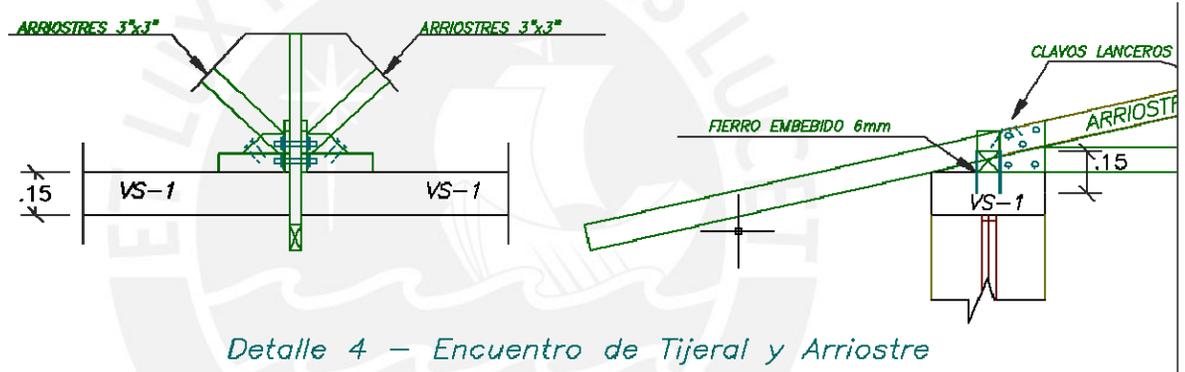


Figura 5.11 Tijeral (arriba) y Tímpano (abajo)



Detalle 4 – Encuentro de Tijeral y Arriostre

Figura 5.12 Detalle de uniones entre Tijeral y Arriostre

Se construirá una rampa como acceso y salida de cada salón para la evacuación del colegio, pues permite una rápida y ordenada evacuación. Esta rampa será paralela al muro frontal de la escuela para no reducir el área de patio libre.

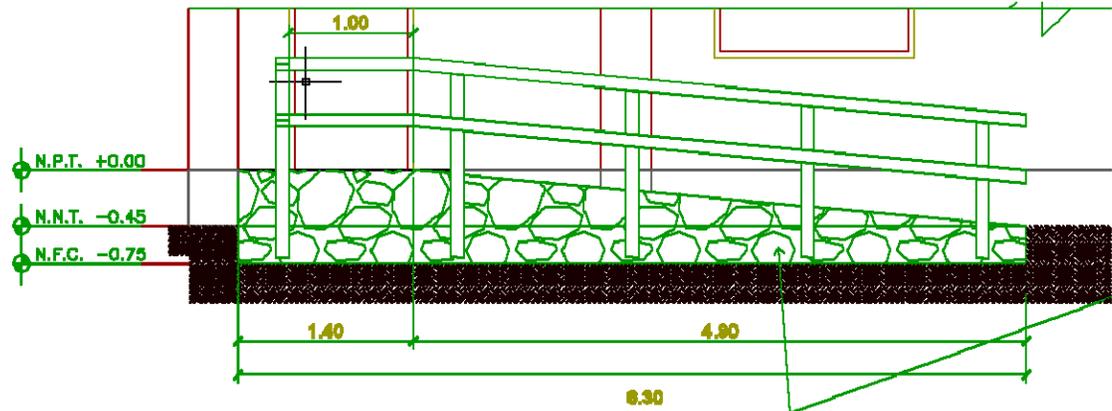


Figura 5.13 Rampa Diseñada

Se realizarán capacitaciones a lo largo de la ejecución del proyecto para incentivar el interés de la población por el proyecto. Se mostrarán los peligros que existen al vivir en una casa de adobe para que el poblador entienda lo importante que es reforzar las casas de adobe con geomalla. Se instruirá al trabajador como realizar el correcto procedimiento constructivo de reforzamiento de construcciones de adobe.

## 5.2 Gestión del Tiempo

Con el alcance ya definido se procedió con la gestión del tiempo. Para ello se subdividió el trabajo en partidas, se planificó el trabajo que se debe desarrollar, se ubicó una lista de partidas estándar que se usaron como referencia, y así se obtuvo la lista de partidas. Al tener las partidas definidas se identificaron y documentaron las relaciones entre las actividades del proyecto, se estableció una secuencia lógica entre ellas. A continuación se presentará el listado de partidas que se han identificado serán necesarias en el proyecto.

**Tabla 5.1**

<b>PARTIDAS CONSTRUCTIVAS</b>
<b>Adobes</b>
Práctica y hacer adobes
<b>Demolición, desmontaje y eliminación de escombros</b>
<i>Demolición de muro</i>
<i>Desmontaje del techo</i>
<i>Demolición de revoque</i>
<i>Demolición de tímpanos</i>
<i>Demolición de dinteles</i>
<i>Desmontaje del muro para los muros contrafuertes</i>
Transporte de materiales/equipos de Cañete (cemento, acero, tablas para encofrado)
Transporte de materiales/equipos de Lima (geomalla, cobertura, madera, perno)
<b>Topografía</b>
Trazo y replanteo en campo
<b>Excavaciones</b>
Excavación, compactado, reciclaje y eliminación – exteriores
Excavación, compactado, reciclaje y eliminación – interiores
<b>Cimiento de concreto simple</b>
<i>Mini-cimientos por los contrafuertes</i>
<i>Solado en cimiento corrido. Cimiento externo</i>
<i>Solado en cimiento corrido. Interno en las aulas</i>

<b>Mampostería</b>
<i>Muro contrafuerte de sogá adobes 40x40x10</i>
<i>Relleno de muro en ventanas con adobes de 40x40x10</i>
<b>Geomalla</b>
Marcar y hacer perforaciones en muro
Pasado de rafias en muros existentes de adobe
<i>Medir y cortar los paneles de la geomalla</i>
<i>Colocar geomalla en muros</i>
<i>Colocar geomalla en contrafuertes</i>
<i>Adjuntar los traslapes</i>
<b>Viga Solera</b>
<i>Habilitación para colocar viga solera</i>
<i>Colocación del acero</i>
<i>Encofrado de viga solera</i>
<i>Vaciado de viga solera</i>
<i>Desencofrado</i>
<b>Tímpanos</b>
Hacer los tímpanos de adobe
Adjuntar las maderas & conexiones a los correos
<b>Estructuras de madera</b>
<i>Habilitar Tijerales " W "</i>
<i>Montar Tijerales " W "</i>
<i>Colocación de Correas de 2 " x6 " soporte de la cobertura y diagonales</i>
<b>Tarrajeo</b>
Excavación de suelo para tarrajeo
<i>Muros exteriores. Revoque de barro 1.5 cm primera capa</i>
<i>Muros interiores. Revoque de barro 1.5 cm primera capa.</i>
<i>Muros exteriores. Revoque de barro 0.5 cm segunda capa.</i>
<i>Muros interiores. Revoque de barro 0.5 cm segunda capa.</i>
<b>Cobertura</b>
Colocación de COBERTURA
<b>Piso</b>
Vaciado de piso
<b>Vereda y Rampa</b>
Encofrado vereda y rampa
Vaciado vereda y rampa
Desencofrado vereda y rampa
<b>Contrazócalos</b>
Colocación contrazócalos

<b>Carpintería de Madera</b>
Colocación de puertas y ventanas
<b>Cerrajería</b>
Colocación de Cerrajería
<b>Vidrios</b>
Colocación de vidrios
<b>Instalación Eléctrica</b>
Colocación de IIEE

El cronograma para el proyecto tiene la meta de concluir el proyecto en la época de vacaciones para no afectar al inicio del ciclo escolar y así realizar una correcta gestión de mitigación de riesgos.

#### Rendimientos usados para la Gestión de Tiempo

Para poder determinar el cronograma de la línea base, se usaron rendimientos de la CAPECO. Se determina cuánto tiempo y mano de obra se requerirá para cada partida. A continuación se presenta un cuadro con el resumen de las partidas que se usaron como referencia y en el anexo E se presenta el cronograma estimado.

**Tabla 5.2**

No.	PARTIDA	Rend Diario(8h)	Und	Mano de obra	Rend/MO
<b>1.00</b>	<b>MOVIMIENTOS DE TIERRAS</b>				
1.01	Trazo y replanteo	500	m2	3	166.67
1.02	Demolición de albañilería	16	m2	1	16.00
1.03	Demolición De Vereda De Concreto De 4"	32	m2	8	4.00
1.04	Excavación de cimentación	2.5	m3	1	2.50
1.05	Eliminación de material Excedente	6	m3	1	6.00
<b>2.00</b>	<b>CONCRETO SIMPLE</b>				
2.01	Cimientos Corridos	25	m3	8	3.13
2.02	Sobrecimientos	12	m3	8	1.50

<b>3.00</b>	<b>ENCOFRADOS</b>				
3.01	Encofrado de sobrecimiento	14	m2	2	7.00
	Desencofrado de Sobrecimiento	28	m2	2	14.00
3.02	Encofrado de viga típica	9	m2	2	4.50
	Desencofrado de viga típica	36	m2	2	18.00

<b>4.00</b>	<b>CONCRETO ARMADO</b>				
4.01	Vigas y Losas Macizas	20	m3	10	2.00
4.02	Fierro de Construcción				
	Colocación	250	kg	1	250.00

<b>5.00</b>	<b>REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDARURAS</b>				
5.01	Tarrajeo en interiores				
	Pañeteo	34	m2	1	34.00
	Tarrajeo	20	m2	1	20.00
5.02	Tarrajeo en Exteriores				
	Pañeteo	25	m2	1	25.00
	Tarrajeo	12	m2	1	12.00
5.03	Vestidura de Derrames	18	ml	1	18.00

<b>6.00</b>	<b>PISOS Y PAVIMENTOS</b>				
6.01	Piso de concreto de 2" sin colorear	120	m2	6	20.00
6.02	Vereda de 4" d 2 m d ancho				
	Reglado	30	m2	1	30.00
	Vaciado	100	m2	6	16.67

<b>7.00</b>	<b>CONTRAZÓCALOS</b>				
7.01	Contrazócalo de cemento, sin colorear, de 0,30 m. de alto, 2.0 cm.	17	ml	1	17.00

<b>8.00</b>	<b>PINTURA</b>				
8.01	Al temple de cielo raso y muros				
	Imprimación	45	m2	1	45.00
	Pintura	40	m2	1	40.00

En el caso de las partidas especiales existía información anterior en algunos casos, el restó sólo se estimó.

**Tabla 5.3**

Preparado de Muro para Geomalla	Se estimó
Colocación Geomalla	
Picado de Muro para Dientes	Demolición de albañilería
Asentado de Contrafuerte De 2.40 M	Se estimó
Asentado De Adobes tímpano de 0.90*7.00m	
Embarrado de Muros	Revoques, Enlucidos Y Moldaruras
Embarrado Tímpano	
Tarrajeo de Muros	
Tarrajeo Derrames	
Resane De Tarrajeo	
Resane Derrame	

## 6. EJECUCIÓN

A continuación se detallan los procedimientos constructivos, problemáticas y soluciones optadas durante la implementación de los diversos elementos de reforzamiento.

Se notará que en la explicación y detalle de cada subtema, se mencionarán actividades que no fueron indicadas en la línea base de alcance.

### 6.1. Cimentación

La geomalla como elemento que refuerza un muro de adobe trabaja a tracción durante un sismo. La geomalla se ancla, para soportar estas tracciones, a una cimentación corrida externa en el perímetro de todos los muros.

#### 6.1.1. *Excavación de la cimentación*

Para la excavación se usaron lampas, picos barretas, cinceles y combas.

Con estas herramientas se demolieron la vereda externa y los pisos interiores antes de la excavación.



Figura 6.1 Demolición de vereda y jardín.

Conforme se avanzó la excavación se encontraron rocas de gran tamaño que imposibilitaban continuar, ubicadas en su mayoría en el lado frontal que da al patio y en las zonas de las ventanas posteriores. Sólo en estos casos se modificaron las dimensiones de la cimentación a lo largo del muro y de la zona de ventanas posteriores respectivamente.

En la zona de las ventanas se toleró una disminución de 15 a 20cm en la profundidad de la cimentación; ya que por ser un muro pequeño (alfeizar), las fuerzas de tracción de la geomalla serán menores a las sometidas en un muro de altura completa.



Figura 6.2 Interrupción de la excavación a causa de la roca.

Al demoler la vereda se descubrió la pirca o cimentación de los muros. Esta pirca mostraba mucha irregularidad debido a que existían piedras que sobresalían hasta 10 cm desde la superficie del muro.



Figura 6.3 Exposición de piedras de la pirca respecto al muro.

La excavación de la cimentación del muro colindante al talud se trabajó con cuidado y bajo observación constante porque este talud era relleno sanitario y sostenía una roca de más de 1.20 m de diámetro con posibilidad de deslizamiento.



Figura 6.4 Roca inestable de 1.20m de diámetro



Figura 6.5 La distancia de la roca al futuro contrafuerte no excedería los 2cm. El peligro es inminente.

En la zona de las puertas, el nivel de fondo de cimentación de los vanos con la cimentación del lado externo del muro frontal, no coincidían.

En los vanos de las puertas la profundidad de cimentación quedó al mismo nivel que el interior del aula (a 30cm por debajo del nivel del piso terminado).

El fondo de cimentación del lado externo del muro frontal se realizó con la profundidad requerida de 30cm por debajo del nivel del terreno del patio.



Figura 6.6 Desnivel entre nivel de piso de las aulas y el patio.

#### 6.1.2. Limpieza y perfilado.

Se descubrieron las piedras de la pirca del muro hasta retirar parte del mortero viejo para desarrollar la adherencia y trabazón de la pirca con la cimentación nueva de la geomalla. La profundidad de penetración de la nueva cimentación con respecto a la pirca del muro fue de 5cm en promedio.



Figura 6.7 Exposición de la pirca del muro a causa del desnivel con el patio.

En el interior de los salones sólo se descubrió el sobrecimiento, porque la profundidad de excavación no lograba alcanzar a la pirca.

Se picó todo el perímetro del sobrecimiento formando hendiduras lo suficientemente pronunciadas. Esto para que al vaciar la cimentación de anclaje se formen conexiones mecánicas que trabajarán por fricción y trabazón.



**Figura 6.8**  
**Picado de sobrecimiento**  
**para mejorar la conexión de**  
**trabazón con la**  
**cimentación de anclaje.**

#### **6.1.3. Cimiento corrido de concreto simple (Mezcla)**

Debido a la falta de piedra chancada, la mezcla fue en base a mortero de cemento y arena con pocas piedras grandes.

La arena se tuvo que lavar previamente porque contenía sales y limos.

La dosificación usada por tanda, fue la siguiente: *1 bolsa de cemento, 3 bogíes de arena, 2 baldes de 20 lts de agua y piedra al 15% del volumen.*

La dosificación mencionada representó a 0.28m<sup>3</sup> de mezcla.

#### **6.1.4. Vaciado**

Luego de colocar la geomalla sobre los muros y ajustarla con rafia, se lavaron las piedras y se instalaron las rampas necesarias para el traslado del material.

Inmediatamente antes del vaciado, se procedía a humedecer las piedras y se aplicaba una lechada de cemento con agua sobre la superficie de pirca que hiciera contacto con la nueva cimentación.

El vaciado de toda la cimentación perimetral interior y exterior de los muros (aulas y contrafuertes) para anclar la geomalla se realizó por capas de aproximadamente 15 cm de alto, varillando la mezcla con retazos largos de madera, acero o incluso cinceles.

Durante el vaciado se ejerció constante presión sobre la geomalla para que quede correctamente ajustado al muro. Además se controló que la mezcla traspase las cocadas de la malla para que no queden vacíos



**Figura 6.9 Vaciado de cimentación de geomalla en base a mortero de arena-cemento y piedras grandes.**

Con el problema de las piedras sobresalientes de la cara externa del muro frontal, sumado al de no poder lograr la profundidad requerida por las grandes rocas que lo impedían, se decidió hacer un vaciado mayor al previsto.

Cabe mencionar que la función de la cimentación de anclaje de la geomalla era la de absorber las tracciones por medio del propio peso muerto.

En consecuencia, la dimensión del nuevo vaciado debió lograr un peso equivalente para que el anclaje de la geomalla sea adecuado.

Para este caso se analizó la funcionalidad y se concluyó implementarlo como una grada tipo asiento. La sección de la nueva cimentación del lado externo del muro frontal fue de 20 cm x 90 cm a lo largo de todo el lado externo del muro frontal.

## **6.2. Geomalla**

Los rollos de geomalla biaxial fueron de tres metros de ancho y 75 m de longitud. La longitud mínima de los empalmes fue de 20 cm entre mallas; del anclaje en la viga collar, 10 cm; y de la cimentación, 30 cm.

### 6.2.1. Corte



**Figura 6.10 Almacenamiento de cortes de geomalla.**

Los cortes variaron dependiendo su ubicación, si es que involucraban a las puertas, ventanas o inclusive a los contrafuertes y si era la cara interior o exterior del muro.

Para los cortes de las piezas de geomalla que corresponde al interior de las aulas se usó el largo del rollo; es decir, los 3 m de ancho eran suficientes para cubrir todo el alto del muro y se trató de cubrir la mayor longitud de muros con una cantidad mínima de cortes y en consecuencia, empalmes.

En el caso de los tímpanos se hicieron dos tipos de cortes. El primero fue en dos tramos inclinados distintos para cada caída del tímpano. El segundo fue el de hacer un corte horizontal con una altura mayor a la necesaria en los extremos con respecto al centro. En ambas hay mucho desperdicio y exceso de trabajo por lo que resulta indiferente optar por cualquier de las dos formas.

Se presentaron casos en los que se tuvo que conseguir un nuevo corte por falta de tamaño o en su defecto, se colocaron piezas para ser traslapadas y continuar con el tramo. Esto último se aceptaba siempre que no se ubicara en zonas de concentración de esfuerzos altos.

Como se presentaron casos en los que la profundidad de la cimentación solicitada no se lograba, se incrementó el tamaño de la geomalla, para que al llegar a la cimentación, tenga que dar un cambio de plano y formar una “L” entre el muro y la base de la cimentación.

En los cambios de dirección de la geomalla (puertas y esquinas de muros) se realizó un corte vertical de igual alto al de la profundidad de cimentación, por qué de otra manera, no se podría doblar la geomalla a causa de su dureza y rigidez.

### 6.2.2. Perforación de agujeros

La concepción inicial del proyecto fue usar herramientas de fácil obtención para el poblado.

Para la perforación de los muros de adobes se planteó usar retazos de las varillas de acero de  $\frac{1}{4}$ ”, comba de mano (5lbs) o martillo y agua para facilitar la penetración de la varilla.

El procedimiento fue: mojar la zona donde se realizará el agujero, dejar una especie de guía con la varilla, mojar la varilla e introducirla perpendicularmente al muro por medio de golpes con la comba.

Se recomienda que la zona a penetrar sea el encuentro de la “T” inversa que se forma entre las juntas de dos adobes alineados horizontalmente, por encima del adobe que los sostiene.

A continuación se muestran figuras de los ensayos realizados en el Laboratorio de Estructuras de la Sección de Ingeniería Civil de la Pontificia Universidad Católica del Perú.



**Figura 6.11a**  
Mojado de muro



**Figura 6.11b**  
**Formación de huella.**

**Figura 6.11.c**  
**Golpeteo de varilla.**



**Figura 6.11.c**  
**Constante mojado de varilla.**

Los muros originales del local escolar fueron elaborados con morteros que contenían muchas piedras pequeñas que impedían perforar el muro. Sumado a esto, las varillas fueron difíciles de manipular y se doblaron en poco tiempo de uso. En consecuencia, el uso de este método planteado se canceló por su bajo rendimiento y se cambió por el uso de taladros manuales de corriente.

Los taladros fueron de dos tipos, inalámbricos a base de batería de 14,4 voltios (rotaciones: 0 – 380 / 1.700 rpm) y de cable de 550 watts (rotaciones: 0 – 3.000 rpm), Las brocas usadas fueron de 50cm.

Los taladros a batería fueron menos eficaces por la necesidad de cargar constantemente su batería, a pesar de tener un juego adicional de batería para cada taladro.



**Figura 6.11**  
Perforación del muro de adobe para pasar la rafia.

### 6.2.3. Rafia

Las rafias se usaron para sujetar la geomalla a los muros y para coser sus traslapes.

La longitud necesaria para sujetar la geomalla fue de 60cm de longitud (40cm para atravesar el muro y 10 cm a cada lado para hacer el nudo).

Para facilidad se usó 70cm de longitud y como tenía que ser doble costura, la rafia se cortó en longitudes de 140cm.

Se colocó dos marcas en el terreno, plantando dos cinceles o retazos de fierros distanciados a 140cm, para separar el rollo de la rafia, cortarlos y conseguir los amarres de rafia en un periodo muy corto (Fig.5.12).

Para pasar la rafia por las perforaciones se usaron alambres para que funcionen como agujas para traspasar el muro.

Para coser los traslapes se usaron piezas de 70cm de rafia.



Figura 6.12 Técnica de corte de rafia, longitud 1.40m

#### 6.2.4. Colocación y amarrado de la geomalla

La geomalla debe sujetarse lo más junto posible a ambos lados del muro y estar bien anclado en su cimentación y viga collar, para que se desarrolle correctamente la ductilidad y resistencia del muro reforzado,

Antes del vaciado de la cimentación y viga collar se tiene que dejar instalada la geomalla en el muro.

Su colocación y amarrado fue en simultaneo para las dos caras de los muros.

Se empezó el amarrado desde una esquina superior y se terminó en la esquina inferior opuesta.

Este procedimiento tuvo un exhaustivo control para minimizar la formación de bolsas u ondulaciones de la geomalla en los muros. A fin de evitar las bosas u ondulaciones se tensaba lo suficientemente fuerte y se ejercía presión sobre la geomalla en el muro mientras se amarraban las rafias.



Figura 6.13  
Amarrado con rafia de la  
geomalla al muro.

Las bolsas formadas en el muro que no se pudieron evitar, se redujeron en tamaño sujetándolos con clavos simples (para madera) sobre los boques de adobes o mortero. En ningún caso se permitió que el clavo penetre la geomalla, porque la cortaba.

Las bolsas formadas en el sobrecimiento del muro no se pudieron controlar por la falta de clavos de material adecuado para su penetración, a pesar de que era un concreto pobre.



**Figura 6.14 Control con clavos de las ondulaciones de la geomalla colocada**

El mayor problema se presentó en el encuentro del muro con la cimentación de anclaje de la geomalla. La geomalla no se encontraba bien tensada y pegada al muro durante el vaciado de la cimentación, por lo que se formaron muchas bolsas en el encuentro con el muro.

El problema fue tan excesivo (de 4cm a 6cm sobresaliendo del muro) que no se pudo controlar con clavos y solo quedó por cubrirlo con el tarrajeo (Fig.5.15).



**Figura 6.15 Ondulaciones excesivas en el encuentro muro – cimentación de geomalla.**

En el caso de la viga collar, la geomalla se amarró sobre el refuerzo longitudinal dentro del núcleo de la viga. Cuando un estribo impedía doblar la geomalla a esta se le hacía un corte vertical.

Este procedimiento fue muy laborioso a causa de la gran cantidad de estribos en toda la viga collar y la geomalla de ambas caras del muro.

Para asegurar que la geomalla estuviera embebida en el concreto de la viga, se amarraron con rafia una con otra en ambos extremos.



**Figura 6.16 Colocación de la geomalla dentro de la Viga Collar**



**Figura 6.17** Detalle de instalación de la geomalla dentro del núcleo de la Viga Collar.

En lo que respecta a las ventanas, después de los vaciados de la viga y cimentación y la geomalla ya instalada en el muro, en un lado del muro la geomalla se cortó en la parte baja de la ventana y se doblaba hacia el lado opuesto. Al otro lado del muro, el corte era en la parte superior para que se pueda doblar la geomalla hacia el lado restante. Finalmente se cocían todos los traslapes con rafia.

La geomalla de los tímpanos se amarró a la viga escalera (instalada sobre los adobes). Su amarrado era de la forma típica, cuidando la longitud mínima de empalme.



**Figura 6.18** Acabado de sujeción de la geomalla en tímpanos.

### 6.2.5. Forma de anclaje en los contrafuertes

Los contrafuertes requerían cimentaciones nuevas externas al muro y se intentó realizar el vaciado de estas cimentaciones con la malla al interior para economizar en material y tiempo.



**Figura 6.19** Instalación de geomalla en cimentación de contrafuerte.

Esta técnica causó diversos problemas inconvenientes en el proceso constructivo, afectando principalmente el rendimiento del vaciado por el bloqueo de la geomalla de 3 metros de alto a más. A pesar de que se dobló la geomalla lo más que se pudo, fue muy incomodo trabajar sobre ello y más cuando se trataba de varillar la mezcla.

En el primer vaciado de la cimentación de dos contrafuertes, no se previó ningún medio para asegurar que la malla esté embebida en la mezcla y se colocó manualmente lo más alejado del encofrado.

Al desencofrar la cimentación se reveló que la geomalla había sido empujada y estaba muy expuesta a la superficie lateral. Esto no iba a desarrollar casi ninguna adherencia ni anclaje de la geomalla.



**Figura 6.20**  
**Vaciado al 50% de**  
**profundidad.**  
**Doblado de geomalla y**  
**sujeción para embeber la**  
**longitud necesaria en la**  
**cimentación del**  
**contrafuerte.**

Para el siguiente par de contrafuertes, se vació hasta el 50% de la altura y después los extremos de la geomalla se amarraron entre sí con la rafia ubicada en la mitad de la cimentación.

Esto fue de cuidado, pues se tuvo que asegurar que el mortero pase por las cocadas de la malla y no queden vacíos o formen cangrejas.

En estos contrafuertes que tenían la geomalla instalada inicialmente, el asentado de las primeras filas de adobes fue complicado.

La geomalla salía justo por el medio de la base para asentar el bloque adobe, en algunos casos 3cm a 4cm medidas desde la cara hacia el interior del contrafuerte. Esto causaba muchos inconvenientes para lograr que el primer bloque de adobe este completamente horizontal.

En consecuencia se tuvo que reducir las dimensiones de los primeros bloques de adobe para que pudieran ser asentados adecuadamente.

### 6.3. Muros

#### 6.3.1. Alineación de ejes y ubicación de contrafuertes

Las longitudes de los muros que se especificaban en el plano tenían variaciones de hasta 10 cm con respecto al real.

La ubicación de los contrafuertes se hizo respetando las longitudes que convenientemente influenciaban la mayor cantidad de muro posible.

La alineación de los contrafuertes entre sí es importante para asegurar que tengan la misma línea de acción durante un sismo.

#### 6.3.2. Adobes

La materia prima fue paja y arcilla. La arcilla fue conseguida al pie de la obra y desde una cantera cercana. Las medidas fueron basadas en los adobes originales. Los adobes al finalizar su secado, mostraron tamaños menores a los necesarios. En cuanto a los lados mayores no se presentaron variaciones superiores a los 5mm por lado. El promedio se mantuvo con una longitud de 40cm.

Mayor inconveniente se tuvo con el espesor de los adobes. El original fue de 10cm, mientras que el nuevo estuvo alrededor de los 9cm.

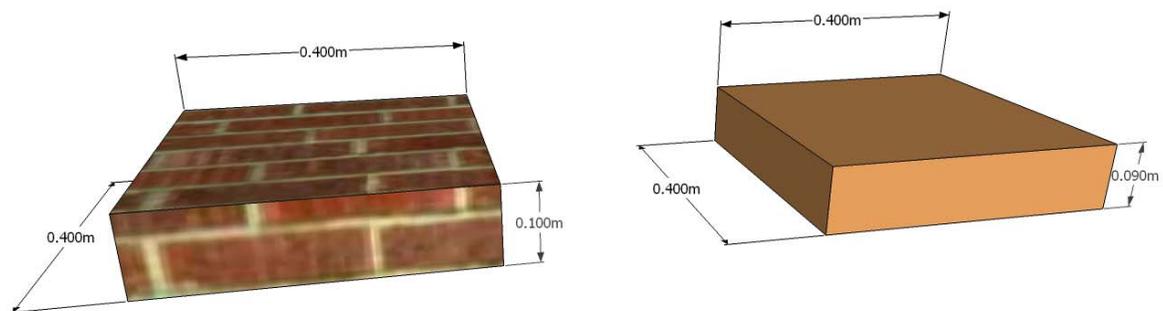


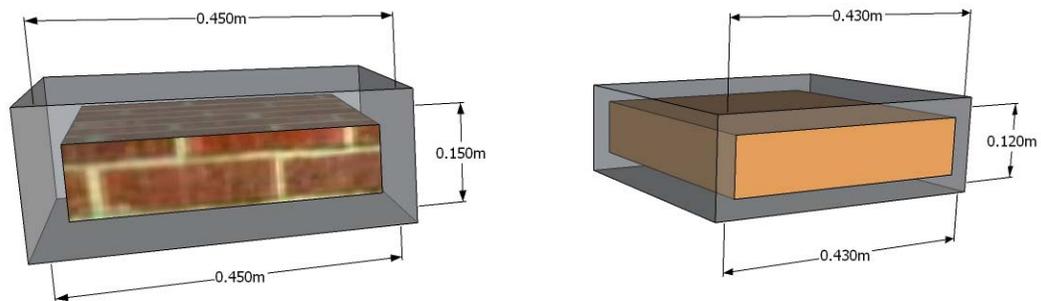
Figura 6.21a Bloque de adobe del muro original (lado izquierdo) y bloque de adobe nuevo (lado derecho).

En la concepción del proyecto no se consideraron las dimensiones promedio que tendrían el bloque de adobe ya colocado con el mortero.

El espesor promedio del mortero original fue de 5cm en promedio. Y el recomendado es de mínimo 2cm y máximo 3cm.

Durante la construcción se admitieron casos excepcionales de hasta 4cm de espesor por los inconvenientes en las conexiones muro-contrafuerte.

En la figura 5.21.b se esquematiza la diferencia final de medidas entre los bloques de adobes originales con los nuevos cuando se empleen en conjunto como un muro, relleno de ventanas o contrafuertes (adobe y mortero). Diferencia de espesor de 3 cm en total.



**Figura 6.21b** Bloque de adobe original en muro (lado izquierdo) y bloque de adobe nuevo en muro y/o contrafuerte (lado derecho). Las medidas están a ejes de los morteros.

### 6.3.3. *Conexión Muro-contrafuerte (dientes)*

Para ayudar a la unión de los muros con los contrafuertes y que trabajen juntos, estos se debían conectar por medio de dientes (mitades de bloques de adobes) distribuidos en la altura del muro.

La especificación de la ubicación de estas conexiones o dientes era colocarlas cada tres hiladas de adobes, logrando un total entre 4 y 6 dientes en toda la altura del contrafuerte, y cada una en el medio de la altura del agujero.

También se exigió que el corte del muro no dañe a más de un bloque del muro original y que su corte solo sea la mitad en profundidad (Fig. 6.21)



Figura 6.22 Corte o picado de dientes (mitades de bloques de adobe) para la conexión muro-contrafuerte.

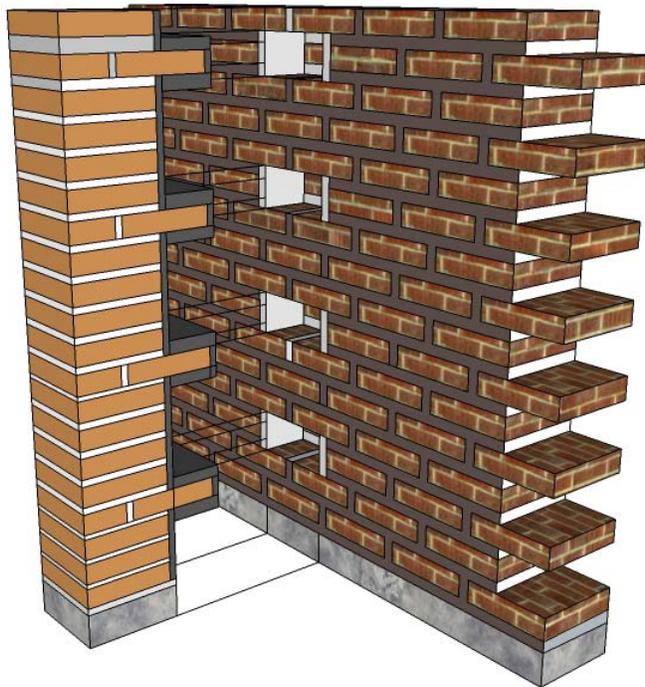


Figura 6.22a Conexión muro-contrafuerte de un lado del muro. Detalle de distribución de dientes en toda la altura del muro. El espesor del mortero usado en el contrafuerte fue variable en la altura de 2cm, 3cm y 4cm. El espesor de los morteros en los dientes fue de 5 a 6 cm

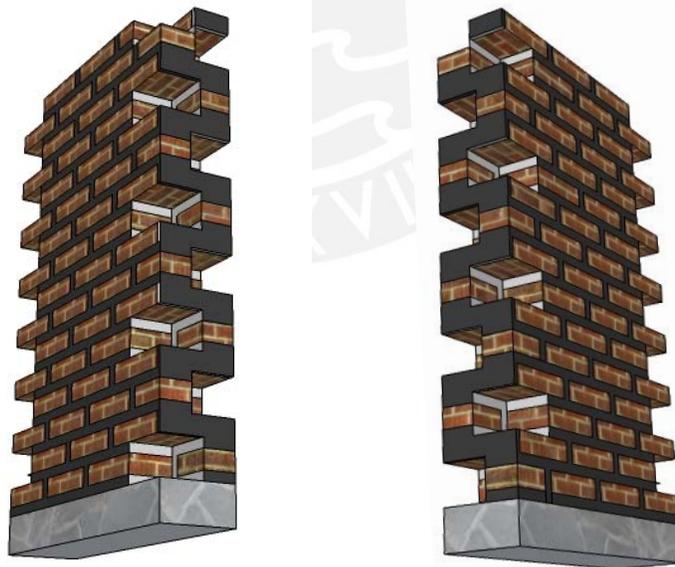
En el subcapítulo anterior se explicó las deficiencias de los bloques de adobe, haciendo hincapié al espesor.

Recordemos que el bloque de adobe original mide 10 cm de espesor y que el mortero usado fue de 5 a 6 cm. En cambio, los bloques nuevos tuvieron un espesor de 9 a 9.50 cm y el mortero usado en la construcción fue de 3 cm en promedio.

La acumulación de la deficiencia de tamaño en cuanto a adobe y mortero juntos, afectaría a la distribución de las conexiones muro-contrafuerte (dientes). Por lo que la distribución en cada contrafuerte sufrió ligeras variaciones.

Para poder entender mejor el problema podemos mencionar un ejemplo, el primer diente de un contrafuerte podría encajar perfectamente en el medio del agujero, pero alguno de los siguientes se hubiera ubicado muy pegado al límite superior, inferior o incluso simplemente no encajar. Este inconveniente se presentó en todos los contrafuertes.

Al problema anterior, se suma la exigencia de no dañar más de la mitad de la profundidad del muro para hacer el agujero o que los dientes de un contrafuerte a un lado del muro con su opuesto, no debían coincidir.



**Figura 6.22b Vista de perfil de un corte transversal del muro de adobe. Muestra de ubicación y distribución de dientes en el muro para los dos contrafuertes opuestos.**

A continuación se describe los detalles más importantes que se consideraron y establecieron para las conexiones muro-contrafuerte durante la construcción:

- La ubicación del diente coincidió justo con un bloque de adobe del muro original. El corte no involucró a otros adyacentes.
- El corte del muro, para los dientes, tuvo una profundidad de 20cm (la mitad de un bloque de adobe).
- El asentado de los dientes se hizo exactamente a la mitad de la altura del agujero, en la medida de lo posible.
- El espesor del mortero fue de 2cm como mínimo, y 4 cm como máximo en el contrafuerte. Se presentaron casos en los que se colocó hasta 6cm de mortero, pero fueron excepcionales y fueron dentro del muro original (en el diente).
- La cantidad promedio de dientes por contrafuerte fueron cuatro, pero en pocos casos se colocó hasta cinco.
- Se evitó la coincidencia en la ubicación de los dientes en un mismo nivel cuando se trataba de contrafuertes colindantes al mismo muro y siempre que se trate de un muro completo. Esto no se aplicó en los muros de las ventanas posteriores ni en las frontales (subcapítulo siguiente).
- El picado de dientes fue en dos etapas, primero las que tocaba al asentar la mitad de la altura del contrafuerte y luego el resto.

Con esto evitamos que los huecos del contrafuerte estuvieran descubiertos por más de un día y que se debilitara el muro.

#### **6.3.4. Retiro de bloques de adobes en ventanas**

Los muros posteriores, del colegio tenían dos ventanas grandes por aula, los cuales se exigió rellenarlos para reducir el ancho de los huecos entre muros.

Al notar que luego del corte del muro (para el relleno de las ventanas) quedaban muy angostos (Fig. 6.23) y sumado a la desestabilización del muro con el picado de los dientes para el contrafuerte, se prefirió demoler todo este tramo (Fig. 6.24).

Esto daba mayor facilidad para el asentado de la conexión muro, diente y contrafuerte; pero la cantidad de trabajo aumentó, lo cual fue un punto crítico en el avance de obra.



**Figura 6.23**  
Muro posteriores del colegio con ventanas grandes en ambos lados.



**Figura 6.24**  
Muro posteriores del colegio con ventanas grandes ya demolido.

### 6.3.5. Asentado de contrafuertes

El adobe es un bloque de tabiquería y por ende es que se asentó en dos tiempos, primero a la mitad de altura, y luego el resto.

Primero se colocó la cama de mortero, respetando que la altura promedio de esta sea de 3cm; luego el adobe previamente humedecido.

Ya nivelado y asegurándose que se encuentre bien ubicado, se procedió a llenar las juntas con mortero siempre vertiendo un poco de agua en las caras de los bloques comprometidos previamente.

Cuando se trataba de los dientes, es que primero se colocaba la cama de mortero (barro) y también la cara interna de la mitad del bloque cortado. Siempre vertiendo agua previamente a la colocación del barro. Ya colocado el bloque se rellenó con mortero las caras laterales y superior del hueco.



**Figura 5.25 Asentado de los adobes del contrafuerte.**

En el caso de la construcción del muro posterior demolido, es que realizó una serie de engranajes en la conexión muro, contrafuerte y diente.

Si bien para los muros completos se exigió no exceder la mitad de un bloque de adobe al momento de hacer los huecos o cortes para evitar debilitarlos, caso muy distinto fue para esta nueva conexión, pues el muro que se estaba realizando era nuevo y se aprovecharía para colocar los dientes de ambos contrafuertes opuestos en el mismo nivel.



**Figura 6.26 Asentado de muro y contrafuerte en simultáneo.**

En lo que respecta a los contrafuertes que ya tenían la geomalla instalada en su cimentación, tuvieron problemas de espacio para el asentado del adobe, ya que la geomalla irrumpía en el que le correspondía.

Para ello se tuvo que cortar el adobe unos cuantos centímetros para que el asentado sea posible. Cuando la geomalla sobresalía y sobraba en el área del asentado el adobe, se dobló la geomalla, cuidando siempre el nivel horizontal del adobe (Fig. 6.27).

Conforme se iba avanzando se notó que muchos de los trabajadores no vertían agua antes de echar el barro, o asentaban el bloque de adobe mucho tiempo después de haber sido humedecido, o inclusive se omitía esto.

#### 6.3.6. *Relleno de ventanas y la problemática con los dientes*

Para el caso de muros con ventanas los cuales no fueron derrumbados, se cortó parte de dicho muro hasta llegar a la ubicación correspondiente del contrafuerte. Y los bloques de adobe se descubrieron en forma de engranaje.



**Figura 6.27** Acabado de muro en forma de engranaje para la conexión con el contrafuerte.

En la mitad de altura del contrafuerte, los dientes se colocaron como en un muro sin demoler y sin que coincidan con los del contrafuerte opuesto.

En la segunda mitad del contrafuerte se colocaron como en el caso del muro demolido, coincidiendo los dientes entre los contrafuertes opuestos.

### 6.3.7. Asentado de Tímpanos y la prolongación de los contrafuertes

Ya culminado el fraguado de la viga collar y su desencofrado, se procedió a marcar el eje de los tímpanos para tener una sola alineación de la cumbrera y evitar que la cobertura, en su posterior instalación, muestre curvas y desalineación por tramos a lo largo de la longitud del colegio.

Para eso es que se marcaron puntos medios en los muros extremos y con un hilo tensado, es que se trazó el eje de los tímpanos.

El asentado del muro sigue el procedimiento típico de cualquier tabiquería.

La única diferencia es que al finalizar el asentado de los bloques enteros, aun quedan triángulos superiores vacíos los cuales se rellenaron con bloques pequeños de adobes para que se forme un solo línea de caída, o es decir, una pendiente continua.



Figura 6.28 Asentado de adobes en tímpanos

## 7. ANÁLISIS DE ACTIVIDADES REALIZADAS

Existen dos grupos de partidas a analizar, las Partidas Especiales y las Partidas Comunes. Las Partidas Especiales son aquellas que han sido usadas sólo en este tipo de reforzamientos; no existe información sobre rendimientos y precios unitarios detallada en la literatura. Las Partidas Comunes son aquellas que son usadas en distintas obras y por ende tienen valores que podemos usar y comparar con los del proyecto.

### 7.1. Rendimientos de partidas especiales.

El proceso para obtener los rendimientos consistió en tomar el tiempo en el que se completa una medida determinada de cada partida. Se tomaron aproximadamente 200 datos, de los cuales se escogieron los más homogéneos y coherentes. En oficina se trabajó con hojas de cálculo para poder determinar los rendimientos en campo.

Los rendimientos dependen de la unidad con la que fueron medidos y de la cantidad de Mano de Obra (MO) que lo realizó. Para obtener el Rendimiento por persona Unitario (Rend. Und.) se dividieron los rendimientos entre la cantidad real de Mano de Obra. Se promediaron los Rendimientos Unitarios por partida (Rend. Prom.). En la tabla 7.1 se muestran las mediciones y resultados. En el anexo C se presentan los datos obtenidos en obra.

**Tabla 7.1**

#	Partida	Rend	MO	Rend Und	Rend Prom	Und
1	Marcado Para Perforaciones	2.40	1	2.40	2.40	aula/hh
2	Perforación De Muro	58.50	2	29.25	29.63	orif/hh
		30.00	1	30.00		
3	Amarrado De Rafia	23.97	2	11.99	11.39	m2/hh
		21.58	2	10.79		
4	Cortado De Rafia De 1.20 M	443.08	1	29.54	29.76	m2/hh
		459.57	1	30.64		
		436.36	1	29.09		

5	Corte De Geomalla	10.91	2	5.45	6.75	ml/hh
		14.84	2	7.42		
		14.75	2	7.38		
6	Ajustan Geomalla Con Clavos	27.49	2	13.75	13.75	m2/hh
7	Amarrado Geomalla Tímpano Con Viga Escalera	4.73	2	2.36	2.36	m2/hh
8	Picado De Dientes De 0.40* 0.10 En Muro	0.18	1	0.22	0.27	m2/hh
		0.09	1	0.23		
		0.18	1	0.49		
		0.18	1	0.42		
		0.18	1	0.22		
		0.18	1	0.23		
		0.18	1	0.21		
		0.18	1	0.22		
		0.18	1	0.23		
9	Picado De Anclaje Contrafuerte	0.09	1	0.19	0.29	m2/hh
		0.09	1	0.30		
		0.09	1	0.32		
		0.09	1	0.32		
		0.09	1	0.34		
10	Asentado De Medio Contrafuerte De 2.40 M	0.69	1.5	0.69	0.67	ml/hh
		0.64	1.5	0.64		
		0.63	1.5	0.63		
		0.55	1.5	0.55		
		0.76	1.5	0.76		
		0.74	1.5	0.74		
		0.81	1.5	0.81		
		0.60	1.5	0.60		
		0.59	1.5	0.59		

11	Asentado De Contrafuerte Y Ventana Altura 2.40	0.31	1.5	0.21	0.34	ml/hh
		0.31	1.5	0.21		
		0.25	1.5	0.17		
		0.25	1.5	0.17		
		0.71	1.5	0.47		
		0.92	1.5	0.62		
		0.80	1.5	0.53		
		0.55	1.5	0.36		
12	Asentado De Adobes TÍMPANO DE 0.90*7.00 M	0.88	3	0.29	0.30	m2/hh
		0.86	3	0.29		
		0.97	3	0.32		
13	Mezcla De Mortero	2.00	3	0.67	0.77	m3/hh
		1.56	3	0.52		
		3.00	3	1.00		
		1.76	2	0.88		
14	Mezcla Para Adobe	2.18	4	0.55	0.55	m3/hh
15	Mezcla Para Tarrajeo	3.00	4	0.75	0.55	m3/hh
		2.57	10	0.26		
		3.27	5	0.65		
16	Embarrado Exterior	28.04	5	5.61	5.11	m2/hh
		16.02	3	5.34		
		25.36	6	4.23		
		15.75	3	5.25		
17	Embarrado Exterior	16.80	3	5.60	4.11	m2/hh
		15.35	4	3.84		
		13.58	3	4.53		
		14.79	6	2.47		
18	Embarrado Tímpano	9.45	4	2.36	2.36	m2/hh

19	Tarrajeo Muro Interior	9.54	3	3.18	4.56	m2/hh
		9.83	3	3.28		
		9.13	3	3.04		
		2.70	1	2.70		
		13.32	2	6.66		
		15.22	2	7.61		
		10.87	2	5.44		
20	Tarrajeo Muro Exterior	12.90	2	6.45	3.63	m2/hh
		4.92	1	4.92		
		15.53	3	5.18		
		8.88	2	4.44		
		1.57	1	1.57		
		4.32	3	1.44		
		5.89	3	1.96		
		15.52	3	5.17		
		1.54	1	1.54		
21	Conexión De Correa En Techo	103.80	2	51.90	51.90	m2/hh
22	Conexión De Correas Con Tacos	25.37	2	12.69	12.69	ml/hh
23	Resane De Tarrajeo	19.52	3	6.51	6.38	m2/hh
		5.70	1	5.70		
		25.86	4	6.47		
		34.56	5	6.91		
		12.67	2	6.34		
24	Tarrajeo Derrames	1.5	1	2.00	2.05	ml/hh
		1.5	1	2.09		
		1.5	1	2.00		
		1.5	1	2.09		
25	Resane Derrame	4.1	1	35.14	31.85	ml/hh
		4.1	1	30.75		
		4.1	1	30.75		
		4.1	1	30.75		

## 7.2. Rendimientos de Partidas Comunes.

Se obtuvieron los rendimientos de cada partida para hora hombre y para día hombre, de la misma forma como se obtuvieron los rendimientos de partidas especiales. En el anexo D se presentan los datos obtenidos en obra.

**Tabla 7.2**

	Partida	Rend	MO	Rendimiento promedio			
				1 hora	Und	8 horas	Und
1	Escombros	3.31	6	0.55	m3/hh	4.42	m3/dh
3	Demolición Vereda	2.70	3	0.90	ml/hh	7.20	ml/dh
4	Derrumbar Muro de 1.00*1.95	7.80	4	1.95	m2/hh	15.60	m2/dh
5	Excavación	1.70	5	0.34	m3/hh	2.72	m3/dh
8	Vaciado de Sobrecimiento de contrafuertes	0.72	2	0.36	m3/hh	2.88	m3/dh
9	Encofrado de Sobrecimiento de contrafuertes	1.73	2	0.86	m2/hh	6.91	m2/dh
10	Desencofrado de Sobrecimiento de contrafuertes	3.24	2	1.55	m2/hh	12.44	m2/dh
		2.98	2				
11	Desencofrado Viga	11.88	3	3.90	m2/hh	31.20	m2/dh
		11.78	3				
		10.80	3				
		12.34	3				
12	Armado de andamios	48.22	2	23.02	m2/hh	184.16	m2/dh
		46.50	2				
		43.40	2				
13	Vaciado Cimentación Corrida con Mezcladora	1.75	4	0.44	m3/hh	3.49	m3/dh
14	Vaciado Cimentación Corrida a Mano	1.01	6	0.13	m3/hh	1.06	m3/dh
		0.81	6				
		0.63	6				
		0.72	6				
14	Colocación acero viga correa	65.23	3	28.63	kg/hh	229.04	kg/dh
		67.20	2				
		61.09	2				

16	Traza en piso	50.22	3	16.74	m2/hh	133.92	m2/dh
26	Vaciado piso	4.48	2	2.31	m2/hh	18.45	m2/dh
		5.04	2				
		4.32	2				
17	Enrasado de piso	13.26	1	14.32	m2/hh	114.56	m2/dh
		15.05	1				
		14.65	1				
23	Contrazócalo Exterior	5.25	4	1.36	ml/hh	10.85	ml/dh
		5.38	4				
		2.82	2				
28	Limpieza	0.55	1	0.55	m3/hh	4.36	m3/dh
29	Encofrado rampa	0.90	2	0.48	m2/hh	3.80	m2/dh
		1.00	2				
30	Vaciado rampa	2.25	4	0.56	m3/hh	4.50	m3/dh
		2.25	4				
31	Reglado de Vereda	5.00	3	1.67	m3/hh	13.33	m3/dh
		5.00	3				
		5.00	3				
32	Imprimante	33.41	7	5.14	m2/hh	41.12	m2/dh
		38.81	7				
		19.40	4				
		21.56	4				

### 7.3 Verificación de Tiempo

Se verificará el cronograma estimado con el cronograma realmente obtenido en el trabajo de campo, con el fin de retroalimentar y actualizar la base de lecciones aprendidas. Este cronograma real de la obra se puede observar en el anexo G. Se observa que la obra terminó con un retraso de 3 días. Existen partidas que duraron más de lo planeado, porque se sobreestimó los rendimientos, y porque ocurrieron imprevistos como el de la existencia de rocas en el perímetro del local escolar. Al ver la obra con retraso se decidió incrementar la mano de obra para reducir el tiempo de cada partida (Crashing) y para poder realizar más partidas en paralelo (Fast Tracking).

Las partidas con mayor retraso fueron: Excavaciones, Cimiento de concreto simple y Estructuras de madera, el detalle se puede observar en la tabla 7.3. Las partidas con adelanto fueron: Colocación de Correas de 2 " x6 ", Colocación de Cobertura, Vaciado de piso, Colocar las puertas y las ventanas, el detalle se puede observar en la tabla 7.4.

Existieron partidas que no fueron consideradas al inicio del proyecto: Picado de dientes, Retiro y Eliminación de Desmonte, Corte de rocas, Recolección de arena, Retiro y Eliminación de Material Excavado, Cortado de Rafias, Habilitar Viga Escalera, Habilitar Correas de 2"x6", Resane Exteriores, Resane Interiores, Pintura, el detalle se puede observar en la tabla 7.3

**Tabla 7.3**

Nombre de tarea	Duración Estimada	Duración Real	Diferencia
<b><u>ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS</u></b>	<b>27</b>	<b>30</b>	<b>-3</b>
<b>Demolición, desmontaje y eliminación de escombros</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>-10</b>
Desmontaje del techo	1	2	-1
Demolición de revoque	1	2	-1
Picado de dientes		4	-4
Retiro y Eliminación de Desmonte		3	-3
<b>Excavaciones</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>-5</b>
Excavación, compactado, reciclaje y eliminación - exteriores	3	6	-3
Corte de rocas		3	-3
Recolección de arena		1	-1
Retiro y Eliminación de Material Excavado		2	-2

<b>Cimiento de concreto simple</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>-10</b>
Mini-cimientos por los contrafuertes	1	3	-2
Solado en cimiento corrido. Interno en las aulas	3	5	-2
<b>Mampostería</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>-1</b>
Muro contrafuerte de soga adobes 40x40x10	2	5	-3
Relleno de muro en ventanas con adobes	2	3	-1
<b>Geomalla</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>-4</b>
Cortado de Rafias		3	-3
Medir y cortar los paneles de la geomalla	1	2	-1
Colocar geomalla en muros	4	3	1
Colocar geomalla en contrafuertes	2	3	-1
<b>Viga Solera</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>-3</b>
Vaciado de viga collarín	1	3	-2
Habilitar Viga Escalera		1	-1
<b>Estructuras de madera</b>	<b>7</b>	<b>13</b>	<b>-6</b>
Habilitar Tijerales " W "	1	5	-4
Habilitar Correas de 2"x6"		6	-6
<b>TARRAJEO</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>-3</b>
Muros exteriores. Revoque de barro 0.5 cm segunda capa.	1	3	-2
Muros interiores. Revoque de barro 0.5 cm segunda capa.	1	2	-1
Resane Exteriores		2	-2
Resane Interiores		2	-2
<b>PINTURA</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>-3</b>
Base Exterior		1	-1
Base Interior		1	-1
Pintura Exterior		1	-1
Pintura Interior		1	-1
Pintura Contrazócalo		1	-1
<b>INSTALACION ELECTRICA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>-1</b>
Colocación de IIEE	1	2	-1

Tabla 7.4

Nombre de tarea	Duración Estimada	Duración Real	Diferencia
<b>ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS</b>	<b>27</b>	<b>30</b>	<b>-3</b>
<b>ADOBES</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
Práctica y hacer adobes	2	2	0
Demolición de muro	1	1	0
Demolición de tímpanos	1	1	0
Demolición de dinteles	1	1	0
Desmontaje del muro para lo contrafuertes	1	1	0
<b>Topografía</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Trazo y replanteo en campo	1	1	0
Excavación, compactado, reciclaje y eliminación - interiores	3	3	0
Solado en cimiento corrido. Cimiento externo	2	2	0
Marcar y hacer perforaciones en muro	3	3	0
Pasado de rafias en muros existentes de adobe	3	3	0
Habilitación para colocar viga collarín	1	1	0
Colocación del acero	1	1	0
Encofrado de viga collarín	1	1	0
Desencofrado	1	1	0
<b>Tímpanos</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
Hacer los tímpanos de adobe	1	1	0
Colocar viga escalera	1	1	0
Montar Tijerales " W "	1	1	0
Colocado de Correas de 2 " x6 "	2	1	1
Excavación de suelo para tarrajeo	1	1	0
Muros exteriores. Revoque de barro 1.5 cm primera capa	1	1	0
Muros interiores. Revoque de barro 1.5 cm primera capa.	1	1	0
<b>COBERTURA</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Colocación de COBERTURA	2	1	1
<b>PISO</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Vaciado de piso	2	1	1
<b>VEREDA Y RAMPA</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>0</b>
Encofrado vereda y rampa	3	3	0
Vaciado vereda y rampa	2	2	0
Desencofrado vereda y rampa	1	1	0
<b>CONTRAZOCALOS</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
Colocación contrazócalos	2	2	0
<b>CARPINTERIA DE MADERA</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
Colocar las puertas y las ventanas	4	2	2

<b>CERRAJERIA</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Colocación de Cerrajería	1	1	0
<b>VIDRIOS, CRISTALES Y SIMILARES</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Colocación de vidrios, cristales y similares	1	1	0
Colocación de IIEE	1	1	0

#### 7.4 Mano de Obra por Partidas

En el trabajo realizado en campo se observó que era importante anotar la cantidad de de Mano de Obra que realizó cada trabajo. A continuación se presenta un resumen de la mano de obra en campo, en el orden de: Partida analizada, mano de obra total usada en la partida, cantidad de Capataz, cantidad de operario y cantidad de peón. Se observó que no fueron necesarios oficiales. Los operarios se necesitaron en las partidas de asentado de los adobes tanto en muros, contrafuertes y tímpanos. En la obra sólo se tuvo la presencia de un maestro quién se considera como capataz en el presente cuadro.

**Tabla 7.5**

#	Partida	MO	MANO DE OBRA		
			CAPATAZ	OPERARIO	PEÓN
1	Marcado Para Perforaciones	1	0.1		1
2	Perforación De Muro	2	0.1		2
		1	0.1		1
3	Amarrado De Rafia	2	0.1		2
		2	0.1		2
4	Cortado De Rafia De 1.20 M	1	0.1		1
		1	0.1		1
		1	0.1		1
5	Corte De Geomalla	2	0.1		2
		2	0.1		2
		2	0.1		2
6	Ajustan Geomalla Con Clavos	2	0.1		2
7	Amarrado Geomalla Tímpano Con Viga Escalera	2	0.1		2

8	Picado De Dientes De 0.40* 0.10 En Muro	1	0.1		1
		1	0.1		1
		1	0.1		1
		1	0.1		1
		1	0.1		1
		1	0.1		1
		1	0.1		1
		1	0.1		1
		1	0.1		1
9	Picado De Anclaje Contrafuerte	1	0.1		1
		1	0.1		1
		1	0.1		1
		1	0.1		1
		1	0.1		1
10	Asentado De Medio Contrafuerte De 2.40 M	1.5	0.1	1	0.5
		1.5	0.1	1	0.5
		1.5	0.1	1	0.5
		1.5	0.1	1	0.5
		1.5	0.1	1	0.5
		1.5	0.1	1	0.5
		1.5	0.1	1	0.5
		1.5	0.1	1	0.5
		1.5	0.1	1	0.5
11	Asentado De Contrafuerte Y Ventana Altura 2.40	1.5	0.1	1	0.5
		1.5	0.1	1	0.5
		1.5	0.1	1	0.5
		1.5	0.1	1	0.5
		1.5	0.1	1	0.5
		1.5	0.1	1	0.5
		1.5	0.1	1	0.5
		1.5	0.1	1	0.5

12	Asentado De Adobes TÍMPANO DE 0.90x7.00 M	3	0.1	2	1
		3	0.1	2	1
		3	0.1	2	1
13	Mezcla De Mortero	3	0.1		3
		3	0.1		3
		3	0.1		3
		2	0.1		2
14	Mezcla Para Adobe	4	0.1		4
15	Mezcla Para Tarrajeo	4	0.1		4
		10	0.1		10
		5	0.1		5
16	Embarrado Exterior	5	0.1		5
		3	0.1		3
		6	0.1		6
		3	0.1		3
17	Embarrado Exterior	3	0.1		3
		4	0.1		4
		3	0.1		3
		6	0.1		6
18	Embarrado Tímpano	4	0.1		4
19	Tarrajeo Muro Exterior	3	0.1		3
		3	0.1		3
		3	0.1		3
		1	0.1		1
		2	0.1		2
		2	0.1		2
		2	0.1		2

20	Tarrajeo Interior	2	0.1		2
		1	0.1		1
		3	0.1		3
		2	0.1		2
		1	0.1		1
		3	0.1		3
		3	0.1		3
		3	0.1		3
		1	0.1		1
21	Conexión De Correa En Techo	2	0.1		2
22	Conexión De Correas Con Tacos	2	0.1		2
23	Resane De Tarrajeo	3	0.1		3
		1	0.1		1
		4	0.1		4
		5	0.1		5
		2	0.1		2
24	Tarrajeo Derrames	1	0.1		1
		1	0.1		1
		1	0.1		1
		1	0.1		1
25	Resane Derrame	1	0.1		1
		1	0.1		1
		1	0.1		1
		1	0.1		1

Al finalizar el proyecto, se clasificaron a los trabajadores entre Peones, Operarios y el Maestro de Obra.

La cantidad de horas hombre trabajadas a lo largo de todo el proyecto y su costo real se muestran a continuación

**Tabla 7.6**

	SUBTOTAL (h/h)	P.U.	TOTAL (S/.)
PEONES	3392	4.38	S/. 14,856.96
OPERARIOS	1160	5.63	S/. 6,530.80
MAESTRO	252	12.5	S/. 3,150.00
			<b>S/. 24,537.76</b>

### 7.5 Materiales y Herramientas

El costo total de materiales y herramientas que se usó directamente en la obra del reforzamiento fue de S/. 42 301.72. En el Anexo A se presentan todos los materiales que estuvieron involucrados en el Reforzamiento del Local Educativo de Chocos.

A continuación se muestra un cuadro resumen de los materiales principales para el reforzamiento y algunos otros de mayor incidencia en el costo de la obra.

**Tabla 7.7**

DESCRIPCIÓN	CANT.	CU	SUBTOTAL
Anillo de presión 3/8 zinc	340.00	S/. 0.02	S/. 8.09
Anillo plano 3/8"zinc	340.00	S/. 0.05	S/. 16.28
Cemento	150.00	S/. 17.30	S/. 2,595.00
Cono de rafia	13.00	S/. 6.50	S/. 84.50
Fierro ¼	50.00	S/. 7.00	S/. 350.00
Fierro 3/8	50.00	S/. 17.00	S/. 850.00
Geomalla biaxial 3x75m	1125.00	S/. 5.12	S/. 5,761.35
Habilitación, construcción y montaje de techo y cobertura (Subcontrata)	1.00	S/. 1,300.00	S/. 1,300.00
Madera en general			S/. 6,422.50
Material de préstamo (Arena) - cantera Chocos	1.00	S/. 100.00	S/. 100.00
Material de préstamo (Arena) - cantera Chocos	1.00	S/. 150.00	S/. 150.00
PLN Opaca 22 Onda 177 3.05xx1.16x2.20	46.00	S/. 80.69	S/. 3,711.88
PLN Opaca 22 Onda 177 1.83x1.16x2.20	40.00	S/. 48.64	S/. 1,945.66
Puertas y ventanas (Subcontrata - Instalación)	1.00	S/. 360.00	S/. 360.00
Puertas y ventanas, con chapas, vidrios de ventanas (Subcontrata - fabricación)	1.00		S/. 3,900.00
PER.HEX 3/8"4UNC ZINC G-2	340.00	S/. 0.42	S/. 142.80
Tablas 1,50/8"/30m	50.00	S/. 32.00	S/. 1,600.00
Tirafondo HEX. 1/4"zinc	400.00	S/. 0.15	S/. 58.24
Tuerca HEX 3/6"unc zinc G-2	340.00	S/. 0.05	S/. 16.76

## 7.6 Costos Reales en Obra

El siguiente cuadro muestra el costo de la mano de obra real del proyecto en comparación al costo según ley (con beneficios). Esta última fue la usada para el análisis de los precios unitarios.

**Tabla 7.8**

N	Horas / día	DESCRIPCION	COSTO HORA Real	COSTO HORA según ley (con beneficios)
1	8	Capataz (Maestro)	S/. 12.50	S/. 18.17
2	8	Operario	S/. 5.63	S/. 15.14
3	8	Peón	S/. 4.38	S/. 11.86

En el anexo D se muestran los cuadros con los datos tomados en campo que nos permitieron calcular aproximadamente el precio de la mano de obra para la extracción de materiales.

En la tabla 7.9 se muestra el costo real final de la obra como Costo Directo que incluye el IGV (18%), considerando los costos globales de la mano de obra y materiales empleados, sin incluir los gastos generales del proyecto.

**Tabla 7.9**

Cuadro General Costos	
Costo Total de Materiales	S/. 42,587.02
Costo Mano de Obra	S/. 24,537.76
<b>Costo Total</b>	<b>S/. 67,124.78</b>
Área Total (m2)	147
<b>Ratio por m2</b>	<b>S/. 456.63</b>

En el siguiente cuadro se presentan los precios de cada material recogido in-situ. En este proceso se observó que cada dato no fue realizado por la misma cantidad de mano de obra. Por ello que se decidió estandarizar los rendimientos en función al trabajo de un peón o en el caso del asentado de un operario, el resultado se presenta como REND PARCIAL. Se halló el promedio los rendimientos parciales por partida, en el cuadro se presenta como REND PROM. Se determinó la cantidad de horas requeridas para completar una unidad del rendimiento (m3). Finalmente este valor se multiplicó por el costo de la mano de obra usada, y se obtuvo el precio de cada actividad.

**Tabla 7.10**

Partida	Rend	Und	MO	REND PARC. (m <sup>3</sup> /hh)	REND PROM (m <sup>3</sup> /hh)	Horas Hombre / m <sup>3</sup>	Costo HH	Precio de Actividad	Und
Extracción De Arena	3.60	M3/h	6	0.60	0.56	1.78	4.38	<b>7.77</b>	S/. por m3
	3.16		6	0.53					S/. por m3
Depósito De Arena En Losa Deportiva	9.00	M3/h	6	1.50	1.50	0.67	4.38	<b>2.92</b>	S/. por m3
Lavado Arena	1.00	m3/h	2	0.50	0.48	2.06	4.38	<b>9.03</b>	S/. por m3
	0.99		2	0.49					S/. por m3
	1.38		3	0.46					S/. por m3
Cernido De Arena	1.88	m3/h	2	0.94	0.94	1.07	4.38	<b>4.67</b>	S/. por m3
Extracción De Tierra	1.67	m3/h	4	0.42	0.52	1.94	4.38	<b>8.47</b>	S/. por m3
	3.53		6	0.59					S/. por m3
	1.09		2	0.56					S/. por m3
Descarga De Tierra	7.50	m3/h	4	1.88	1.77	0.56	4.38	<b>2.47</b>	S/. por m3
	10.00		6	1.67					S/. por m3
Tamizado De Tierra	1.00	m3/h	2	0.50	0.53	1.88	4.38	<b>8.24</b>	S/. por m3
	1.13		2	0.56					S/. por m3
Cernido De Tierra Con Malla Azul	0.58	m3/h	2	0.29	0.28	3.51	4.38	<b>15.36</b>	S/. por m3
	0.56		2	0.28					S/. por m3
Cortado De Paja	0.80	m3/h	1	0.8	0.80	1.25	4.38	<b>5.47</b>	S/. por m3
Preparado De Paja	3.00	m3/h	1	3.00	3.00	0.33	4.38	<b>1.46</b>	S/. por m3
Moler Adobes Para Mortero	1.84	m3/h	4	0.46	0.41	2.45	4.38	<b>10.71</b>	S/. por m3
	1.67		4	0.42					S/. por m3
	0.70		2	0.35					S/. por m3
Prepara Tierra Para Mortero	1.25	m3/h	1	1.25	1.43	0.70	4.38	<b>3.07</b>	S/. por m3
	1.60		1	1.6					S/. por m3

Con estos resultados se hallaron los costos de los materiales. Para cada material se sumó el costo de las actividades requeridas para obtenerlo. Así obtenemos el siguiente cuadro general:

**Tabla 7.11**

<b>Precios Materiales en Obra</b>		
N	DESCRIPCION	COSTO por m3
1	Arena Gruesa	S/. 19.72
2	Arena Fina	S/. 24.39
3	Tierra Gruesa	S/. 19.17
4	Tierra Fina	S/. 26.30
5	Paja	S/. 6.93

Para un mayor análisis de los costos hallados, realizamos una comparación con los precios encontrados en tienda (SODIMAC) de la arena gruesa y la arena fina.

**TABLA 7.12**

<b>Precio Materiales Tienda</b>	
Arena Gruesa	S/. 33.50
Arena Fina	S/. 38.00

**TABLA 7.13**

<b>CUADRO COMPARATIVO</b>			
<b>Precio Materiales</b>	<b>Tienda</b>	<b>Obra</b>	<b>Diferencia</b>
Arena Gruesa	S/. 33.50	S/. 19.72	S/. 13.78
Arena Fina	S/. 38.00	S/. 24.39	S/. 13.61

En la tabla 7.13 se observa que los costos de los materiales obtenidos en obra resultaron menores que los comerciales.

En la tabla 7.13 se presenta el costo total de la construcción incluyendo los Gastos Generales de la obra (detalle en Anexo B). Cabe resaltar que estos no se presentaron en la tabla 7.9.

Así mismo se ha separado los costos por materiales y gastos generales del IGV. para el cálculo del total de la obra como se presenta usualmente en cualquier proyecto de construcción (aplicando el IGV al subtotal).

**TABLA 7.14**

<b>Cuadro General Costos</b>	
Costo Total de Materiales (inc. IGV)	S/. 42,587.02
Gastos Generales (inc. IGV)	S/. 21,188.96
Costo Total de Materiales (sin IGV)	S/. 36,090.69
Costo Mano de Obra	S/. 24,537.76
Costo Directo	S/. 67,124.78
Gastos Generales (sin IGV)	S/. 17,956.75
Subtotal	S/. 85,081.53
IGV (18%)	S/. 15,314.67
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 100,396.20</b>

En los anexos A y B se detallan los Costos de materiales y los Gastos Generales afectados por el IGV.

Se debe notar que los Gastos Generales de la obra son S/. 17,956.75 (sin IGV), el 26.8% del Costo Directo de la Obra.

Como consecuencia de agregar los Gastos Generales, el ratio por m<sup>2</sup> de área techada estructura reforzada cambia. En la tabla 7.14 se muestra en nuevo ratio.

**Tabla 7.15**

<b>Cuadro Resumen</b>	
Costo Total del reforzamiento	S/. 100,396.20
Área Total (m <sup>2</sup> )	147
<b>Ratio por m<sup>2</sup></b>	<b>S/. 682.97</b>

### 7.7 Análisis de Precios Unitarios de Partidas Especiales

Con los datos ya antes mostrados (Rendimiento, Mano de Obra, Costos), se realizó el Análisis de Precios Unitarios de cada partida especial. A continuación presentamos las 11 partidas que fueron analizadas y las actividades que lo componen:

#### 1) Preparado de Muro para Geomalla

Marcado Para Perforaciones
Perforación De Muro
Amarrado De Rafia
Cortado De Rafia De 1.20 M

#### 2) Colocación Geomalla

Corte De Geomalla
Ajustado De Geomalla Con Clavos
Amarrado Geomalla Tímpano Con Viga Escalera

#### 3) Picado de Muro para Dientes (Prof. 20 cm)

Picado De Dientes De 0.40* 0.10 En Muro
Picado De Anclaje Contrafuerte

#### 4) Asentado De Contrafuerte De 2.40 M

Asentado De Medio Contrafuerte De 2.40 M
Mezcla De Mortero

#### 5) Asentado De Adobes TÍMPANO DE 0.90\*7.00 M

Asentado De Adobes TÍMPANO DE 0.90*7.00 M
Mezcla De Mortero

## 6) Embarrado de Muros

Embarrado Exterior
Embarrado Interior
Mezcla De Mortero

## 7) Embarrado Tímpano

Embarrado Tímpano
Mezcla De Mortero

## 8) Tarrajeo de Muros

Tarrajeo Muro Interior
Tarrajeo Muro Exterior
Mezcla Para Tarrajeo

## 9) Tarrajeo Derrames

Tarrajeo Derrames
Mezcla Para Tarrajeo

## 10) Resane De Tarrajeo

Resane De Tarrajeo
Mezcla De Mortero

## 11) Resane De Tarrajeo de Derrame

Resane Derrame
Mezcla De Mortero

Estas 11 partidas se componen por actividades con similitudes entre ellas. Se unieron para la facilitar el uso como Análisis de Precios Unitarios que se obtendrán. Cabe mencionar que se consideró el costo del agua en base a la revista costos, pero en el proyecto realizado no se pagó por ella. Procesamos los datos y obtenemos los siguientes cuadros de análisis:

<b>Partida</b>	<b>1.00</b>	<b>Preparado de Muro para Geomalla</b>				
<b>Rendimiento</b>	1.42 m2/h	Costo unitario directo por : S./m2			<b>11.31</b>	
<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>	
<b>Mano de Obra</b>						
Capataz	HH	0.10	0.0704	S/. 12.50	0.88	
Peón	HH	1.00	0.7042	S/. 11.35	7.99	
					8.87	
<b>Materiales</b>						
Tiza	Caja		0.0556	S/. 4.00	0.22	
Taladro	Und		0.0038	S/. 199.90	0.76	
Brocas	und		0.0038	S/. 13.90	0.05	
Tijera	Und		0.0556	S/. 17.50	0.97	
					2.00	
<b>Equipos</b>						
Herramientas Manuales	%MO		5.00	S/. 8.87	0.44	
					0.44	

\* Rendimiento por m2 de Muro

<b>Partida</b>	<b>2.00</b>	<b>Colocación Geomalla</b>				
<b>Rendimiento</b>	1.83 m2/h	Costo unitario directo por : S./m2			<b>15.60</b>	
<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>	
<b>Mano de Obra</b>						
Capataz	HH	0.10	0.0547	S/. 12.50	0.68	
Peón	HH	1.00	0.5467	S/. 11.35	6.21	
					6.89	
<b>Materiales</b>						
Geomalla	m2		1.4	5.12	7.17	
Tijera	Und		0.05556	S/. 17.50	0.97	
Clavos	kg		0.01600	S/. 4.00	0.06	
Clavos	KG		0.01600	S/. 4.00	0.06	
Rafia	ml		0.01600	S/. 7.00	0.11	
					8.37	
<b>Equipos</b>						
Herramientas Manuales	%MO		5.00	S/. 6.89	0.34	
					0.34	

\* Rendimiento por m2 de Muro

<b>Partida</b>	<b>3.00</b>	<b>Picado de Muro para Dientes</b>				
<b>Rendimiento</b>	1.57 ml/h	Costo unitario directo por : S./ml			<b>8.42</b>	
<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>	
<b>Mano de Obra</b>						
Capataz	HH	0.10	0.0636	S/. 12.50	0.80	
Peón	HH	1.00	0.6358	S/. 11.35	7.22	
					8.02	
<b>Materiales</b>						
					0.00	
					0.00	
<b>Equipos</b>						
Herramientas Manuales	%MO		5.00	S/. 8.02	0.40	
					0.40	

\* Rendimiento por ml. Vertical de Contrafuerte

<b>Partida</b>	<b>4.00</b>	<b>Asentado de Contrafuerte De 2.40 M</b>				
<b>Rendimiento</b>	0.63 ml/h	Costo unitario directo por : S./ml			<b>46.12</b>	
<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>	
<b>Mano de Obra</b>						
Capataz	HH	0.10	0.1583	S/. 12.50	1.98	
Peón	HH	0.50	0.7915	S/. 11.35	8.98	
Operario	HH	1.00	1.5829	S/. 14.32	22.67	
					33.63	
<b>Materiales</b>						
Arcilla	m3		0.0563	S/. 19.17	1.08	
Agua	lts		1.7198	S/. 1.83	3.15	
Paja	m3		0.0844	S/. 6.93	0.58	
Adobe	Und		7.5000	S/. 0.80	6.00	
					10.81	
<b>Equipos</b>						
Herramientas Manuales	%MO		5.00	S/. 33.63	1.68	
					1.68	

\* Rendimiento por ml. Vertical de Contrafuerte

<b>Partida</b>	<b>5.00</b>	<b>Asentado De Adobes TÍMPANO DE 0.90*7.00 M</b>			
<b>Rendimiento</b>	0.28 m2/h	Costo unitario directo por : S./m2			<b>108.34</b>
<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de Obra</b>					
Capataz	HH	0.10	0.3540	S/. 12.50	4.43
Peón	HH	0.50	1.7702	S/. 11.35	20.09
Operario	HH	1.00	3.5404	S/. 14.32	50.70
					75.22
<b>Materiales</b>					
Arcilla	m3		0.531847	S/. 19.17	10.20
Agua	lts		0.016253	S/. 1.83	0.03
Paja	m3		0.797771	S/. 6.93	5.53
Adobe	Und		17.00	S/. 0.80	13.60
					29.36
<b>Equipos</b>					
Herramientas Manuales	%MO		5.00	S/. 75.22	3.76
					3.76

\* Rendimiento por m2 de Tímpano

<b>Partida</b>	<b>6.00</b>	<b>Embarrado de Muros</b>			
<b>Rendimiento</b>	2.88 m2/h	Costo unitario directo por : S./m2			<b>6.41</b>
<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de Obra</b>					
Capataz	HH	0.10	0.0347	S/. 12.50	0.43
Peón	HH	1.00	0.3468	S/. 11.35	3.94
					4.37
<b>Materiales</b>					
Arcilla	m3		0.09424	S/. 19.17	1.81
Agua	lts		0.00576	S/. 1.83	0.01
					1.82
<b>Equipos</b>					
Herramientas Manuales	%MO		5.00	S/. 4.37	0.22
					0.22

\* Rendimiento por m2 de Muro

<b>Partida</b>	<b>7.00</b>	<b>Embarrado Tímpano</b>				
<b>Rendimiento</b>	1.81 m2/h	Costo unitario directo por : S./m2			<b>9.14</b>	
<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>	
<b>Mano de Obra</b>						
Capataz	HH	0.10	0.0554	S/. 12.50	0.69	
Peón	HH	1.00	0.5536	S/. 11.35	6.28	
					6.97	
<b>Materiales</b>						
Arcilla	m3		0.09424	S/. 19.17	1.81	
Agua	lts		0.00576	S/. 1.83	0.01	
					1.82	
<b>Equipos</b>						
Herramientas Manuales	%MO		5.00	S/. 6.97	0.35	
					0.35	

\* Rendimiento por m2 de Tímpano

<b>Partida</b>	<b>8.00</b>	<b>Tarrajeo de Muros</b>				
<b>Rendimiento</b>	2.96 m2/h	Costo unitario directo por : S./m2			<b>4.64</b>	
<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>	
<b>Mano de Obra</b>						
Capataz	HH	0.10	0.0338	S/. 12.50	0.42	
Peón	HH	1.00	0.3383	S/. 11.35	3.84	
					4.26	
<b>Materiales</b>						
Arcilla	m3		0.003666	S/. 26.30	0.10	
Agua	lts		0.000112	S/. 1.83	0.00	
Paja	m3		0.005499	S/. 6.93	0.04	
Arena	m3		0.0012	S/. 24.39	0.03	
					0.17	
<b>Equipos</b>						
Herramientas Manuales	%MO		5.00	S/. 4.26	0.21	
					0.21	

\* Rendimiento por m2 de Muro

Partida		9.00		Tarrajeo Derrames		
Rendimiento		1.40 ml/h		Costo unitario directo por : S./ml		<b>9.65</b>
Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
<b>Mano de Obra</b>						
Capataz	HH	0.10	0.0717	S/. 12.50	0.90	
Peón	HH	1.00	0.7166	S/. 11.35	8.13	
					9.03	
<b>Materiales</b>						
Arcilla	m3		0.003666	S/. 26.30	0.10	
Agua	lts		0.000112	S/. 1.83	0.00	
Paja	m3		0.005499	S/. 6.93	0.04	
Arena	m3		0.0012	S/. 24.39	0.03	
					0.17	
<b>Equipos</b>						
Herramientas Manuales	%MO		5.00	S/. 9.03	0.45	
					0.45	

\* Rendimiento por ml. de Vano

Partida		10.00		Resane De Tarrajeo		
Rendimiento		6.13 m2/h		Costo unitario directo por : S./m2		<b>2.26</b>
Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
<b>Mano de Obra</b>						
Capataz	HH	0.10	0.0163	S/. 12.50	0.20	
Peón	HH	1.00	0.1632	S/. 11.35	1.85	
					2.05	
<b>Materiales</b>						
Arcilla	m3		0.004712	S/. 24.39	0.11	
Agua	lts		0.000288	S/. 1.83	0.00	
					0.11	
<b>Equipos</b>						
Herramientas Manuales	%MO		5.0000	S/. 2.05	0.10	
					0.10	

\* Rendimiento por m2 de Muro

<b>Partida</b>	<b>11.00</b>	<b>Resane Derrame</b>			
<b>Rendimiento</b>	15.51 ml/h	Costo unitario directo por : S./ml			<b>0.96</b>
<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de Obra</b>					
Capataz	HH	0.10	0.0064	S/. 12.50	0.08
Peón	HH	1.00	0.0645	S/. 11.35	0.73
					0.81
<b>Materiales</b>					
Arcilla	m3		0.004712	S/. 24.39	0.11
Agua	lts		0.000288	S/. 1.83	0.00
					0.11
<b>Equipos</b>					
Herramientas Manuales	%MO		5.0000	S/. 0.81	0.04
					0.04

\* Rendimiento por ml. de Vano

Cuadro Resumen de Precios Unitarios

**Tabla 7.14**

	<b>Partida</b>	<b>Rendimiento</b>		<b>Costo unitario directo</b>	
1	Preparado de Muro para Geomalla	1.42	m2/h	S/. 11.31	m2
2	Colocación Geomalla	1.83	m2/h	S/. 15.60	m2
3	Picado de Muro para Dientes	1.57	ml/h	S/. 8.42	ml
4	Asentado de Contrafuerte De 2.40 M	0.63	ml/h	S/. 46.12	ml
5	Asentado De Adobes tímpano de 0.90*7.00m	0.28	m2/h	S/. 108.34	m2
6	Embarrado de Muros	2.88	m2/h	S/. 6.41	m2
7	Embarrado Tímpano	1.81	m2/h	S/. 9.14	m2
8	Tarrajeo de Muros	2.96	m2/h	S/. 4.64	m2
9	Tarrajeo Derrames	1.395	ml/h	S/. 9.65	ml
10	Resane De Tarrajeo	6.13	m2/h	S/. 2.26	m2
11	Resane Derrame	15.51	ml/h	S/. 0.96	ml

A manera de resumen general a continuación se muestra un listado del costo para el reforzamiento de muros de adobe por m<sup>2</sup> de muro y por metro lineal (en altura) para los contrafuertes.

**Tabla 7.16**

	Partida	Costo unitario directo		
REFORZAMIENTO MURO	Preparado de Muro para Geomalla	S/. 11.31	S/. 40.22	m <sup>2</sup>
	Colocación Geomalla	S/. 15.60		
	Embarrado de Muros	S/. 6.41		
	Tarrajeo de Muros	S/. 4.64		
	Resane De Tarrajeo	S/. 2.26		
CONTRAFUERTE	Picado de Muro para Dientes	S/. 8.42	S/. 72.84	ml
	Asentado de Contrafuerte De 2.40 M	S/. 46.12		
	Embarrado de Muros	S/. 7.69		
	Tarrajeo Derrames	S/. 9.65		
	Resane Derrame	S/. 0.96		

## 8. CAPACITACIÓN

Las capacitaciones teóricas y prácticas se realizaron para lograr una mayor concientización del tema de riesgo sísmico y obtener apoyo de los pobladores como mano de obra para la construcción.

Las capacitaciones estuvieron a cargo de los Ingenieros y estudiantes de pregrado de las universidades de Stanford y la PUCP. Además se contó con el apoyo de personal de las ONG Estrategia y GeoHazards.

La validación de los procesos constructivos del reforzamiento se justifica, en parte, por su nivel de entendimiento y su realización adecuada en las distintas repeticiones durante la construcción.

A continuación se mencionan las distintas etapas de la Capacitación y se comenta el nivel de entendimiento que se logró.

### 8.1 Introducción a los conceptos Riesgo Sísmico, Vulnerabilidad y reforzamiento estructural

Luego de presenciar los sismos de los últimos años, los pobladores tienen bien claro la importancia de reforzar las estructuras. Pero fue evidente que se confunden con el término de “Vulnerabilidad”.



## 8.2 Identificación de peligros

En recorridos por las calles del mismo Distrito de Chocos se analizaron las distintas viviendas de los pobladores y se identificaron las fallas de los muros de adobe que se dieron a causa del último terremoto de Pisco 2007.

Tras los reiterados casos en la mayoría de viviendas de Chocos, los participantes supieron identificar fácilmente las fallas y las posibles que a futuro se podrían presentar durante un sismo.



## 8.3 Identificación de Riesgos

Cada grupo de alumnos expuso, a través de su líder de grupo, de manera esquemática, clara y directa las fallas que se pueden identificar en una estructura de adobe tras un sismo.



#### 8.4 Identificación de fallas en el local escolar (Interior y Exterior)

Luego de los recorridos y análisis en clase, la identificación de las fallencias de la estructura del local escolar, fueron casi evidentes para los participantes.



Todos los grupos, en general, coincidieron en las observaciones y propuestas para reforzar el local escolar.

#### 8.5 Presentación de la técnica elegida para el reforzamiento del local escolar

Primero se expusieron las posibles fallas que tendría el local en caso afrente un sismo de magnitud considerable en un futuro.

Luego se detalló el tipo de reforzamiento, los dispositivos que se usarían y los elementos que involucraban. Se hizo hincapié a coincidencias de los participantes durante los recorridos.

La rueda de preguntas demostró que los elementos de refuerzo fueron rápidamente aceptados por los participantes, y estos ya empezaban a preocuparse por el tipo de proceso constructivo para su implementación.



### 8.6 Sensibilización del daño que causa un bloque de adobe

La caída de un bloque a una altura no mayor de 2 a 3 metros puede ser fatal a causa del gran peso que tiene y ello se demostró con una dinámica con un bloque de adobe típico.



### 8.7 Identificación de buen material para la fabricación de adobes

La fabricación de los adobes debe ser con el barro adecuado para evitar su fractura y poca resistencia. Para ello se enseñaron los ensayos simples y manuales para la identificación de buen suelo y material arcilloso.

Estos ensayos manuales eran conocidos por la mayoría de pobladores por el uso tradicional del barro para la construcción.



### 8.8 Fabricación de adobes

Similar a los ensayos para la identificación del material, muchos manejaron muy bien las herramientas. El único inconveniente fue la poca cantidad de agua a la que están acostumbrados a usar. Este detalle se supervisó constantemente para que no sea limitado o menos de lo debido.



### 8.9 Perforación de muros

El método manual con herramientas simples (comba, varilla de  $\frac{1}{4}$ " y agua) fue descartado por los trabajadores, y prefirieron el uso de taladros.

Se criticó el uso de los taladros a batería porque el tiempo de recarga de las baterías eran de 15 a 20 minutos, cuando el tiempo recomendado para su carga era de 1 hora. Adicionalmente expresaron molestias por lo lento del proceso.

Cuando se cambió a taladros de cable (conectadas directamente a la corriente) fue evidente el aumento de productividad y la aceptación fue inmediata.



### 8.10 Cortando el muro para los dientes del contrafuerte

Luego de explicar en campo algunos de los casos de la secuencia de la ubicación de los dientes del contrafuertes, alrededor de 7 trabajadores mostraron interés en participar en el resto de casos para la ubicación de los dientes.

Al culminar su ubicación y continuar con el corte de cada uno, se puede decir que estos trabajadores interesados han aprendido la dinámica del procedimiento.



### 8.11 Asentado de contrafuerte y diente

Los trabajadores asimilaron bastante bien el control de la verticalidad de los contrafuertes y que estos debían verificarse conforme se avanzaba el asentado de los bloques de adobes.



### 8.12 Corte de la Geomalla

Se hizo hincapié en que los cortes que se hicieran en la geomalla sean por la parte media entre cocadas de la geomalla biaxial y no sobre los nudos.



### 8.13 Asentado de Muros y contrafuertes

El asentado y manejo del adobe ya era conocido por los pobladores, pero se exigió recudir el espesor del mortero a un máximo de 3cm.

En las conexiones muros-contrafuertes se mostraron muy dubitativos por la ubicación de los dientes, pero luego de la experiencia de los primeros casos se desempeñaron muy bien en el resto.



Durante el asentado de los bloques de adobes, se repitió la actitud conservadora en el uso del agua.

Se notó que este tema esta muy arraigado en los pobladores por las épocas de sequía. A futuro se recomienda prestar constante supervisión el uso del agua y su cantidad adecuada.



#### 8.14 Asentado de Contrafuerte y relleno de ventanas

El relleno de las ventanas y la unión con el contrafuerte fue muy difícil, por lo que se les tuvo que ayudar constantemente para definir las uniones y aceptar los grandes espesores de mortero que sabían que excedían a los límites.



#### 8.15 Colocación de estribos

Por la falta de experiencia de los pobladores para trabajar con acero, el Maestro de la Obra les enseñó paso a paso el trabajo en banca del acero, tanto para su habilitación como para el armado del refuerzo.



### 8.16 Izado de Viga collar

A muchos se les enseñó los problemas comunes que se presentan en las uniones de tramos de las vigas y en las esquinas, además de la solución.



### 8.17 Encofrado de Viga

El entablado e instalación de pie derechos para el encofrado fue muy rápido por su fácil adaptación de los pobladores con la madera.



### 8.18 Amarrado de Geomalla en muros

La mayoría de pobladores que trabajaban en la obra no tuvieron experiencia previa con la geomalla. La formación de bolsas u ondulaciones muy pronunciadas obligaron la desinstalación de muchos paños de geomalla, por lo que el trabajo fue lento y un poco pesado.



### 8.19 Colocación y amarrado a la Viga Collar de la geomalla del muro

La exigencia del embebido de la geomalla se entendió por completo y el amarrado final es muestra de ello. Los trabajadores hicieron buen uso de la rafia para el amarrado de la geomalla en el medio de la viga.



### 8.20 Colocación y amarrado a la Viga Collar de la geomalla del tímpano

Fue uno de los trabajos más simples y lentos por el poco espacio para manipular la rafia y la geomalla a causa del refuerzo de la viga.



### 8.21 Nivelación del vaciado

Al disminuir la altura de los muros originales los niveles de ras de muro fueron muy variables. Los desniveles relativos tuvieron un promedio de +/- 5cm, con un máximo de 15cm.



### 8.22 Asentado de Tímpanos y extensión de contrafuertes sobre la viga collar

En los tímpanos no hubo gran complicación por la experiencia adquirida con los muros inferiores.



### 8.23 Colocación y asegurado de tijeral

Similar a la viga escalera, solo los carpinteros conocieron los problemas y detalles relacionados con la fabricación e instalación del techo en base a tijerales y correas.



#### 8.24 Colocación de la viga escalera, sobre el tímpano

La viga escalera se colocó encima del tímpano a manera de confinamiento y poder anclar su geomalla. Colocado la Viga, esta se relleno con mortero u piezas de adobes.

El entendimiento de la fabricación de la viga solo fue conocido por 3 a 4 carpinteros de Chocos.



#### 8.25 Embarrado

La experiencia en el trabajo con barro fue evidente por casi todos. Pero fue reiterado el problema de la poca cantidad de agua usada.



### 8.26 Tarrajeo con barro y acabados

Casi todos manejan burdamente los acabados. En consecuencia se presentaron muchas fisuras, irregularidades en los espesores del tarrajeo y acabado de vanos. En general se puede aceptar el nivel de acabados de fachadas e interiores.



### 8.27 Tarrajeo de vanos

Los vanos de las puertas, ventanas y pizarras fueron el principal inconveniente para la instalación de estos últimos.

Al tener distintos espesores de tarrajeo con el barro, no se lograron las dimensiones requeridas. En consecuencia, se tuvo que dañar el tarrajeo terminado para que puedan caber las puertas, ventanas y pizarras.

Se recomienda usar un tarrajeo en base a mortero de cemento en estas zonas donde se precisa menor irregularidad.



## 9. LECCIONES APRENDIDAS

- **Las nuevas unidades de adobes** que se usarán en el reforzamiento no deben tener las mismas medidas que las unidades de la estructura, se debe sumar el espesor del mortero que se ha usado originalmente y sacar un promedio, con el fin de no repetir las grandes juntas de mortero, que generalmente se usan en las casas y estructuras de adobe convencionales (capas de mortero de más de los 3 a 4cm recomendables).
- Se recomienda observar y analizar correctamente **la presencia de rocas** en el área donde se realiza el proyecto; ya que debido a la lejanía del lugar donde se realizó el proyecto el corte de estas rocas se complica, y retrasa considerablemente el avance de la obra.
- **Alineación de Ejes de acción de contrafuertes**, es imprescindible y debe ser realizada bajo supervisión experimentada.
- **Los materiales**, es importante evaluar el uso de alternativas similares disponibles en la zona pero siempre consultando al Ingeniero a cargo, como el caso de agregados.
- **Cimentación de anclaje de la geomalla**, debe ser continua y lo suficiente para funcionar como contrapeso de la geomalla, en caso de presentarse un desnivel, se debe realizar el vaciado con la mayor profundidad y de manera monolítica hasta que se logre ambos niveles.
- **Profundidad de excavación para la cimentación de anclaje de la geomalla**, en caso de no lograr la requerida, es necesario rediseñarlo y evaluar la viabilidad del mismo. Una opción es de realizar una cimentación sobresalida como especie de grada junto al muro.
- **Perforación de muro para pasar la rafia**, es importante que el orificio se ubique en el mortero y que a la vez coincida en la arista de un bloque de adobe, no debe ser realizado en otra zona ya que puede fracturar o romper el bloque de adobe y retirar un volumen innecesario de mortero.

Se recomienda uso de un taladro eléctrico de 650watts de potencia (o similar) con una broca de longitud mayor al ancho del muro. En caso contrario, la perforación se puede realizar de manera manual con un taladro manual o con varillas de acero de diámetro pequeño (1/4", 3/8" o 12mm) con punta y de preferencia de acero liso con una T soldada al extremo (para ayudar a su extracción), una comba y agua.

- **La medida de corte de la geomalla** debe ser hecha en campo, cuidando el error humano y con especial énfasis en los tímpanos. En cuanto a las longitudes de las alturas se debe ser generoso y dejar mayor cantidad de geomalla.
- **El embebido de la geomalla a la cimentación del contrafuerte**, no es muy recomendable por la dificultad que implica y las consecuencias negativas en el rendimiento del asentado del adobe a posteriori, además de que se debe tener cuidado en que la geomalla sea jalada por el vaciado del concreto y le reste altura para ser amarrada a la viga collar.  
Se sugiere usar dos niveles de encofrados para dejar salir la geomalla por las caras laterales de la cimentación del contrafuerte y no por la superficie donde posteriormente se asienta el bloque de adobe. Este empalme de encofrados puede ser a la mitad de altura de la cimentación y los extremos de la geomalla (dentro de la cimentación) pueden amarrarse luego de que el vaciado del concreto alcance este nivel.
- **La formación de bolsas en la geomalla instalada**, para minimizarlas se usaron clavos convencionales de 1 1/2" de madera. Cabe resaltar que de colocarse directamente sobre la geomalla, esta se rompe; por lo que se colocan al lado y con la cabeza doblada. En consecuencia, quedarán pequeños resaltes, los que rompen los guantes durante el embarrado y en casos extremos cortan la mano de los trabajadores. Se recomienda usar **grapas o clavos de escarpia**. Adicionalmente se debe considerar que muchas de las bolsas se forman en la base de los muros, justo en el embebido de la cimentación de anclaje y al estar en la zona del sobrecimiento, los clavos de madera serán inapropiados, por lo que se debe considerar del tipo de acero.

- **La longitud de anclaje de la geomalla**, varía según el caso de las dimensiones del muro, por lo que debe ser establecido por profesionales competentes.
- **La longitud de empalme de la geomalla y su ubicación**, debe ser cuando menos de 20cm y ubicadas en zonas con menor concentración de esfuerzos y en la dirección correcta, establecido por el ingeniero estructural.
- **El corte del muro para la instalación de los dientes del contrafuerte**, necesariamente debe coincidir con un bloque original para debilitar lo menos posible al muro; además debe ser secuencial, trabajar un lado a la vez, y ya que el asentado de adobes se realiza en dos tiempos (mitad de altura, en muros bajos), los cortes del muro no deben ser más de los que se van a rellenar el mismo día o al siguiente.
- **Ubicación de dientes del contrafuerte**, si es que no se logra una buena compatibilización de los bloques nuevos con el mortero excesivo y bloques del muro original, será muy laborioso la ubicación y posterior colocación de los dientes para hacer que coincidan con los agujeros realizados en el muro.
- **Relleno de ventanas grandes y contrafuerte**, en el caso de que se decida colocar el contrafuerte en un muro angosto entre dos ventanas, es probable que se debilite por el picado, para lo que se aconseja realizar primero el relleno y luego el contrafuerte.
- **Embarrado y Tarrajeo**, son imprescindibles para el reforzamiento, debido al contacto con la intemperie la rafia y la geomalla se deterioran e incluso la rafia suele quemarse con el sol.
- **Derrames y acabos**, se recomienda realizar el tarrajeo de los acabados con cementos, debido a la importancia a posteriori para la instalación de muebles, accesorios y otros (pizarra, puertas, ventanas, etc.).

A consecuencia del cambio volumétrico por el secado del embarrado y por la deficiencia de la mano de obra, se presentaron irregularidades de hasta 1cm por cada lado del derrame en las ventanas y hasta 2.50cm en las puertas.

## 10. CONCLUSIONES

- Este método de reforzamiento se considera válido por ser más económico que una estructura de material noble y por tener un tiempo prudente de ejecución, pero tiene ciertas limitaciones que se detallan en los siguientes 4 puntos de este capítulo.
- Los procedimientos constructivos deben seguir las especificaciones técnicas y en los casos mencionados en las lecciones aprendidas, se deben adoptar las recomendaciones expuestas o analizar soluciones alternativas.
- La mayor dificultad del método usado en este proyecto es la colocación de los dientes del contrafuerte, y en consecuencia, la implementación de los contrafuertes en sí, ya que demanda un paciente análisis y una perspectiva técnica de un profesional que tenga experiencia en este rubro.
- Si la estructura no requiere a los contrafuertes como elementos de reforzamiento, es posible que se implemente sin supervisión, siempre que las personas a cargo de su ejecución estén debidamente capacitadas en procedimientos constructivos con la combinación de adobe-geomalla y se garantice el conocimiento de las lecciones aprendidas mencionadas en el capítulo 9.
- Si se trata de estructuras similares al de este proyecto o que empleen contrafuertes como uno de los elementos de reforzamiento, será *indispensable* la supervisión y/o guía de un profesional capacitados en el tema.  
En este caso se le puede asignar un ingeniero un número prudente de estructuras a reforzar siempre que se asegure que cuando menos se realicen 5 inspecciones por cada estructura. Estas inspecciones deben ser para verificar el adecuado replanteo y ubicación de contrafuertes y rellenos de ventanas, profundidad excavación, ubicación de los dientes de los contrafuertes y colocación de la geomalla.
- Es importante el realizar un análisis de la comunidad a nivel político-social, ya que generalmente estos poblados presentar disputas políticas que pueden afectar el avance de la obra y el desempeño de los trabajadores.

- Incitar a los trabajadores, en la medida que se pueda, a una competencia sana, de tal manera que el avance sea beneficiado.
- Identificar las condiciones climáticas de la época más beneficiosa para el desarrollo del proyecto, ya que las lluvias o sequías son un factor determinante en el rendimiento y en la obtención de materiales.
- Conforme se avanzaba el reforzamiento del local escolar se capacitó, a todos los pobladores que trabajadores, respecto a los procedimientos constructivos y consideraciones para este tipo de reforzamiento, a fin de que lo repliquen. Es por ello que muchos de los rendimientos fueron bajos.
- Al analizar los resultados de los rendimientos en obra, podemos observar que existen partidas con rendimientos iguales a los observados en otras obras, según la CAPECO. Tales como:

Comparación de Rendimientos I					
Partida	1 hora	8 horas	Und	CAPECO	Dif
Demolición de Muro de 1.00*1.95	1.95	15.6	m2/h	16	-0.4
Demolición Vereda	0.9	7.2	ml/h	4	3.2
Excavación	0.34	2.72	m3/h	2.5	0.22
Vaciado Cimentación Corrida con Mezcladora	0.44	3.49	m3/h	3.125	-0.25
Vaciado de Sobrecimiento de contrafuertes	0.36	2.88	m3/h	1.5	1.38
Encofrado de Sobrecimiento de contrafuertes	0.864	6.91	m2/h	7	-0.09
Desencofrado Viga	3.90	31.20	m2/h	18	13.20

Se observan valores positivos que nos indica que el rendimiento fue superior a los usuales, y los negativos que fueron inferiores. Esta similitud entre rendimientos se

debe a que existen partidas que son usadas comúnmente por los pobladores, por lo tanto su experiencia ente tipo de trabajos aumenta su rendimiento.

- Al analizar los resultados de los rendimientos en obra, podemos observar que existen partidas con rendimientos menores a los observados en otras obras, según la CAPECO. Tales como:

<b>Comparación de Rendimientos II</b>					
<b>Partida</b>	<b>1 hora</b>	<b>8 horas</b>	<b>Und</b>	<b>CAPECO</b>	<b>Dif</b>
Traza en piso	16.74	133.92	m2/h	166.67	-32.75
Escombros	0.55	4.42	m3/h	6	-1.58
Vaciado Cimentación Corrida a Mano	0.13	1.06	m3/h	3.125	-2.07
Desencofrado de sobrecimiento de contrafuertes	1.55	12.44	m2/h	14	-1.56
Colocación acero viga correa	28.63	229.04	kg/h	250	-20.96

Se puede observar que todos los valores son negativos, esto se debe a que la mano de obra no tenía la suficiente experiencia en el desarrollo de estas partidas, por ende su rendimiento es menor a lo esperado. Por esta razones el avance del proyecto presentó etapas de retraso, por ello se tuvo que conseguir mayor mano de obra y más experimentada.

- El análisis de precios unitarios, ha sido realizado en función a los datos reales en obra. Como se pudo anticipar, a causa de la mano de obra no especializada, estos precios resultaron más elevados en referencia de los tradicionales publicados en revistas de construcción.

- Los costos de los materiales obtenidos en obra fueron menores que los comerciales.

CUADRO COMPARATIVO				
Precio Materiales	Tienda	Obra	Dif	Menor Costo
Arena Gruesa	S/. 33.50	S/. 9.72	S/. 3.78	30.12%
Arena Fina	S/. 8.00	S/. 4.39	S/. 3.61	44.20%

- A lo largo del proyecto los rendimientos en promedio se incrementaron a más del 50% respecto a los primeros días, esto es a causa de que las personas aprendían y mejoraban su técnica de trabajo, además de lograr la identificación y compromiso para con el proyecto.
- El metrado original exigía el consumo de 5 rollos de geomalla, en campo se redujo a sólo 3, debido que existieron zonas en la cara exterior con altura menor a 3 metros, por lo que se pudo ubicar la geomalla horizontalmente a diferencia de lo originalmente concebido (cortes verticales de 3m de ancho), esta diferencia se da pues se requieren menos empalmes.
- El asentado de adobes fue una de las partidas más caras debido al bajo rendimiento de la mano de obra, pues de 8 operarios que asentaban sólo 3 tenían experiencia en realizar el procedimiento correctamente.
- La partida de los tijerales se retrasó, pues no se controló correctamente a la persona que se contrato para la realización de esta. Sin embargo debido a la experiencia que tenía el contratista en esta partida, logró acelerar y mejorar el rendimiento y así poder terminar la ubicación del techo para el final del proyecto.
- La población logró identificarse con el proyecto, pues se incentivó su interés por la seguridad que merecía su familia, y pudieron vivir la experiencia de realizar un reforzamiento desde el inicio hasta el final. Pudieron observar que por ellos mismos podían lograr realizar estos reforzamientos, su gran preocupación era cómo conseguir la geomalla, pues el lugar más cercano de compra es Lima.

- Sería un gran aporte poder generar el apoyo de las empresas productoras de Geomalla para que puedan dar mayores facilidades, a este tipo de poblados, para su adquisición, a fin de incentivar y facilitar el reforzamiento de construcciones de adobe.
- El costo total de este proyecto de reforzamiento fue de S/.100,396.20, incluye los Gastos Generales (S/.17,956.75, 26.80% del Costo Directo de la construcción). Estos han sido calculados, excluyendo el IGV.

Tabla 7.13

Cuadro General Costos	
Costo Total de Materiales (inc. IGV)	S/. 42,587.02
Gastos Generales (inc. IGV)	S/. 21,188.96
Costo Total de Materiales (sin IGV)	S/. 36,090.69
Costo Mano de Obra	S/. 24,537.76
Costo Directo	S/. 67,124.78
Gastos Generales (sin IGV)	S/. 17,956.75
Subtotal	S/. 85,081.53
IGV (18%)	S/. 15,314.67
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 100,396.20</b>

Los gastos generales han sido peculiares por ser un proyecto piloto de investigación. Además se debe considerar que los gastos incurridos por materiales (incluye herramientas) pueden reducirse significativamente porque todo el excedente fue donado y no recuperado o reusado, por lo que no se recomienda usar como referencia a este total cuando se trate de un proyecto masivo que implique varias estructuras de adobe.

- En lo que respecta al tema netamente constructivo, sin considerar los Gastos Generales y solo como el costo directo de la obra - incluyendo el IGV en los materiales y el costo de Mano de obra tal como se pagó en el proyecto – se muestran los siguientes costos:

Tabla 7.12

Cuadro General Costos	
Costo Total de Materiales	S/. 42,587.02
Costo Mano de Obra	S/. 24,537.76
<b>Costo Total</b>	<b>S/. 67,124.78</b>

- Como una referencia se muestran los ratios del costo por m<sup>2</sup> del local escolar incluyendo los Gastos Generales y sin ellos para el reforzamiento con geomalla.

	Con G.G.	Sin G.G.
Costo Total del reforzamiento	S/. 100,396.20	S/. 67,124.78
Área techada del local escolar (m2)	147	147
<b>Costo del Reforzamiento con Geomalla por m2</b>	<b>S/. 682.97</b>	<b>S/. 456.63</b>

- Si se compara el costo de la construcción de una vivienda tradicional con muros de albañilería y el costo directo de la obra de reforzamiento con geomalla, este último resulta ser 41% más económico.

	Reforzamiento de muro de adobe con Geomalla	Construcción de muro tradicional	Diferencia
Costo por m2 de área techada	<b>S/. 456.63</b>	<b>S/. 770.00</b>	<b>40.70%</b>
%	59.3%	100%	

\*El costo de construcción con muro tradicional, es un promedio de los costos en el mercado actual.

Cabe resaltar que los costos incluyen, en el caso del adobe un techo dos aguas con coberturas livianas, y en el caso de muros tradicionales, una losa aligerada de

concreto. Esta diferencia aumentaría si es que se emplea personal especializado. Además se debe considerar que todos de los materiales sobrantes y herramientas se dejaron en el pueblo de Chocos para su futuro uso.

- En base a los costos en el proyecto, los rendimientos y precios unitarios de las partidas involucradas en el reforzamiento de un muro de adobe, podemos mostrar el siguiente cuadro de comparativo entre estructuras de adobe y albañilería confinada (San Bartolomé, Comparación del Comportamiento Sísmico de un Muro de Albañilería Confinada Tradicional).

	Reforzamiento de muro de adobe con Geomalla	Construcción de muro tradicional	Diferencia
Costo por m <sup>2</sup> de muro	<b>S/. 40.22</b>	<b>S/. 50.50</b>	<b>20.36%</b>
%	79.64%	100%	

El reforzamiento con geomalla de un muro de adobe es 20.36% más económico que construir un muro de albañilería confinada. Este costo puede ser menor si es que se trabaja con mano de obra especializada y se controla mejor los desperdicios.

## 11. RECOMENDACIONES

- Realizar una futura investigación con similares condiciones; pero con el trabajo de personal calificado, para cuantificar la diferencia entre rendimientos y en consecuencia, costos.
- Se recomienda la aplicación completa del PMBOK, de esta manera hacer uso de todas las áreas de conocimiento que nos ofrece el PMI (Gestión de la Integración, Gestión del Alcance, Gestión del Tiempo, Gestión de los Costos, Gestión de la Calidad, Gestión de los Recursos Humanos, Gestión de las Comunicaciones, Gestión de los Riesgos, Gestión de las Adquisiciones). Debe existir el apoyo de expertos en el uso de las herramientas y procesos que ofrece esta guía, para su mejor aplicación
- Se debe mejorar la gestión del proyecto en el aspecto del planeamiento y controlar constantemente rendimientos en obra para tener más referencias y obtener resultados más confiables.

A partir de estos resultados, se obtendrán mejores índices que sirvan en proyectos con este tipo de reforzamiento

## 12. BIBLIOGRAFÍA

RAMOS SALAZAR, Jesús (2003) *Costos y Presupuestos – Colección del Constructor*. Lima: CAPECO, Octava Edición 2003

BLONDET, Marcial. (2010) *Manual de construcción con adobe reforzado con geomalla de viviendas de bajo costo saludables y seguras*. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú

BOSSIO, Stefano (2010) *Evaluación del comportamiento sísmico e influencia de la dirección del movimiento en módulos de adobe reforzado con geomalla*. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería.

Project Management Institute, Inc - Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®), Cuarta edición (2008)

Centro Regional de Sismología para América del Sur - Pontificia Universidad Católica del Perú (CERCERESIS-PUCP) (1997) *Reforzamiento de las viviendas de adobe existentes en la costa y sierra*

GTZ, COPASA, PUCP (2005) *Manual para elaborar adobes mejorados*. Editorial Industria Gráfica Regentus, Arequipa.

GTZ COPASA PUCP (2005) *Manual de construcciones sismo resistentes en adobe*. Editorial Industria Gráfica Regentus, Arequipa.

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) 2005. *Censo Nacional 2005, X Población y V Vivienda, 2007*. Lima, INEI.

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) 2007. *Censo Nacional 2007, XI Población y VI Vivienda, 2007*. Lima, INEI.

JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA (1984) *Manual de diseño para maderas del Grupo Andino*. Lima, Junta del Acuerdo de Cartagena, 4a. Edición, 1984.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO DEL PERÚ (2006). *Reglamento Nacional de edificaciones. Norma E.080, "ADOBE"*. SENCICO, primera edición.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO DEL PERÚ (2006) *Reglamento Nacional de edificaciones. Norma Técnica E.070 Albañilería*. Lima: SENCICO.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO DEL PERÚ (2011) *R.M. N°220-2011-VIVIENDA Cuadro de valores unitarios oficiales de edificaciones para la sierra*. 30 de octubre.

PREDES (2002) *Construyendo casas de adobe más resistentes*. Lima: PREDES, Fondo editorial, 2002.

QUIUN, Daniel; Ángel SAN BARTOLOMÉ, Luis ZEGARRA, Alberto GIESECKE (2008) *Comportamiento de las viviendas de adobe reforzadas ante el sismo de Pisco*. Lima: Departamento de Ingeniería, Sección ingeniería civil, Pontificia Universidad Católica del Perú, 2009, (DI – SIC – 2008 – 01, 02,03, 04 Y 05).

SANTA CRUZ HIDALGO, Sandra (2011) *Introducción a la gestión de riesgos de desastres c9*. "Material de enseñanza". Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería.

TORREALVA, Daniel (2008) *Caracterización de daños, reparación, y refuerzo en construcciones de adobe*. Lima: Departamento de Ingeniería, Sección ingeniería civil, Pontificia Universidad Católica del Perú, 2008, (DI – SIC – 2008 – 01, 02, 03,04 Y 05).

VARGAS, Julio; Daniel TORREALVA, Marcial BLONDET (2007) *Construcción de casas saludables y sismo resistentes de ADOBE REFORZADO con geomalla*. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2007.

Zegarra, San Bartolomé, Quiun, Giesecke (1999) *Reforzamiento de viviendas existentes de adobe, Proyecto CERESIS-GTZ-PUCP*, XII Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Colegio de Ingenieros del Perú, Huánuco.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES (2009), *Evaluación de Tránsito y Seguridad Vial en la Intersección Carretera Central y Prolong. Av. Javier Prado*.

[http://www.ctlc-st.gob.pe/Estudios%20por%20a%C3%B1os/ceres\\_separadores.pdf](http://www.ctlc-st.gob.pe/Estudios%20por%20a%C3%B1os/ceres_separadores.pdf)

[http://constructoramcd.com/news\\_10\\_Costos-de-m2-en-construccion-material-noble-en-lima-peru.html](http://constructoramcd.com/news_10_Costos-de-m2-en-construccion-material-noble-en-lima-peru.html)

<http://blog.pucp.edu.pe/media/688/20070426-Alba%20Filer%20EDa%20Tradicional%20vs%20Caravista.pdf>

[http://www.geohaz.org/news/latestnewsarchives/images/11\\_11/ASCE's%20Civil%20Engineering%20Magazine.pdf](http://www.geohaz.org/news/latestnewsarchives/images/11_11/ASCE's%20Civil%20Engineering%20Magazine.pdf)



# ANEXOS

A large, faint watermark of the university's logo is centered on the page, featuring the same ship and star emblem and Latin motto as the header logo.

**ANEXO A** Cuadro de Materiales en general  
para el Reforzamiento del Centro Educativo en  
el Distrito de Chocos

DESCRIPCIÓN	CANT.	CU	SUBTOTAL
Alambre #16	75.00	S/. 4.48	S/. 336.00
Alambre #8	50.00	S/. 4.45	S/. 222.50
Anillo de presión 3/8 zinc	340.00	S/. 0.03	S/. 11.27
Anillo plano 3/8"zinc	340.00	S/. 0.07	S/. 22.67
Arco d/sterr	1.00	S/. 16.50	S/. 16.50
Autorroscante RAM	2.00	S/. 1.53	S/. 3.06
Balde CDE+MOPA	1.00	S/. 16.90	S/. 16.90
Baldes de 20lts	10.00	S/. 6.00	S/. 60.00
Barretas hexagonal	2.00	S/. 35.00	S/. 70.00
Bolsa de caucho	10.00	S/. 17.50	S/. 175.00
Bolsa de cal	1.00	S/. 6.00	S/. 6.00
BracketHalux 1x20	6.00	S/. 17.90	S/. 107.40
Broca 1/4	1.00	S/. 13.90	S/. 13.90
Broca p/madera	1.00	S/. 7.80	S/. 7.80
Broca p/madera 8x112mm	1.00	S/. 5.70	S/. 5.70
Brocha Tumi 6PG	1.00	S/. 31.90	S/. 31.90
Brochas #4	6.00	S/. 25.00	S/. 150.00
Cable TW 14AWG azul x100m	1.00	S/. 104.90	S/. 104.90
Cable TW 14AWGrojo x100m	1.00	S/. 104.90	S/. 104.90
Caja cuchilla	1.00	S/. 8.00	S/. 8.00
Caja de tiza	1.00	S/. 4.00	S/. 4.00
Canaletas Galu (mts), inc. 40 ganchos y 6 Abrazaderas	42.00	S/. 26.20	S/. 1,100.40
Canaleta 14x7mm c/ADH	2.00	S/. 4.50	S/. 9.00
Capuchones (und)	400.00	S/. 0.23	S/. 90.00
Carretillas pesadas	4.00	S/. 150.00	S/. 600.00
Casco Azul	5.00	S/. 4.40	S/. 22.00
Casco de seguridad BLANCO	1.00	S/. 4.40	S/. 4.40
Casco de seguridad NARANJA	5.00	S/. 4.40	S/. 22.00
Casco Naranja	10.00	S/. 4.40	S/. 44.00
Cemento	150.00	S/. 17.30	S/. 2,595.00
Cera liquidaTekno rojo	2.00	S/. 27.99	S/. 55.98
Chaleco d/Mall Pes	5.00	S/. 5.90	S/. 29.50
Chalecos d/Mall	12.00	S/. 5.90	S/. 70.80
Chalecos Reflectores	3.00	S/. 4.50	S/. 13.50
Chemalac Extra	1.00	S/. 109.90	S/. 109.90
cilindros	2.00	S/. 40.00	S/. 80.00
Cinta aislante 3/4"x6	2.00	S/. 2.90	S/. 5.80
Cinta aislante Temfle	1.00	S/. 3.20	S/. 3.20

Cinta de teflón permanente	3.00	S/.	2.70	S/.	8.10
cinta Larga D/VDR 3	1.00	S/.	47.90	S/.	47.90
Cinta Maskin tape	3.00	S/.	6.70	S/.	20.10
Cinta sedlz	1.00	S/.	24.90	S/.	24.90
Clavo 3"	30.00	S/.	4.30	S/.	129.00
Clavo 4"	30.00	S/.	4.30	S/.	129.00
Clavo de acero (kg)	300.00	S/.	0.06	S/.	18.00
Clavos de 2 1/2" (kg)	5.00	S/.	4.00	S/.	20.00
Codo 1/2	4.00	S/.	1.00	S/.	4.00
Codo 3x90	8.00	S/.	7.00	S/.	56.00
Cola liquida tekno	1.00	S/.	15.50	S/.	15.50
Comba #10libras	1.00	S/.	50.00	S/.	50.00
Comba #10libras	2.00	S/.	50.00	S/.	100.00
Comba #20libras	1.00	S/.	75.00	S/.	75.00
Comba #20libras	1.00	S/.	75.00	S/.	75.00
Comba #3libras	1.00	S/.	20.00	S/.	20.00
Comba #4 libras	6.00	S/.	25.00	S/.	150.00
Combo taladro 13RE y 34 accesorios	1.00	S/.	199.90	S/.	199.90
Conmutador simple	3.00	S/.	9.00	S/.	27.00
Cono de rafia	13.00	S/.	6.50	S/.	84.50
Disco corte Acero 180x3mm	1.00	S/.	7.90	S/.	7.90
Disco diamantado. Segmenta 160mm skil	1.00	S/.	69.90	S/.	69.90
Escalera de tijera	2.00	S/.	90.00	S/.	180.00
Escoba	1.00	S/.	10.50	S/.	10.50
Estacas	8.00	S/.	3.00	S/.	24.00
Fierro 1/4	50.00	S/.	7.00	S/.	350.00
Fierro 3/8	50.00	S/.	17.00	S/.	850.00
Fluorescente polilux 18w	6.00	S/.	5.50	S/.	33.00
Formón 1 1/2"TRUP	11.00	S/.	19.90	S/.	218.90
Frotacho	2.00	S/.	6.00	S/.	12.00
Geomalla biaxial 3x75m	1125.00	S/.	5.12	S/.	5,761.35
Gruña canto	1.00	S/.	5.00	S/.	5.00
Gruña centro	1.00	S/.	5.00	S/.	5.00
Guante d/hilo (pack)	1.00	S/.	9.00	S/.	9.00
Guante llave ajuste 10"	1.00	S/.	6.90	S/.	6.90
Guante master ind	2.00	S/.	10.50	S/.	21.00
Guantes	18.00	S/.	1.50	S/.	27.00
Herramientas menores	20.00	S/.	3.50	S/.	70.00
Herramientas menores	4.00	S/.	35.00	S/.	140.00
hoja de sierra	5.00	S/.	5.50	S/.	27.50

Huincha 16"x5m glob	1.00	S/.	17.00	S/.	17.00
Huincha Stanley 30mts	1.00	S/.	65.00	S/.	65.00
Interruptor simple	3.00	S/.	4.00	S/.	12.00
Interruptor termo magnética 2	4.00	S/.	39.60	S/.	158.40
kit de limpieza				S/.	25.00
Lamina de seguridad con 4 micas Johnson (11.10x1.50)				S/.	427.00
Lampa de cuchara	6.00	S/.	20.00	S/.	120.00
Lampa recta	2.00	S/.	20.00	S/.	40.00
Látex	3.00	S/.	18.50	S/.	55.50
Látex crema	20.00	S/.	18.50	S/.	370.00
Lentes de seguridad.	5.00	S/.	2.50	S/.	12.50
Lentes de seguridad.	1.00	S/.	24.00	S/.	24.00
Lentes de seguridad.	3.00	S/.	2.30	S/.	6.90
Lija circular	5.00	S/.	6.00	S/.	30.00
Lijas #80	45.00	S/.	2.00	S/.	90.00
linterna 3.2v 4LED	2.00	S/.	19.90	S/.	39.80
Llave ajuste 10"	1.00	S/.	8.90	S/.	8.90
Llave termo magnéticoticino	1.00	S/.	40.00	S/.	40.00
Madera en general				S/.	6,422.50
Maletín #18	1.00	S/.	28.00	S/.	28.00
Manguera	60.00	S/.	0.90	S/.	54.00
Mascarilla desechable	1.00	S/.	11.90	S/.	11.90
Mascarilla desechable	2.00	S/.	11.90	S/.	23.80
Material de préstamo (Arena) - cantera Chocos	1.00	S/.	100.00	S/.	100.00
Material de préstamo (Arena) - cantera Chocos	1.00	S/.	150.00	S/.	150.00
Metros de muelle	3.00	S/.	3.00	S/.	9.00
Navajas				S/.	11.00
Nailon (gramos)	750.00			S/.	18.80
Nivel D/Resina Estrc	1.00	S/.	16.90	S/.	16.90
Nivel resina estructural 24'	2.00	S/.	24.90	S/.	49.80
Nivel Stanley	1.00	S/.	50.00	S/.	50.00
Ocre del maestro ROJO	1.00	S/.	11.90	S/.	11.90
Pabilo algodón N20	1.00	S/.	6.80	S/.	6.80
Pala Manual cuchara	1.00	S/.	5.50	S/.	5.50
paleta	1.00	S/.	38.00	S/.	38.00
Palos de escobas	3.00	S/.	2.50	S/.	7.50
Papel toalla	1.00	S/.	6.90	S/.	6.90
Pegamento OATEY	2.00	S/.	8.00	S/.	16.00
PER.HEX 3/8"4UNC ZINC G-2	340.00	S/.	0.58	S/.	198.83

Picos	3.00	S/.	25.00	S/.	75.00
picos c/mango	3.00	S/.	20.00	S/.	60.00
Pizarra	3.00	S/.	960.00	S/.	2,880.00
Plancha de empastar	2.00	S/.	15.00	S/.	30.00
PLN Opaca 22 Onda 177 1.83x1.16x2.20	40.00	S/.	48.64	S/.	1,945.66
PLN Opaca 22 Onda 177 3.05xx1.16x2.20	46.00	S/.	80.69	S/.	3,711.88
PLN Tras. Blanca S0177 2.44X1.16X1.75	6.00	S/.	61.71	S/.	370.28
ProyMaxiduch	-1.00	S/.	5.00	S/.	-5.00
Puertas y ventanas, con chapas, vidrios de ventanas	1.00			S/.	3,900.00
Pulverizador botip.	1.00	S/.	5.90	S/.	5.90
regla aluminio	4.00	S/.	37.50	S/.	150.00
Rodillos #12 loro	6.00	S/.	13.00	S/.	78.00
Rollo de manta de 2"	1.00	S/.	340.00	S/.	340.00
Sascuya #24 Negro KAMASA	1.00	S/.	60.00	S/.	60.00
Serrucho	1.00	S/.	21.90	S/.	21.90
Sifón				S/.	15.00
silicona azul				S/.	65.00
Silicona Transparente	1.00	S/.	7.00	S/.	7.00
Solvente SC-55	1.00	S/.	55.00	S/.	55.00
Tablas 1,50/8"/30m	50.00	S/.	32.00	S/.	1,600.00
tablas 1x6x51	5.00	S/.	35.00	S/.	175.00
Tablero Adosado 2P	1.00	S/.	6.60	S/.	6.60
Tablero Adosado 2P	1.00	S/.	13.90	S/.	13.90
Temple	15.00	S/.	15.00	S/.	225.00
Thinner (gln)	2.00	S/.	15.00	S/.	30.00
Tijera Reforzada	1.00	S/.	17.50	S/.	17.50
Tira línea	1.00	S/.	13.00	S/.	13.00
Tirafondo HEX. 1/4"zinc	400.00	S/.	0.20	S/.	81.09
Toma EURDAM doble	3.00	S/.	10.20	S/.	30.60
Tomacorriente triple	3.00	S/.	9.40	S/.	28.20
Trapeador de felpa	6.00	S/.	6.90	S/.	41.40
Trapo Industrial	6.00	S/.	3.50	S/.	21.00
Tubo 1/2"S/P	3.00	S/.	3.33	S/.	10.00
Tubos 3"PAVCO	3.00	S/.	18.00	S/.	54.00
Tuerca HEX 3/6"unc zinc G-2	340.00	S/.	0.07	S/.	23.33
UND Cumb.SF177 1.16x0.55x2.60	23.00	S/.	25.87	S/.	594.91

Habilitación, construcción y montaje de techo y cobertura	1.00	S/. 1,300.00	S/. 1,300.00
Puertas y ventanas	1.00	S/. 360.00	S/. 360.00

**S/. 42,587.02**



**ANEXO B** Cuadro de Gastos Generales sin  
incluir el personal técnico para el  
Reforzamiento del Centro Educativo en el  
Distrito de Chocos



DESCRIPCION	CANT	CU	SUBTOTAL
Accesorio caja Térmica	4	S/. 0.90	S/. 3.60
Ahorrador 20W	1	S/. 11.90	S/. 11.90
Alojamiento x 1 día			S/. 35.00
Alojamiento-Gasto de hospedaje no facturado (7personas)	20	S/. 70.00	S/. 1,400.00
Ambientador	2	S/. 4.10	S/. 8.20
Asiento inodoro	1	S/. 32.90	S/. 32.90
Bolsa de basura	1	S/. 7.40	S/. 7.40
Brazo de ducha	4	S/. 19.90	S/. 79.60
Cable thhn 14AWG	1	S/. 15.40	S/. 15.40
Cable THIN 12 AWG	7	S/. 18.50	S/. 129.50
Candados	3	S/. 5.00	S/. 15.00
Casco de seguridad de colores	21	S/. 4.40	S/. 92.40
Chaleco d/Mall	17	S/. 5.90	S/. 100.30
Chaleco Reflectores	3	S/. 4.50	S/. 13.50
Comida - ceremonia y otros			S/. 1,030.00
Comida- Servicio de Pensión	20	S/. 70.00	S/. 1,400.00
Disco duro externo 500G			S/. 350.00
Ducha eléctrica	4	S/. 49.90	S/. 199.60
Estufa Eléctrica	1	S/. 29.90	S/. 29.90
Impresiones (340 juegos)	1		S/. 340.00
Jarra eléctrica	1	S/. 14.00	S/. 14.00
Lentes de seguridad.			S/. 43.40
Mascarilla desechable	3	S/. 11.90	S/. 35.70
Materiales de Limpieza			S/. 19.80
Peajes			S/. 74.50
Pila AA x8 PAG5 LL	1	S/. 15.70	S/. 15.70
ploteo			S/. 45.50
Radio de comunicación (par)	2	S/. 299.00	S/. 598.00
Resistencia LORNZ	2	S/. 11.90	S/. 23.80
Supresor de pico	1	S/. 24.90	S/. 24.90
Tabla base	1	S/. 1.00	S/. 1.00
Tablero Adosado 2P	1	S/. 4.90	S/. 4.90
Tablero Adosado 2P	2	S/. 6.60	S/. 13.20
Tacho	1	S/. 19.00	S/. 19.00
Teléfono			S/. 114.00
Transporte de materiales, equipajes y personal técnico			S/. 13,606.13
Transporte PUCP-LIMA-CHOCOS (grupo técnico)			S/. 1,241.23

**S/. 21,188.96**



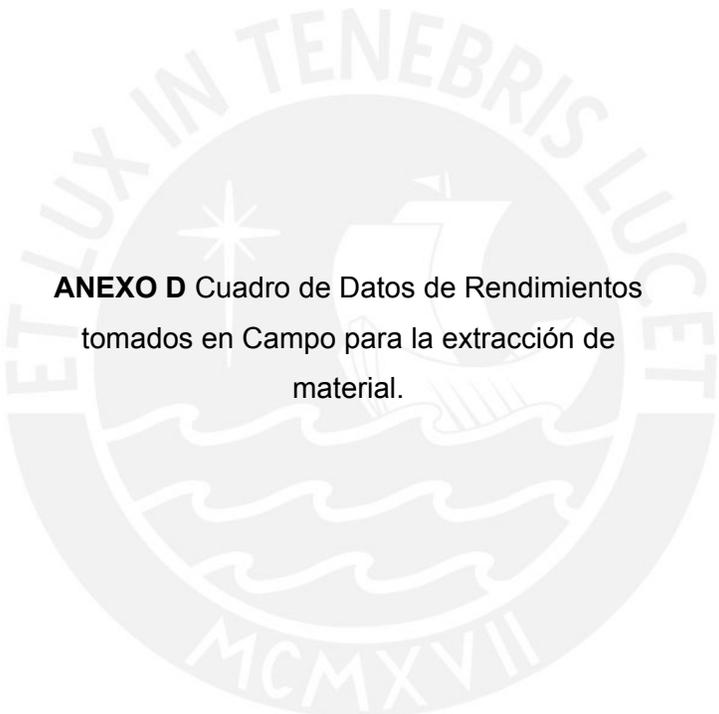
**ANEXO C** Cuadro de Datos de Rendimientos  
de partidas especiales tomados en Campo del  
Reforzamiento del Centro Educativo en el  
Distrito de Chocos.

#	Partida	Cant.	Und	Inicio	Fin	T(h)	T(min)	Rend	Und
1	Marcado Para Perforaciones	1	aula	09:05	09:30	00:25	25	2.40	aula/h
2	Perforación De Muro	1	und	09:25	09:27	00:02	2	58.50	orificios/h
		5	un	09:30	09:40	00:10	10	30.00	orif/h
3	Amarrado De Rafia	17.98	1 muro	08:10	08:55	00:45	45	23.97	m2/h
		17.98	1 muro	09:00	09:50	00:50	50	21.58	
4	Cortado De Rafia De 1.20 M	96	ml	09:42	09:55	00:13	13	443.08	ml/h
		360	ml	08:55	09:42	00:47	47	459.57	
		480	ml	09:42	10:48	01:06	66	436.36	
5	Corte De Geomalla	6	ml	14:55	15:28	00:33	33	10.91	ml/h
		23.5	ml	11:45	13:20	01:35	95	14.84	
		29.5	ml	07:25	09:25	02:00	120	14.75	
6	Ajustan Geomalla Con Clavos	50.4	m2	11:10	13:00	01:50	110	27.49	m2/h
7	Amarrado Geomalla Tímpano Con Viga Escalera	6.3	m2	08:00	09:20	01:20	80	4.73	m2/h
8	Picado De Dientes De 0.40* 0.10 En Muro	0.18	m2	11:18	12:08	00:50	50	0.22	m2/h
		0.09	m2	10:42	11:05	00:23	23	0.23	
		0.18	m2	07:30	07:52	00:22	22	0.49	
		0.18	m2	07:40	08:06	00:26	26	0.42	
		0.18	m2	08:16	09:05	00:49	49	0.22	
		0.18	m2	08:15	09:03	00:48	48	0.23	
		0.18	m2	08:19	09:10	00:51	51	0.21	
		0.18	m2	08:21	09:10	00:49	49	0.22	
		0.18	m2	08:23	09:09	00:46	46	0.23	

9	Picado De Anclaje Contrafuerte	0.09	m2	10:55	11:24	00:29	29	0.19	picado/h
		0.09	m2	11:30	11:48	00:18	18	0.30	
		0.09	und	11:33	11:50	00:17	17	0.32	
		0.09	m2	12:05	12:22	00:17	17	0.32	
		0.09	m2	11:50	12:06	00:16	16	0.34	
10	Asentado De Contrafuerte De 2.40 M	1.20	ml	09:40	11:25	01:45	105	0.69	ml/h
		1.20	ml	09:53	11:45	01:52	112	0.64	
		1.20	ml	09:55	11:50	01:55	115	0.63	
		1.20	ml	09:55	12:05	02:10	130	0.55	
		1.20	ml	09:40	11:15	01:35	95	0.76	
		1.20	ml	09:40	11:17	01:37	97	0.74	
		1.20	ml	11:21	12:50	01:29	89	0.81	
		1.45	ml	08:06	10:30	02:24	144	0.60	
		1.45	ml	08:15	10:42	02:27	147	0.59	
11	Asentado De Contrafuerte Y Ventana Altura 2.40	1	ml	07:52	11:05	03:13	193	0.31	ml/h
		1	ml	07:52	11:05	03:13	193	0.31	
		1	ml	08:12	12:10	03:58	238	0.25	
		1	ml	08:15	12:15	04:00	240	0.25	
		1	ml	09:50	11:15	01:25	85	0.71	
		1	ml	09:35	10:40	01:05	65	0.92	
		1	ml	11:25	12:40	01:15	75	0.80	
		1	ml	16:10	18:00	01:50	110	0.55	
12	Asentado De Adobes TÍMPANO DE 0.90*7.00 M	3.15	m2	09:56	13:30	03:34	214	0.88	m2/h
		3.15	m2	10:01	13:40	03:39	219	0.86	
		3.15	m2	14:45	18:00	03:15	195	0.97	
13	Mezcla De Mortero	2	m3	08:15	09:15	01:00	60	2.00	m3/h
		2	m3	07:00	08:17	01:17	77	1.56	
		1 1/2	m3	08:00	08:30	00:30	30	3.00	
		2.5	m3	08:00	09:25	01:25	85	1.76	
14	Mezcla Para	2	m3	08:10	09:05	00:55	55	2.18	m3/h

	Adobe								
15	Mezcla Para Tarrajeo	3	m3	08:00	09:00	01:00	60	3.00	m3/h
		3		08:00	09:10	01:10	70	2.57	
		3		08:00	08:55	00:55	55	3.27	
16	Embarrado Exterior	35.52	m2	11:44	13:00	01:16	76	28.04	m2/h
		18.16	m2	13:50	14:58	01:08	68	16.02	
		53.68	m2	14:53	17:00	02:07	127	25.36	
		16.8	m2	15:30	16:34	01:04	64	15.75	
17	Embarrado Exterior	16.8	m2	14:45	15:45	01:00	60	16.80	m2/h
		46.56	m2	08:00	11:02	03:02	182	15.35	
		63.36	m2	08:20	13:00	04:40	280	13.58	
		63.36	m2	11:13	15:30	04:17	257	14.79	
18	Embarrado Tímpano	3.15	m2	16:51	17:11	00:20	20	9.45	m2/h
19	Tarrajeo Muro Exterior	21.46	m2	09:30	11:45	02:15	135	9.54	m2/h
		21.46	m2	10:40	12:51	02:11	131	9.83	
		21.46	m2	10:45	13:06	02:21	141	9.13	
		3.15	m2	11:20	12:30	01:10	70	2.70	
		17.76	m2	15:35	16:55	01:20	80	13.32	
		17.76	m2	16:55	18:05	01:10	70	15.22	
		17.76	m2	11:25	13:03	01:38	98	10.87	
20	Tarrajeo Interior	49.44	m2	09:10	13:00	03:50	230	12.90	m2/h
		19.68	m2	14:00	18:00	04:00	240	4.92	
		29.76	m2	11:05	13:00	01:55	115	15.53	
		35.52	m2	14:00	18:00	04:00	240	8.88	
		2.88		09:10	11:00	01:50	110	1.57	
		8.64		11:00	13:00	02:00	120	4.32	
		22.56	m2	09:10	13:00	03:50	230	5.89	
		46.56	m2	10:00	13:00	03:00	180	15.52	
		3.84	m2	08:00	10:30	02:30	150	1.54	
21	Conexión De Correa En Techo	190.29	m2	08:00	09:50	01:50	110	103.80	m2/h

22	Conexión De Correas Con Tacos	59.20	ml	09:50	12:10	02:20	140	25.37	ml/h
23	Resane De Tarrajeo	53.68	m2	08:00	10:45	02:45	165	19.52	m2/h
		12.08	m2	10:38	12:45	02:07	127	5.70	
		63.36	m2	16:10	18:37	02:27	147	25.86	
		63.36	m2	18:40	20:30	01:50	110	34.56	
		63.36	m2	08:00	13:00	05:00	300	12.67	
24	Tarrajeo Derrames	1.5	ml	08:46	09:24	00:38	38	2.00	m2/h
		1.5	ml	09:28	10:07	00:39	39	2.09	
		1.5	ml	12:10	12:45	00:35	35	2.00	
		1.5	ml	13:06	13:43	00:37	37	2.09	
25	Resane Derrame	4.1	ml	12:50	12:57	00:07	7	35.14	m2/h
		4.1	ml	14:30	14:38	00:08	8	30.75	
		4.1	ml	14:34	14:42	00:08	8	30.75	
		4.1	ml	14:42	14:50	00:08	8	30.75	



**ANEXO D** Cuadro de Datos de Rendimientos  
tomados en Campo para la extracción de  
material.

Partida	Ubicación	Cant	Und	Inicio	Fin	Tiempo	t(min)	Rend	Und
Extracción De Arena		3	M3	09:40	10:30	00:50	50	3.60	M3/h
		4	M3	11:40	12:56	01:16	76	3.16	M3/h
Depósito De Arena En Losa Deportiva		3	M3	10:50	11:10	00:20	20	9.00	M3/h
Lavado Arena	Losa deportiva	5	m3	08:00	13:00	05:00	300	1.00	m3/h
		3	m3	08:00	11:02	03:02	182	0.99	m3/h
		5.5	m3	08:30	12:30	04:00	240	1.38	m3/h
Cernido De Arena		5	m3	08:00	10:40	02:40	160	1.88	m3/h
Extracción De Tierra	campo	2.5	m3	11:30	13:00	01:30	90	1.67	m3/h
	campo	5	m3	15:15	16:40	01:25	85	3.53	m3/h
	Losa deportiva	1	m3	08:00	08:55	00:55	55	1.09	m3/h
Descarga De Tierra	loza	2.5	m3	14:10	14:30	00:20	20	7.50	m3/h
	loza	5	M3	17:10	17:40	00:30	30	10.00	m3/h
Tamizado De Tierra		2.5	m3	08:40	11:10	02:30	150	1.00	m3/h
		3	m3	08:00	10:40	02:40	160	1.13	m3/h
Cernido De Tierra Con Malla Azul	Losa deportiva	1.25	m3	07:00	09:10	02:10	130	0.58	
	Losa deportiva	4.5	m3	09:00	17:00	08:00	480	0.56	
Cortado De Paja		4	m3	08:00	13:00	05:00	300	0.80	m3/h
Preparado De Paja	patio	3	m3	08:00	09:00	01:00	60	3.00	m3/h
Moler Adobes Para Mortero		1 1/2	m3	08:05	08:54	00:49	49	1.84	m3/h
		1 1/2	m3	08:10	09:04	00:54	54	1.67	m3/h
		3.5	m3	07:00	12:00	05:00	300	0.70	m3/h
Prepara Tierra Para Mortero		2.5	m3	11:00	13:00	02:00	120	1.25	m3/h
		2	m3	08:00	09:15	01:15	75	1.60	m3/h



**ANEXO E**

Diagrama de Gantt – Línea  
Base

Id	Mod de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	10 jul '11							17 jul '11						
						D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X			
1		<b>ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS</b>	27 días	lun 11/07/11	vie 12/08/11														
2		ADOBES	2 días	lun 11/07/11	mié 13/07/11														
3		Práctica y hacer adobes	2 días	lun 11/07/11	mié 13/07/11														
4		Demolicion, desmontaje y eliminacion de escombros	3 días	lun 11/07/11	jue 14/07/11														
5		Demolicion de muro	1 día	mar 12/07/11	mié 13/07/11														
6		Desmontaje del techo	1 día	lun 11/07/11	mar 12/07/11														
7		Demolicion de revoque	1 día	mar 12/07/11	mié 13/07/11														
8		Demolicion de timpanos	1 día	mar 12/07/11	mié 13/07/11														
9		Demolicion de dinteles	1 día	mar 12/07/11	mié 13/07/11														
10		Desmontaje del muro para los muros contrafuertes	1 día	mié 13/07/11	jue 14/07/11														
11		Transporte de materiales/equipos de Cañete (cemento, acero, tablas para cofrado)	0 días	vie 15/07/11	vie 15/07/11														◆ 15/07
12		Transporte de materiales/equipos de Lima (geomalla, cobertura, madera, pernos para tijerales, broca)	0 días	vie 15/07/11	vie 15/07/11														◆ 15/07
13		Topografía	1 día	jue 14/07/11	vie 15/07/11														
14		Trazo y replanteo en campo	1 día	jue 14/07/11	vie 15/07/11														

Proyecto: LINEA BASE Fecha: vie 23/09/11	Tarea		Resumen inactivo	
	División		Tarea manual	
	Hito		Sólo duración	
	Resumen		Informe de resumen manual	
	Resumen del proyecto		Resumen manual	
	Tareas externas		Sólo el comienzo	
	Hito externo		Sólo fin	
	Tarea inactiva		Fecha límite	
	Hito inactivo		Progreso	

Id	Mod de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	10 jul '11							17 jul '11						
						D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X			
15		Excavaciones	3 días	vie 15/07/11	mar 19/07/11														
16		Excavacion, compactado, reciclaje y eliminacion - exteriores	3 días	vie 15/07/11	mar 19/07/11														
17		Excavacion, compactado, reciclaje y eliminacion - interiores	3 días	vie 15/07/11	mar 19/07/11														
18		Cimiento de concreto simple	3 días	mar 19/07/11	vie 22/07/11														
19		Mini-cimientos por los contrafuertes	1 día	mar 19/07/11	mié 20/07/11														
20		Solado en cimiento corrido. Cimiento externo	2 días	mar 19/07/11	jue 21/07/11														
21		Solado en cimiento corrido. Interno en las aulas	3 días	mar 19/07/11	vie 22/07/11														
22		Mamposteria	4 días	vie 22/07/11	jue 28/07/11														
23		Muro contrafuerte de soga adobes 40x40x10	2 días	vie 22/07/11	lun 25/07/11														
24		Relleno de muro en ventanas con adobes de 40x40x10	2 días	lun 25/07/11	jue 28/07/11														
25		Geomalla	8 días	jue 14/07/11	sáb 23/07/11														
26		Marcar y hacer perforaciones en muros	3 días	jue 14/07/11	lun 18/07/11														
27		Pasado de rafias en muros existentes de adobe	3 días	jue 14/07/11	lun 18/07/11														

Proyecto: LINEA BASE Fecha: vie 23/09/11	Tarea		Resumen inactivo	
	División		Tarea manual	
	Hito		Sólo duración	
	Resumen		Informe de resumen manual	
	Resumen del proyecto		Resumen manual	
	Tareas externas		Sólo el comienzo	
	Hito externo		Sólo fin	
	Tarea inactiva		Fecha límite	
	Hito inactivo		Progreso	

id	Mod de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	10 jul '11							17 jul '11						
						D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X			
28		Medir y cortar los paneles de la geomalla	1 día	lun 18/07/11	mar 19/07/11														
29		Colocar geomalla en muros	4 días	mar 19/07/11	sáb 23/07/11														
30		Colocar geomalla en contrafuertes	2 días	mar 19/07/11	jue 21/07/11														
31		Adjuntar los traslapes	4 días	mar 19/07/11	sáb 23/07/11														
32		Viga Solera	2 días	jue 28/07/11	sáb 30/07/11														
33		Habilitación para colocar viga collarín	1 día	jue 28/07/11	vie 29/07/11														
34		Colocación del acero	1 día	jue 28/07/11	vie 29/07/11														
35		Encofrado de viga collarín	1 día	jue 28/07/11	vie 29/07/11														
36		Vaciado de viga collarín	1 día	vie 29/07/11	sáb 30/07/11														
37		Desencofrado	1 día	jue 28/07/11	vie 29/07/11														
38		Timpanos	2 días	sáb 30/07/11	mar 02/08/11														
39		Hacer los timpanos de adobe	1 día	sáb 30/07/11	lun 01/08/11														
40		Adjuntar las maderas & conexiones a los correos	1 día	lun 01/08/11	mar 02/08/11														
41		Estructuras de madera	7 días	sáb 30/07/11	lun 08/08/11														
42		Habilitar Tijerales " W "	1 día	sáb 30/07/11	lun 01/08/11														
43		Montar Tijerales " W "	1 día	lun 01/08/11	mar 02/08/11														
44		Correas de 2 " x6 " soporte de la cobertura y diagonales	2 días	mar 02/08/11	jue 04/08/11														

Proyecto: LINEA BASE  
Fecha: vie 23/09/11

Tarea		Resumen inactivo	
División		Tarea manual	
Hito		Sólo duración	
Resumen		Informe de resumen manual	
Resumen del proyecto		Resumen manual	
Tareas externas		Sólo el comienzo	
Hito externo		Sólo fin	
Tarea inactiva		Fecha límite	
Hito inactivo		Progreso	

Página 3

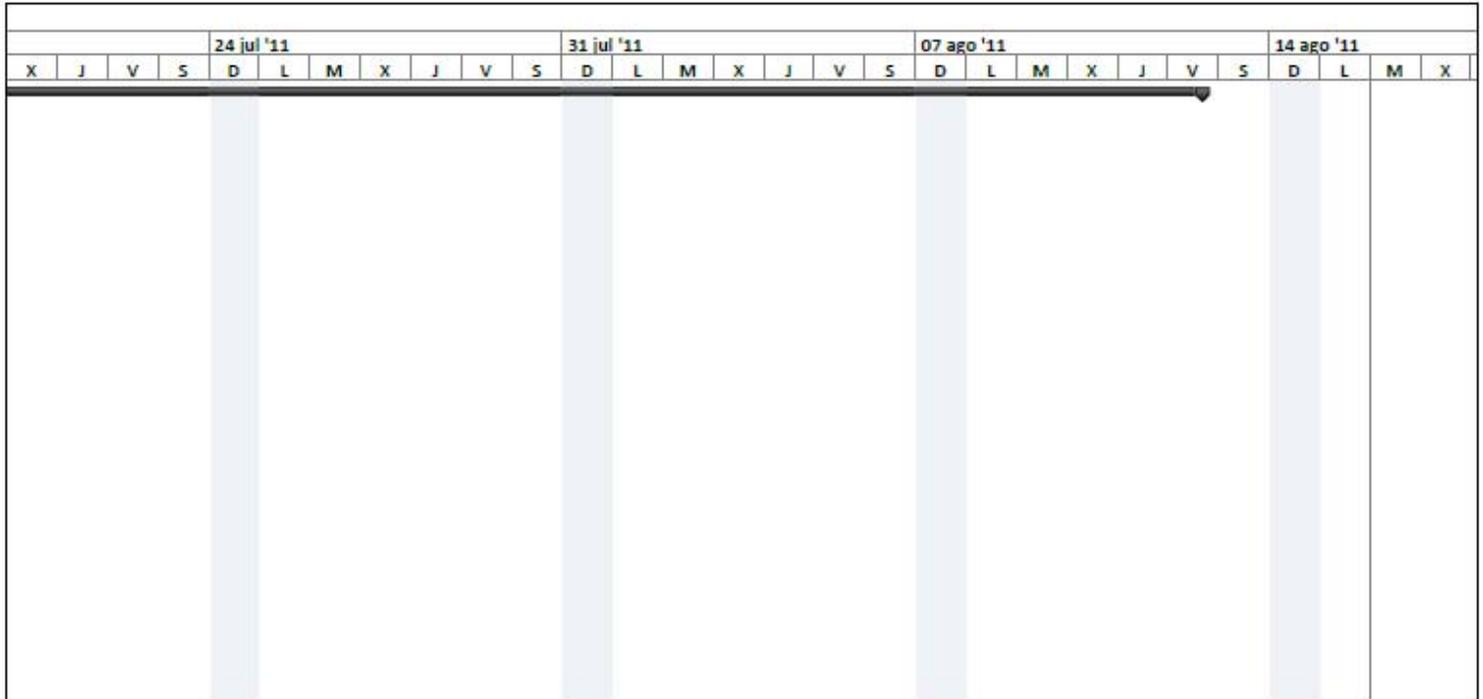
id	Mod de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	10 jul '11							17 jul '11				
						D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	
						45	⇒	Excavacion de suelo para tarrajeo	1 día	mar 02/08/11	mié 03/08/11						
46	⇒	Muros exteriores. Revoque de barro 1.5 cm primera capa	1 día	jue 04/08/11	vie 05/08/11												
47	⇒	Muros interiores. Revoque de barro 1.5 cm primera capa.	1 día	vie 05/08/11	sáb 06/08/11												
48	⇒	Muros exteriores. Revoque de barro 0.5 cm segunda capa.	1 día	sáb 06/08/11	lun 08/08/11												
49	⇒	Muros interiores. Revoque de barro 0.5 cm segunda capa.	1 día	sáb 06/08/11	lun 08/08/11												
50	⇒	COBERTURA	2 días	jue 04/08/11	sáb 06/08/11												
51	⇒	Colocación de COBERTURA	2 días	jue 04/08/11	sáb 06/08/11												
52	⇒	PISO	2 días	jue 04/08/11	sáb 06/08/11												
53	⇒	vaciado de piso	2 días	jue 04/08/11	sáb 06/08/11												
54	⇒	VEREDA Y RAMPA	6 días	lun 01/08/11	lun 08/08/11												
55	⇒	Encofrado vereda y rampa	3 días	lun 01/08/11	jue 04/08/11												
56	⇒	Vaciado vereda y rampa	2 días	jue 04/08/11	sáb 06/08/11												
57	⇒	Desencofrado vereda y rampa	1 día	sáb 06/08/11	lun 08/08/11												
58	⇒	CONTRAZOCALOS	2 días	sáb 06/08/11	mar 09/08/11												
59	⇒	colocación contrazocalos	2 días	sáb 06/08/11	mar 09/08/11												
60	⇒	CARPINTERIA DE MADERA	5 días	sáb 06/08/11	vie 12/08/11												
61	⇒	Remplacar las puertas y las ventanas	5 días	sáb 06/08/11	vie 12/08/11												

Proyecto: LINEA BASE Fecha: vie 23/09/11	Tarea		Resumen inactivo	
	División		Tarea manual	
	Hito		Sólo duración	
	Resumen		Informe de resumen manual	
	Resumen del proyecto		Resumen manual	
	Tareas externas		Sólo el comienzo	
	Hito externo		Sólo fin	
	Tarea inactiva		Fecha límite	
	Hito inactivo		Progreso	

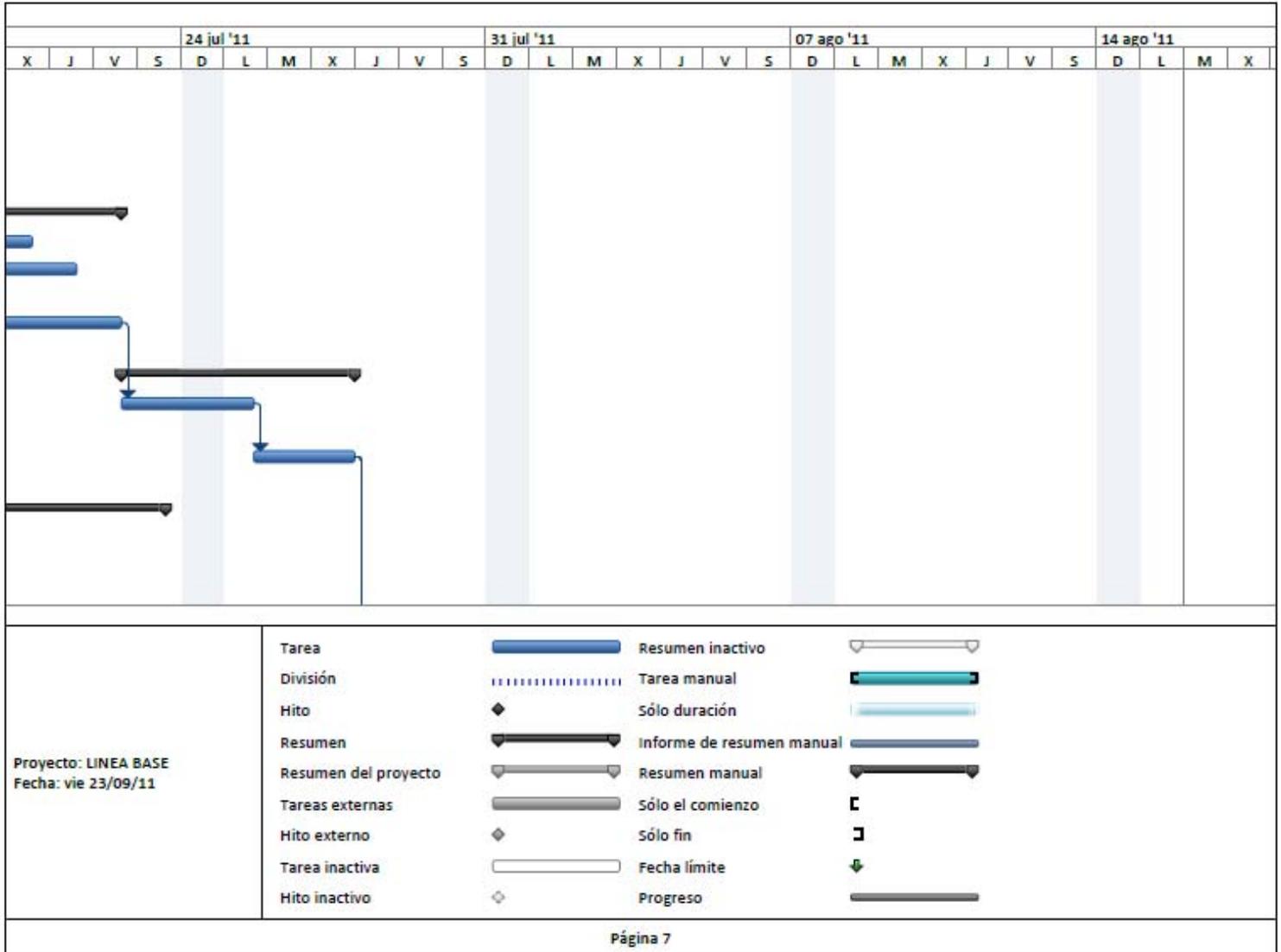
id	Mod de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	10 jul '11							17 jul '11				
						D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	
						62		CERRAJERIA	1 día	sáb 06/08/11	lun 08/08/11						
63		Colocación de Cerrajería	1 día	sáb 06/08/11	lun 08/08/11												
64		VIDRIOS, CRISTALES Y SIMILARES	1 día	sáb 06/08/11	lun 08/08/11												
65		Colocación de vidrios, cristales y similares	1 día	sáb 06/08/11	lun 08/08/11												
66		INSTALACION ELECTRICA	1 día	lun 08/08/11	mar 09/08/11												
67		Colocación de IIEE	1 día	lun 08/08/11	mar 09/08/11												
68		Abierto	0 días	lun 15/08/11	lun 15/08/11												

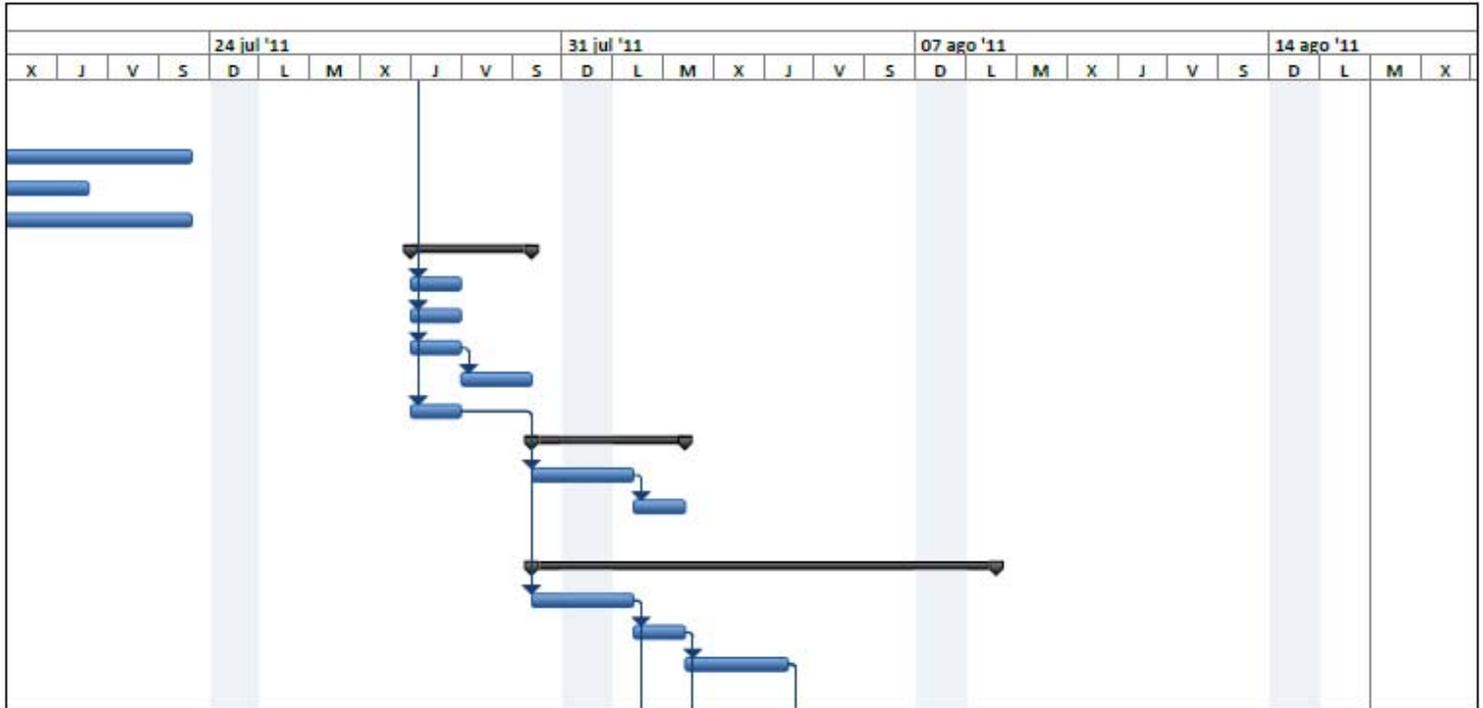
--

Proyecto: LINEA BASE Fecha: vie 23/09/11	Tarea		Resumen inactivo	
	División		Tarea manual	
	Hito		Sólo duración	
	Resumen		Informe de resumen manual	
	Resumen del proyecto		Resumen manual	
	Tareas externas		Sólo el comienzo	
	Hito externo		Sólo fin	
	Tarea inactiva		Fecha límite	
	Hito inactivo		Progreso	

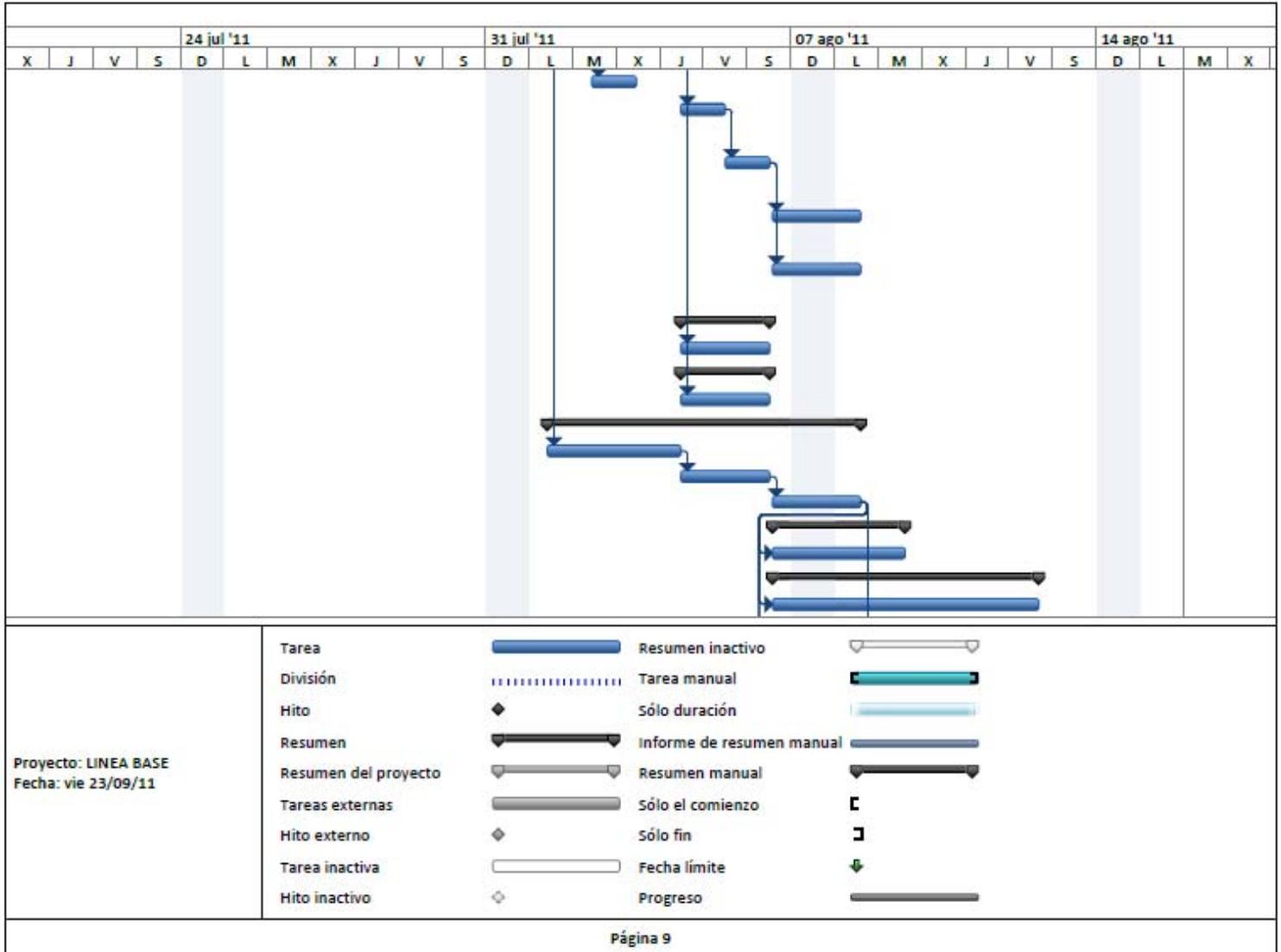


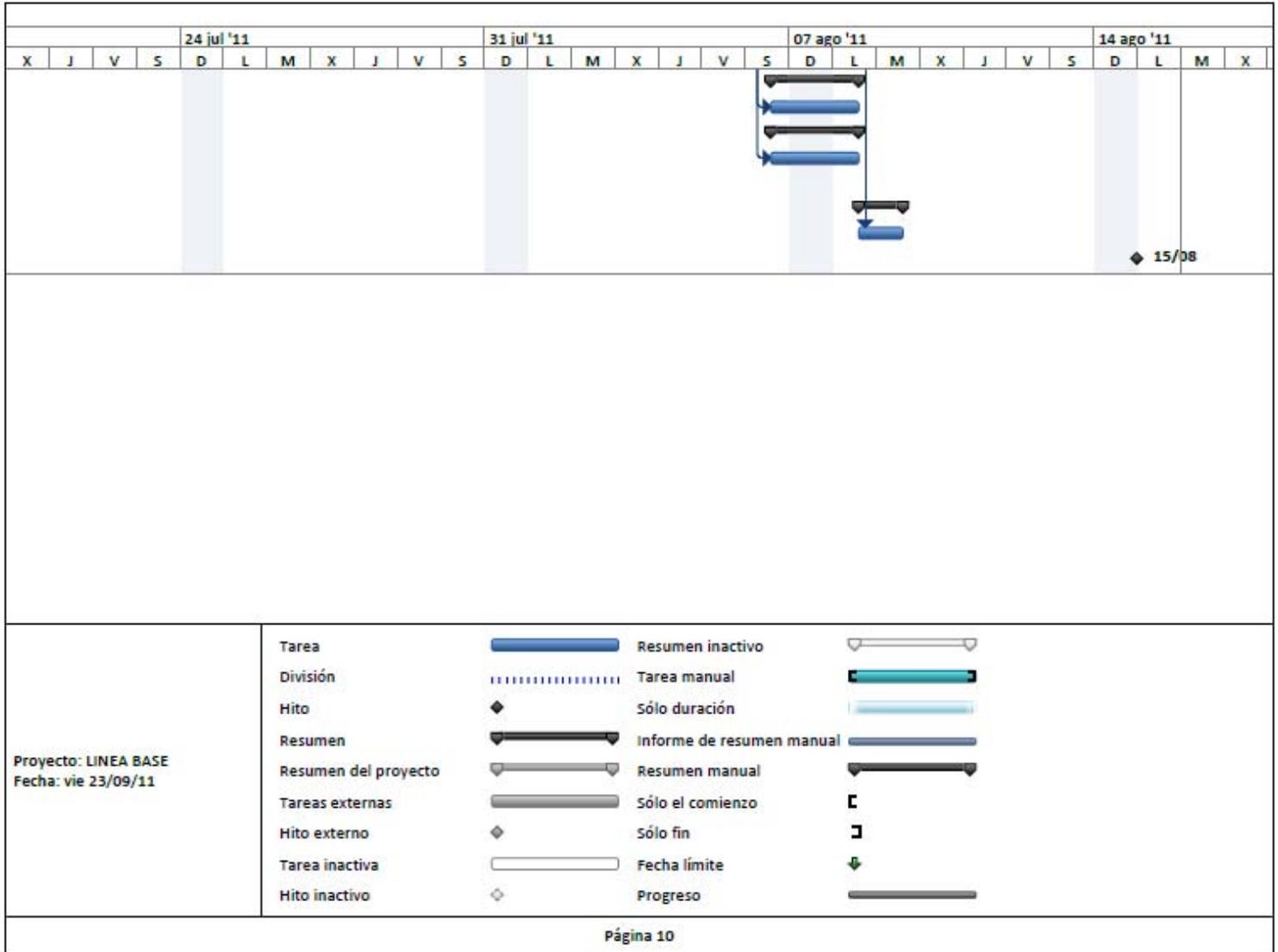
Proyecto: LINEA BASE Fecha: vie 23/09/11	Tarea		Resumen inactivo	
	División		Tarea manual	
	Hito		Sólo duración	
	Resumen		Informe de resumen manual	
	Resumen del proyecto		Resumen manual	
	Tareas externas		Sólo el comienzo	
	Hito externo		Sólo fin	
	Tarea inactiva		Fecha límite	
	Hito inactivo		Progreso	





Proyecto: LINEA BASE Fecha: vie 23/09/11	Tarea		Resumen inactivo	
	División		Tarea manual	
	Hito		Sólo duración	
	Resumen		Informe de resumen manual	
	Resumen del proyecto		Resumen manual	
	Tareas externas		Sólo el comienzo	
	Hito externo		Sólo fin	
	Tarea inactiva		Fecha límite	
	Hito inactivo		Progreso	







**ANEXO F**

Diagrama de Gantt – Cronograma realizado de la obra

Id	Mod de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	10 jul '11							17	
							S	D	L	M	X	J	V		S
1		<b>ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS</b>	30 días	lun 11/07/11	lun 15/08/11										
2		Capacitaciones	1 día	lun 11/07/11	mar 12/07/11										
3		Noche de video	1 día	lun 11/07/11	mar 12/07/11										
4		Capacitacion Macro-Talleres de Tierra y Vivienda (Mapeos, Tecnica, etc)	1 día	lun 11/07/11	mar 12/07/11										
5		Capacitacion Macro-Juegos con niños/adolescentes	1 día	lun 11/07/11	mar 12/07/11										
6		Capacitacion Micro-para hacer adobes (1) y marcar perforaciones en muro	1 día	lun 11/07/11	mar 12/07/11										
7		Capacitacion Micro-Entrenamiento Tecnico	1 día	lun 11/07/11	mar 12/07/11										
8		ADOBES	2 días	lun 11/07/11	mié 13/07/11										
9		Práctica y hacer adobes	2 días	lun 11/07/11	mié 13/07/11										
10		Demolicion, desmontaje y eliminacion de escombros	13 días	lun 11/07/11	mar 26/07/11										
11		Desmontaje del techo	1 día	lun 11/07/11	mar 12/07/11										
12		Desmontaje de ventanas y puertas	2 días	lun 11/07/11	mié 13/07/11										
13		Demolicion de revoque(terrajeo)	2 días	mar 12/07/11	jue 14/07/11	11									

Proyecto: REALIZADO Fecha: vie 07/10/11	Tarea		Resumen inactivo	
	División		Tarea manual	
	Hito		Sólo duración	
	Resumen		Informe de resumen manual	
	Resumen del proyecto		Resumen manual	
	Tareas externas		Sólo el comienzo	
	Hito externo		Sólo fin	
	Tarea inactiva		Fecha límite	
	Hito inactivo		Progreso	

Id	Mod. de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	10 jul '11							17		
							S	D	L	M	X	J	V		S	D
14	→	Demolicion de timpanos	1 día	mié 13/07/11	jue 14/07/11	12										
15	→	Demolicion de dinteles	1 día	mié 13/07/11	jue 14/07/11	12										
16	→	Desmontaje del muro para los muros contrafuertes	1 día	vie 15/07/11	sáb 16/07/11	15FC+1 día										
17	→	Picado de dientes	4 días	jue 21/07/11	mar 26/07/11	16FC+4 días										
18	→	Retiro y Eliminación de Desmorte	3 días	mié 13/07/11	sáb 16/07/11	12										
19	→	Transporte de materiales/equipos de Cañete (cemento, acero, tablas para cofrado)	0 días	vie 15/07/11	vie 15/07/11											
20	→	Transporte de materiales/equipos de Lima (geomalla, cobertura, madera, pernos para tijerales, broca)	0 días	vie 15/07/11	vie 15/07/11											
21	→	Topografía	1 día	sáb 16/07/11	lun 18/07/11											
22	→	Trazo y replanteo en campo	1 día	sáb 16/07/11	lun 18/07/11	16										
23	→	Excavaciones	8 días	jue 14/07/11	sáb 23/07/11											
24	→	Excavacion, compactado, reciclaje y eliminacion - exteriores	2 días	jue 14/07/11	sáb 16/07/11	15										
25	→	Excavacion, compactado, reciclaje y eliminacion - interiores	3 días	sáb 16/07/11	mié 20/07/11	24										
26	→	Corte de rocas	3 días	mié 20/07/11	sáb 23/07/11	25										
27	→	Recolección de arena	1 día	jue 21/07/11	vie 22/07/11	25FC+1 día										

Proyecto: REALIZADO Fecha: vie 07/10/11	Tarea		Resumen inactivo	
	División		Tarea manual	
	Hito		Sólo duración	
	Resumen		Informe de resumen manual	
	Resumen del proyecto		Resumen manual	
	Tareas externas		Sólo el comienzo	
	Hito externo		Sólo fin	
	Tarea inactiva		Fecha límite	
	Hito inactivo		Progreso	

Id	Mod. de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	10 jul '11							17		
							S	D	L	M	X	J	V		S	D
28	↓	Retiro y Eliminación de Material Excavado	6 días	jue 14/07/11	jue 21/07/11	15										
29	↓	Cimiento de concreto simple	13 días	mié 20/07/11	vie 05/08/11											
30	↓	Mini-cimientos por los contrafuertes	3 días	mié 20/07/11	sáb 23/07/11	25										
31	↓	Solado en cimiento corrido. Cimiento externo	2 días	lun 01/08/11	mié 03/08/11	30FC+6 días										
32	↓	Solado en cimiento corrido. Interno en las aulas	5 días	dom 31/07/11	vie 05/08/11	30FC+5 días										
33	↓	Mampostería	5 días	jue 21/07/11	vie 29/07/11											
34	↓	Muro contrafuerte de soga adobes 40x40x10	5 días	jue 21/07/11	vie 29/07/11	25FC+1 día										
35	↓	Relleno de muro en ventanas con adobes de 40x40x10	3 días	sáb 23/07/11	vie 29/07/11	25FC+3 días										
36	↓	Geomalla	12 días	vie 15/07/11	dom 31/07/11											
37	↓	Marcar y hacer perforaciones en muros	3 días	vie 15/07/11	mar 19/07/11	15FC+1 día										
38	↓	Cortado de Rafias	3 días	jue 21/07/11	lun 25/07/11	25FC+1 día										
39	↓	Pasado de rafias en muros existentes de adobe	3 días	jue 21/07/11	lun 25/07/11	25FC+1 día										
40	↓	Medir y cortar los paneles de la geomalla	2 días	vie 22/07/11	lun 25/07/11	25FC+2 días										

Proyecto: REALIZADO Fecha: vie 07/10/11	Tarea		Resumen inactivo	
	División		Tarea manual	
	Hito		Sólo duración	
	Resumen		Informe de resumen manual	
	Resumen del proyecto		Resumen manual	
	Tareas externas		Sólo el comienzo	
	Hito externo		Sólo fin	
	Tarea inactiva		Fecha límite	
	Hito inactivo		Progreso	

Id	Mod. de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	10 jul '11							17	
							S	D	L	M	X	J	V		S
41	→	Colocar geomalla en muros	3 días	sáb 23/07/11	vie 29/07/11	40FC-1 día									
42	→	Colocar geomalla en contrafuertes	3 días	sáb 23/07/11	vie 29/07/11	40FC-1 día									
43	→	Adjuntar los traslapes	2 días	vie 29/07/11	dom 31/07/11	42									
44	→	Viga Solera	5 días	sáb 30/07/11	jue 04/08/11										
45	→	Habilitación para colocar viga collarín	1 día	sáb 30/07/11	dom 31/07/11	42FC+1 día									
46	→	Colocación del acero	1 día	dom 31/07/11	lun 01/08/11	45									
47	→	Encofrado de viga collarín	1 día	dom 31/07/11	lun 01/08/11	45									
48	→	Vaciado de viga collarín	3 días	dom 31/07/11	mié 03/08/11	45									
49	→	Desencofrado	1 día	mié 03/08/11	jue 04/08/11	48									
50	→	Timpanos	2 días	mié 03/08/11	vie 05/08/11										
51	→	Hacer los timpanos de adobe	1 día	mié 03/08/11	jue 04/08/11	48									
52	→	Habilitar Viga Escalera	1 día	mié 03/08/11	jue 04/08/11	48									
53	→	Colocar viga escalera	1 día	jue 04/08/11	vie 05/08/11	51									
54	→	Estructuras de madera	13 días	vie 29/07/11	vie 12/08/11										
55	→	Habilitar Tijerales " W "	5 días	vie 29/07/11	mié 03/08/11	42									
56	→	Montar Tijerales " W "	1 día	mar 09/08/11	mié 10/08/11	55FC+5 días									
57	→	Habilitar Correas de 2"x6"	6 días	mié 03/08/11	mié 10/08/11	55									
58	→	Colocar Correas de 2 " x6 " soporte de la cobertura y diagonales	1 día	jue 11/08/11	vie 12/08/11	57FC+1 día									
59	→	TARRAJEO	9 días	mié 03/08/11	sáb 13/08/11										

Proyecto: REALIZADO Fecha: vie 07/10/11	Tarea		Resumen inactivo	
	División		Tarea manual	
	Hito		Sólo duración	
	Resumen		Informe de resumen manual	
	Resumen del proyecto		Resumen manual	
	Tareas externas		Sólo el comienzo	
	Hito externo		Sólo fin	
	Tarea inactiva		Fecha límite	
	Hito inactivo		Progreso	

Id	Mod de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	10 jul '11							17
							S	D	L	M	X	J	V	
60	↓	Excavacion de suelo para tarrajeo	1 día	mié 03/08/11	jue 04/08/11	55								
61	↓	Muros exteriores. Revoque de barro 1.5 cm primera capa	1 día	jue 04/08/11	vie 05/08/11	60								
62	↓	Muros interiores. Revoque de barro 1.5 cm primera capa.	1 día	vie 05/08/11	sáb 06/08/11	61								
63	↓	Muros exteriores. Revoque de barro 0.5 cm segunda capa.	3 días	lun 08/08/11	jue 11/08/11	62FC+1 día								
64	↓	Muros interiores. Revoque de barro 0.5 cm segunda capa.	2 días	mié 10/08/11	vie 12/08/11	63FC-1 día								
65	↓	Resane Exteriores	2 días	jue 11/08/11	sáb 13/08/11	63								
66	↓	Resane Interiores	2 días	jue 11/08/11	sáb 13/08/11	63								
67	↓	COBERTURA	1 día	vie 12/08/11	sáb 13/08/11									
68	↓	Colocación de COBERTURA	1 día	vie 12/08/11	sáb 13/08/11	58								
69	↓	PISO	1 día	vie 12/08/11	sáb 13/08/11									
70	↓	vaciado de piso	1 día	vie 12/08/11	sáb 13/08/11	58								
71	↓	VEREDA Y RAMPA	6 días	mié 03/08/11	mié 10/08/11									
72	↓	Encofrado vereda y rampa	3 días	mié 03/08/11	sáb 06/08/11	55								
73	↓	Vaciado vereda y rampa	2 días	sáb 06/08/11	mar 09/08/11	72								
74	↓	Desencofrado vereda y rampa	1 día	mar 09/08/11	mié 10/08/11	73								
75	↓	CONTRAZOCALOS	2 días	jue 11/08/11	sáb 13/08/11									
76	↓	colocación contrazocalos	2 días	jue 11/08/11	sáb 13/08/11	63								

Proyecto: REALIZADO  
Fecha: vie 07/10/11

Tarea		Resumen inactivo	
División		Tarea manual	
Hito		Sólo duración	
Resumen		Informe de resumen manual	
Resumen del proyecto		Resumen manual	
Tareas externas		Sólo el comienzo	
Hito externo		Sólo fin	
Tarea inactiva		Fecha límite	
Hito inactivo		Progreso	

Id	Mod de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	10 jul '11							17
							S	D	L	M	X	J	V	
77		PINTURA	3 días	vie 12/08/11	lun 15/08/11									
78		Base Exterior	1 día	vie 12/08/11	sáb 13/08/11	64								
79		Base Interior	1 día	vie 12/08/11	sáb 13/08/11	64								
80		Pintura Exterior	1 día	sáb 13/08/11	dom 14/08/11	79								
81		Pintura Interior	1 día	dom 14/08/11	lun 15/08/11	80								
82		Pintura Contrazócalo	1 día	dom 14/08/11	lun 15/08/11	80								
83		CARPINTERIA DE MADERA	2 días	sáb 13/08/11	lun 15/08/11									
84		Reemplazar las puertas y las ventanas	2 días	sáb 13/08/11	lun 15/08/11	64FC+1 día								
85		CERRAJERIA	1 día	dom 14/08/11	lun 15/08/11									
86		Colocación de Cerrajería	1 día	dom 14/08/11	lun 15/08/11	84FC-1 día								
87		VIDRIOS, CRISTALES Y SIMILARES	1 día	dom 14/08/11	lun 15/08/11									
88		Colocación de vidrios, cristales y similares	1 día	dom 14/08/11	lun 15/08/11	84FC-1 día								
89		INSTALACION ELECTRICA	2 días	jue 11/08/11	sáb 13/08/11									
90		Colocación de IIEE	1 día	vie 12/08/11	sáb 13/08/11	64								
91		Abierto	0 días	lun 15/08/11	lun 15/08/11									

Proyecto: REALIZADO  
Fecha: vie 07/10/11

Tarea		Resumen inactivo	
División		Tarea manual	
Hito		Sólo duración	
Resumen		Informe de resumen manual	
Resumen del proyecto		Resumen manual	
Tareas externas		Sólo el comienzo	
Hito externo		Sólo fin	
Tarea inactiva		Fecha límite	
Hito inactivo		Progreso	

