



01

02

03

04

05

06



01

MANUAL DE CONSTRUCCIÓN Y  
MANTENIMIENTO DE

MURO DE LLANTAS



## **“Manual para la construcción y mantenimiento de muros de llantas”**

**En barrios populares de Tegucigalpa**

**Autor:** Arq. Brenda Antúnez

**Supervisión y Aprobación:** Alfredo Stein Heinemann

Este documento fue elaborado en el marco del proyecto ‘Planificación de Adaptación de Activos al Cambio Climático en Barrios Populares de Tegucigalpa, Honduras’, financiado con recursos del Fondo Nórdico de Desarrollo (FND), administrado y ejecutado a través del Banco Inter Americano de Desarrollo (BID).

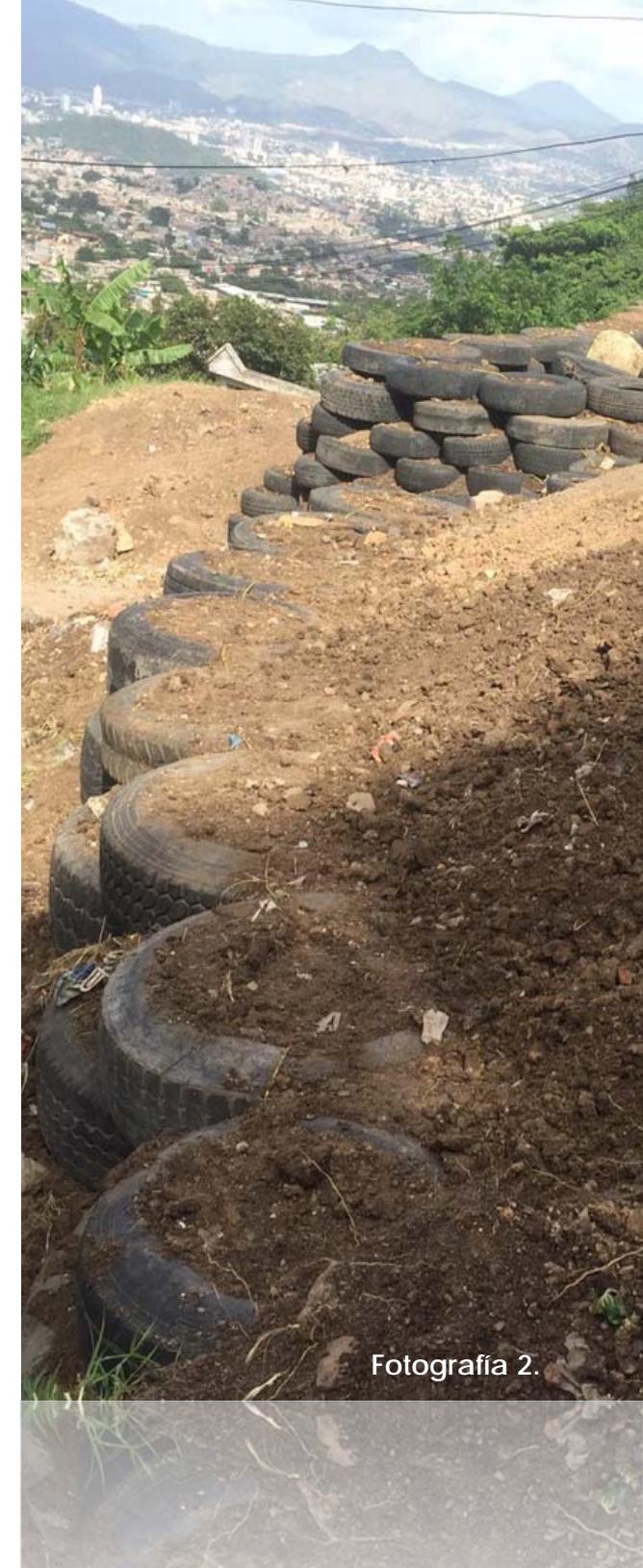
El proyecto fue dirigido por el Centro de Investigaciones Urbano Global (GURC) de la Universidad de Manchester Inglaterra en colaboración con la Alcaldía Municipal del Distrito Central (AMDC), la Comisión Permanente de Contingencias (COPECO); la Fundación para el Desarrollo de la Vivienda Social Urbana y Rural (FUNDEVI) y la Asociación GOAL Internacional. El equipo local fue coordinado por la AMDC con apoyo logístico de GOAL

**Ilustraciones, Diseño Original y Diagramación:** Arq. Brenda Antúnez

Esta publicación puede ser reproducida total o en partes, en cualquier forma o por cualquier medio, sea electrónico, mecánico, fotocopiado o de otro tipo, siempre y cuando sea citada la fuente.

Las ideas, opiniones y orientaciones técnicas expuestas en el presente Manual son de exclusiva responsabilidad de sus autores y no reflejan necesariamente la visión ni la opinión de las instituciones participantes en el proyecto. El manual está dirigido principalmente a barrios en el municipio de Tegucigalpa, M.D.C., sin embargo no excluye la utilización del mismo en otros municipios de Honduras.

**Tegucigalpa, Noviembre 2016.**



**Fotografía 2.**

# ÍNDICE

## MANUAL DE CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE MURO DE LLANTAS



Fotografía 03

<b>01.</b>	<b>Introducción.....01</b>	
1.1	Antecedentes.....02	
1.2	Objetivo del manual.....04	
1.3	¿A quién va dirigido?.....04	
1.4	Alcances.....04	
1.5	¿Cómo usarlo?.....05	
<b>02.</b>	<b>Generalidades.....06</b>	
2.1	Antecedentes.....06	
2.2	¿Para qué sirven?.....07	
2.3	¿Cómo funciona?.....07	
2.4	¿Cómo está compuesto?.....08	
2.5	¿Qué tan alto y tan ancho se puede construir?.....08	
2.6	¿Qué se debe tomar en cuenta antes de construir?.....09	
2.7	¿Qué ventajas tiene?.....09	
<b>03.</b>	<b>Diseño.....10</b>	
3.1	Consideraciones sobre el suelo.10	
3.1.1.	Tipos de suelo.....10	
3.1.2.	Texturas del suelo.....11	
3.1.3.	Pendientes del terreno....12	
3.2	Restricciones en base a la altura.....14	
<b>03.</b>	<b>3.3. Formas de colocación en terreno...15</b>	
3.4.	Especificaciones de diseño.....16	
3.4.1	Cimentación.....16	
3.4.2	Colocación de filas.....17	
3.4.3	Alineamiento y amarre.....17	
3.4.4	Relleno Interno.....17	
3.4.5	Continuación en hileras.....18	
3.4.6	Drenaje.....19	
3.4.7	Corona del muro.....19	
3.4.8	Vegetación.....19	
3.4.9	Pintura.....19	
3.5.	Las herramientas.....20	
<b>04.</b>	<b>Ejecución.....21</b>	
4.1	Forma de la pendiente.....21	
4.2.	Conformación y nivel del terreno...21	
4.3.	Preparación de cimientos.....21	
4.4.	Colocación, amarre y relleno.....23	
4.5.	Drenaje (filtro francés).....25	
4.6	Cierre o fijación de altura.....26	
4.7.	Pintura.....27	
4.8.	Vegetación.....27	
<b>05.</b>	<b>Presupuesto.....28</b>	

# ÍNDICE

## MANUAL DE CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE MURO DE LLANTAS

05.

5.1 Los materiales.....	29
5.1.1. Llantas.....	29
5.1.2. Tierra.....	29
5.1.3. Lazo polipropileno.....	30
5.1.4. Suelo cemento.....	31
5.1.5. Tubería PVC y acceso rios.....	31
5.1.6. Grava para filtro.....	32
5.2. Resumen de presupuesto.....	33

06.

Mantenimiento.....	36
--------------------	----

07.

Bibliografía.....	37
-------------------	----

08.

Anexos.....	38
8.1. Glosario.....	38
8.2. Proyectos Similares.....	40
8.3. Para más información.....	45
8.4. Planos.....	46
8.5. Índice de Fotografías.....	47

## Índice de Tablas y Figuras

## Figuras.

Fig. 01. Estructura de muro.....	08
----------------------------------	----

Fig. 02. Plano Arq. de muro.....	16
----------------------------------	----

Fotografía 03

Fig. 03. Colocación de pared interior.....	17
Fig. 04. Esquema de colocación de llantas.....	17
Fig. 04. Análisis unitario.....	28
Fig. 05. Esquema de tubería.....	32
Fig. 06. Corte de análisis.....	33

## Tablas.

Tabla 01. Forma en de pendientes en terrenos..	12
Tabla 02. Criterios para la elección del tipo de suelo.....	13
Tabla 03. Restricciones en base a la altura.....	14
Tabla 04. Formas de aplicación.....	15
Tabla 05. Recomendaciones de prueba para ci- mentación compleja.....	23
Tabla 06. Factor de abundamiento.....	30
Tabla 07. Desperdicio en materiales.....	31
Tabla 08. Desperdicio en materiales.....	32
Tabla 09. Cantidad de materiales (Paredes Exte- riores).....	33
Tabla 10. Cantidad de materiales (Paredes Interio- res).....	34
Tabla 11. Cantidad de materiales totales.....	35
Tabla 12. Proyecto 1. Muro de llantas en centro Escolar.....	40
Tabla 13. Proyecto 2. Casa modelo.....	41
Tabla 14. Proyecto 3. Muro de llantas comunita- rio.....	42
Tabla 15. Proyecto 4. Parque Comunitario.....	43
Tabla 16. Proyecto 5. Rehabilitación de Facha- da.....	44



Fotografía 04

## INTRODUCCIÓN

Actualmente los países de Centro América y el Caribe sufren los impactos del cambio climático, fenómeno en el cual la región ha tenido poco que ver en su gestación, pero de la que ya es parte, por lo que se convierte en un actor importante para su solución. Por su parte Honduras, es el país con mayor vulnerabilidad a los fenómenos naturales causados por el cambio climático, aunque no somos de los países que generan altos niveles de emisiones de efecto invernadero, emite los suficientes para que sean un problema en la capital (**El Heraldo 2014**), “la polución en Tegucigalpa se produce por generación eléctrica (32%), deforestación (25.6%) transporte (24.9%), manejo de residuos sólidos (12.5%) y actividad industrial (5%)” (**CESCCO 2013**). El sector transporte se incrementa, y por lo tanto el mantenimiento de los vehículos es persistente, desecharlo de esta manera, toneladas de neumáticos los cuales son desechados en los botaderos municipales.

El presente manual pretende contribuir a la búsqueda de soluciones de adaptación a los impactos de eventos de clima severo y extremo mediante la construcción de muros de contención con llantas usadas. Con ello se pretende, abordar la problemática del cambio climático en una doble vía. Por un lado se pretende proporcionar soluciones a los problemas de inestabilidad de suelos en zonas de riesgos con movimiento de laderas sumando a ello la revegetación de los muros dado su extraordinario valor ecológico; y por el otro, se trata de abordar los problemas de la acumulación de este tipo de residuos sólidos que son tóxicos para el medio ambiente, especialmente si las llantas son incineradas al aire libre, o simplemente enterradas para deshacerse de ellas, considerando que se calcula que un neumático tarda 1,000 años en degradarse. (**EFEMOTOR 2103**).

El Manual de “**Construcción y Mantenimiento de Muros de Llantas**” es el primero de cinco manuales desarrollados en el marco del Proyecto ‘Planificación de adaptación de activos al cambio climático en barrios populares de Tegucigalpa, Honduras’.

## 1.1 Antecedentes del proyecto



Fotografía 05

Entre noviembre de 2014 y abril de 2016 se llevó a cabo el proyecto 'Planificación de adaptación de activos al cambio climático en barrios populares de Tegucigalpa, Honduras' el cual contó con el apoyo financiero del Fondo Nórdico de Desarrollo (FND) el cual fue administrado y ejecutado a través del Banco Inter Americano de Desarrollo (BID). El proyecto fue implementado por el Global Urban Research Centre (GURC) - Centro de Investigaciones Urbano Globales de la Universidad de Manchester, Inglaterra, en colaboración con cuatro instituciones locales en Honduras: la Alcaldía Municipal del Distrito Central (AMDC); la Comisión Permanente de Contingencias (COPECO); la Fundación para el Desarrollo de la Vivienda Social Urbana y Rural (FUNDEVI); y la Asociación GOAL Internacional. La dirección del proyecto estuvo a cargo de GURC/Universidad de Manchester y el equipo local fue coordinado por la AMDC, con apoyo logístico de GOAL.

El objetivo principal del proyecto consistió en implementar el marco conceptual y operativo de la Planificación de Adaptación de Activos al Cambio Climático (PACC). La PACC utiliza un enfoque basado en los activos que los pobladores poseen y manejan. Los activos constituyen el stock de recursos físicos, financieros, humanos, sociales y naturales que puede ser adquirido, desarrollado, mejorado y transferido a través de generaciones. Los activos no son simplemente recursos que las personas usan para generar sus medios de vida. Los activos le dan a las personas la capacidad de ser y actuar, y de desafiar y cambiar las reglas que gobiernan el control, el uso y la transformación de esos recursos. **Stein y Moser (2014).**



## 1.1 Antecedentes del proyecto

En este caso específico, la PACC trata de encontrar nuevas formas para identificar estrategias y soluciones que puedan reducir la vulnerabilidad de los activos que manejan las familias, las comunidades y los pequeños negocios, e incrementar así la resiliencia a los impactos del cambio climático en barrios pobres y colonias populares de Tegucigalpa. El proyecto también identificó acciones que pueden impulsar la Alcaldía Municipal del Distrito Central (AMDC) conjuntamente con otras organizaciones para fortalecer estos procesos.

Los asentamientos donde se implementó el proceso de planificación de adaptación de activos al cambio climático fueron la Colonia Los Pinos (en los sectores Altos de Los Pinos, Sur, D, F y Fuentes 1 y 2) y en Villa Nueva (en los Sectores 5 y 6) de Tegucigalpa.

Durante el proyecto de adaptación se pudo constatar que los muros de llantas son ampliamente utilizados por los pobladores en los dos barrios. En algunos sectores, una de cada diez viviendas lo utiliza. En su mayoría, los muros han sido construidos con el esfuerzo realizado por madres solteras jefes de hogar, invirtiendo en ellos una importante cantidad de recursos financieros. En la mayoría de casos, los muros han sido construidos utilizando mano de obra local. Durante las visitas a las comunidades se pudo constatar que estos muros cumplen una función importante que evita el deslizamiento de los terrenos donde están asentadas viviendas también precarias. También se pudo constatar que en varios casos, los muros tienen deficiencias técnicas-constructivas que ponen en riesgo las inversiones que los mismos pobladores han realizado con gran sacrificio y esfuerzo. Con esto en mente, las siguientes páginas del manual buscan servir de guía para mejorar los muros. **PACC (2016)**

## 1.2 Objetivos

El presente manual tiene como objetivo principal servir de guía y orientación técnica para el diseño, la construcción, la reparación y el mantenimiento de muros de llantas para que sirvan como obras de mitigación ante deslaves, derrumbes y ciertos movimientos de tierra, siendo una alternativa de bajos recursos para los habitantes de colonias y barrios populares en Tegucigalpa.

## 1.3 ¿A quién va dirigido?

El manual va dirigido a maestros de obra, albañiles y contratistas (ingenieros y arquitectos) pero sobre todo, a pobladores de barrios y colonias populares que viven en zonas de ladera y también en áreas de riesgo para que puedan contar con mayores conocimientos técnicos a la hora de diseñar, construir y mantener estos muros de manera eficiente y para que los muros sirvan para proteger sus lotes y viviendas, al igual que obras de interés comunitario.

## 1.4 Alcances

El manual incluye la descripción, las dimensiones, las restricciones para la construcción, y el mantenimiento de un muro de llantas. El manual presenta experiencias similares que implementaron la Cooperación Japonesa (JICA) y la Asociación GOAL Internacional en barrios y colonias en riesgo natural y socioeconómico en Tegucigalpa y Comayagüela, Francisco Morazán. Estas experiencias se utilizaron para generar un diseño estándar que pueda ser utilizado como obra de mitigación ante deslaves y derrumbes, el cual fue implementado como proyecto piloto en la Colonia Villa Nueva a finales de 2016.

## 1.5 ¿Como usarlo?

El Manual se divide en 6 partes:

La primera y la segunda parte del contenido, describen los aspectos generales para la elaboración de este Manual, su objetivo, a quienes va dirigido, su alcance y como utilizarlo, igualmente de manera general los aspectos importantes que se deben considerar antes de la construcción de un muro de llantas.

La tercera parte, trata de desglosar aspectos técnicos , consideraciones mínimas a tener en cuenta antes de construir un muro de llantas, especialmente conocimientos básicos sobre el suelo. Se usará un caso de Muro de llantas (Ver Proyecto 2, Anexos pág. 38), como base para realizar el análisis técnico y presupuestario. La cuarta parte, describe como se desarrollan las actividades técnicas necesarias para la realización de un muro de llantas. La quinta parte, describe también un análisis por metro lineal, detallando los materiales a utilizar. Igualmente por actividad, paso a paso cómo se debe construir y realizar una supervisión del muro. Finalmente la sexta parte describe las inspecciones que deben realizarse una vez construido el muro y el mantenimiento que se le debe de dar, para lograr su óptimo funcionamiento a través del tiempo.

Se incluye una séptima y octava parte, donde se desglosa el material que se usó como referencia para la elaboración de este manual. En los anexos aparecen un Glosario de términos utilizados, proyectos similares y los planos del caso en estudio descrito anteriormente. Las fotografías que aparecen en cada página del manual se mencionan en la página 45. Los términos y unidades se describen en las partes donde ha sido necesario hacer referencia.



Fotografía 07

## 2. GENERALIDADES

Existe una variedad de sistemas constructivos de contención y estabilización de taludes, utilizados a lo largo del tiempo, los cuales se han utilizado para tratar de resolver problemas de desprendimiento de grandes masas de tierra, sobre todo en taludes con superficies muy inclinadas. En general, se puede plantear una clasificación tomando en cuenta cuál es el objetivo de la intervención sobre el talud o la ladera.

Uno de los casos de mayor éxito ha sido el que se ha logrado por medio de los muros de contención hechos con llantas.

### 2.1 Antecedentes del muro de llantas

Uno de los ejemplos más claros es el de Brasil. Desde 1995, la Pontificia Universidad Católica de Rio de Janeiro viene desarrollando un amplio proyecto de investigación, en conjunto con la Universidad de Ottawa (Canadá) y la Fundación Geo-Rio (Ayuntamiento de la Ciudad de Rio de Janeiro).

Este equipo de investigadores descubrió que los muros de neumáticos, construidos por menos de un tercio del coste de los muros de hormigón, pueden ser más eficaces a la hora de detener los deslizamientos de tierra durante la estación de lluvias. Ya en el año de 1999 se pudieron mejorar las condiciones de vida en las favelas de Río de Janeiro en las que se invertía más de 50 millones de dólares al año en muros de contención de hormigón que no siempre resultaban eficaces, **SIMPOSIO (2001)**. Desde entonces son muchas las experiencias exitosas de estos muros en muchas ciudades del mundo.

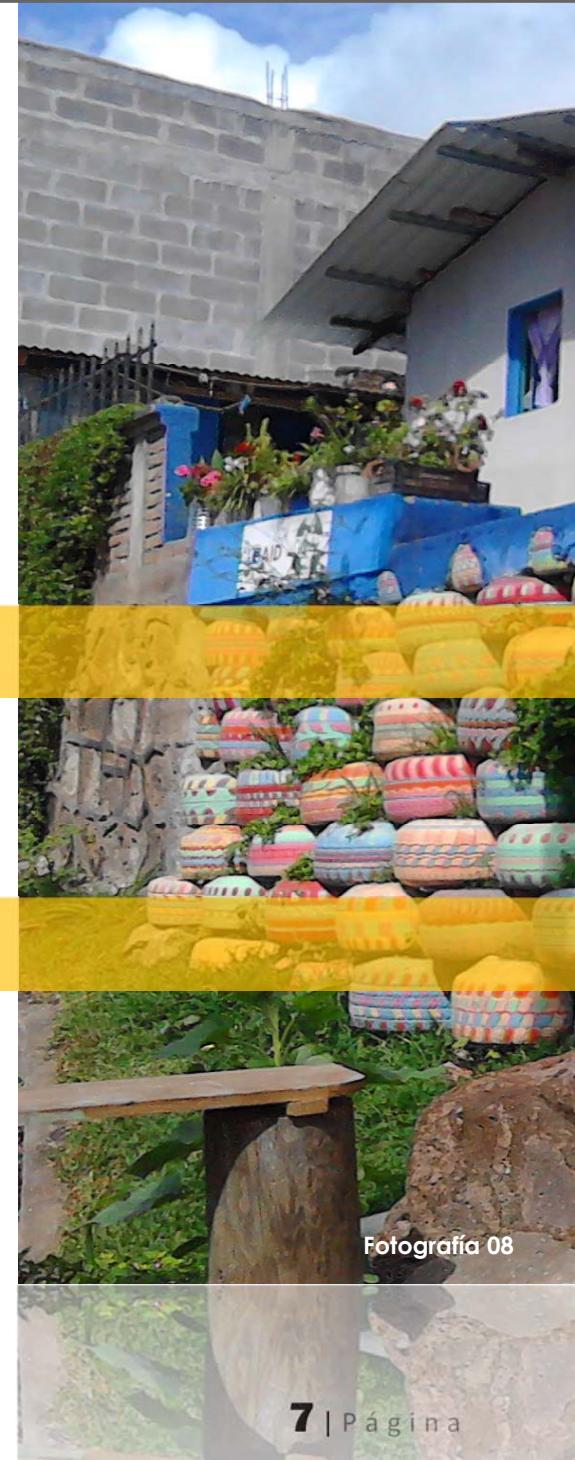
En el caso de Honduras específicamente en los barrios de Tegucigalpa y en referencia al proyecto “Planificación de adaptación de activos al cambio climático” implementado en las Colonias Los Pinos y Villa Nueva, existe un evidente esfuerzo cotidiano de los pobladores en utilizar este material en muros y gradas como una manera de ir adaptándose a los efectos del cambio paulatino del clima **PACC (2016)**. Sin embargo se pudo constatar que muchos de estos muros, debido a la falta de una adecuada construcción o asistencia técnica sufren muchas veces volcamiento. De allí, la necesidad de capacitar a los pobladores en mejores prácticas de construcción referente a muros de llantas.

## 2.2 ¿Para qué sirven?

Los muros de llantas sirven para proteger caminos y terrenos que son vulnerables ante deslizamientos siendo útil en la estabilización de taludes y laderas inestables a través de la retención del suelo. Y representan una alternativa viable para los habitantes de colonias y barrios populares.

## 2.3 ¿Cómo funciona?

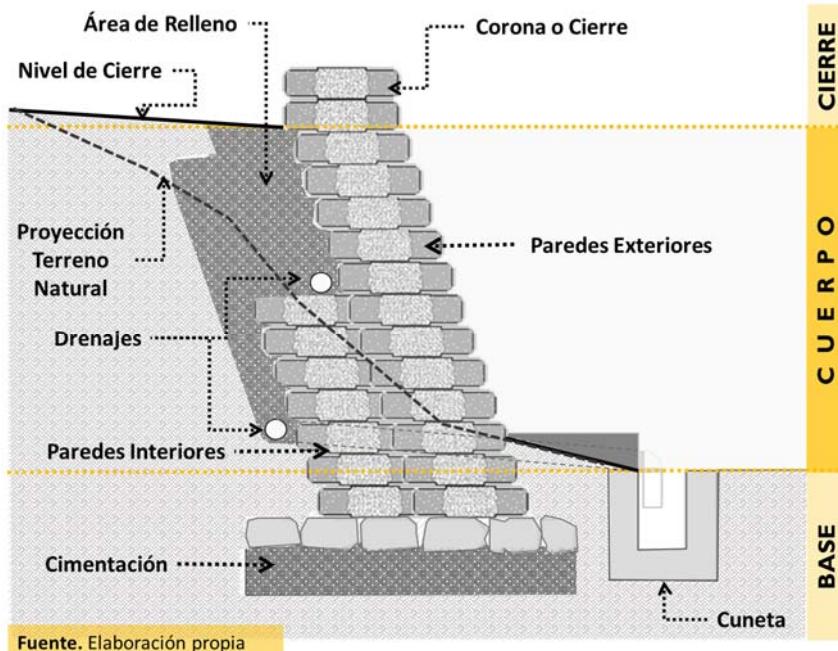
El muro de llantas es funcional, porque el soporte sobre el suelo se basa en su propio peso de gravedad. Su estabilidad, aumenta por la sobre posición de llantas armadas y levemente inclinadas hacia atrás dando forma al talud existente en muchos casos, entre los diversos niveles o filas de llantas que se colocan de abajo hacia arriba a modo de escalera. El uso de tierra como relleno en su interior puede incrementarse agregando cemento debidamente mezclado en seco y compactado. Todas las llantas van armadas entre sí con alambre galvanizado o cuerda de polipropileno debidamente trenzado y ajustado.



Fotografía 08

## 2.4 ¿Cómo está compuesto?

**Figura 01.** Estructura de Muro



Fuente. Elaboración propia

El muro está compuesto por 3 partes, cada una con una función en específico, se describen a continuación:

- 1. Base:** se encuentra la cimentación, en la cual la profundidad y el tipo de cimentación se determinan según el tipo de suelo que contendrá el peso del muro. (ver figura 01)
- 2. Cuerpo del Muro:** (ver figura 01) el cuerpo del muro se divide en 2:
  - **Paredes Interiores:** en este se encuentra el talud previamente trabajado, el drenaje compuesto por un filtro francés para evacuación de aguas pluviales y la una pared de llantas interiores en la cual su altura será determinada por las dimensiones del muro (altura).
  - **Paredes Exteriores:** está compuesta por las columnas y filas de llantas las cuales retienen el talud tratado previamente.
- 3. Cierre:** está compuesto por el nivel último o hasta donde termina la altura del muro. En la imagen se visualizan 2 llantas de cierre, esto dependerá del diseño y de la función del espacio que el muro salva en la parte de arriba. (ver figura 01)

## 2.5 ¿Qué tan alto y tan ancho puede ser un muro de llantas?

La forma geométrica circular de la llanta permite construir infinidad de diseños según la forma y tamaño del área a proteger. Se pueden utilizar llantas de diferentes tamaños, y se puede elevar el muro a una altura de hasta 2 metros en adelante. En caso de construir un muro que supere los 3 metros de altura es necesario consultar primero a un técnico o ingeniero calificado ya que estas dimensiones necesitan otros requerimientos de diseño. (Ver restricciones tabla 02, pág. 14)

## 2.6 ¿Qué se debe tomar en cuenta antes de construir un muro de llantas?



Antes del diseño del muro de llantas es pertinente realizar un levantamiento de campo considerando los siguientes aspectos del terreno donde se implementara esta solución:

1. El tipo de suelo donde vamos a trabajar, para determinar la profundidad y la forma de la cimentación (Ver tipos de suelo, pág. 11)
2. La forma existente del talud (Ver pendiente del terreno, pág. 12)
3. La cantidad de tierra útil para el muro (que se pueda utilizar) en el sitio de trabajo.
4. Ubicación y distancias de drenajes, tuberías de agua potable y aguas negras existentes en la zona, para no dañarlas.

## 2.7 ¿Qué ventajas tiene este sistema constructivo?



Este sistema constructivo alcanza ciertas ventajas y beneficios frente a otros sistemas constructivos de taludes en el país. A continuación se nombrarán algunos:

1. Posee una alta duración y funcionalidad, dadas las características de elasticidad del material de las llantas, el muro resiste los empujes impuestos por el terreno y se va adaptando al mismo.
2. No permite la filtración del agua al muro desde la parte exterior.
3. Permite la siembra de plantas ornamentales.
4. Tiene alta resistencia a la lluvia, rayos solares que erosionan el suelo.
5. Es una obra de bajo costo.
6. Es de fácil mantenimiento, ya que, si presenta algún tipo de falla se puede proceder a reparar, usando los mismos materiales del que ya está compuesto.
7. Es amigable con el ambiente.
8. Fácil de construir por la comunidad.
9. Ayuda a generar empleos directos dentro de la comunidad.

Fotografía 09



Fotografía 10

## 3. DISEÑO

En la construcción de muros de retención de taludes es fundamental hacer un análisis de la zona y sus alrededores, no únicamente del terreno donde se localizará el proyecto **COPECO (2011)**. Es por ello que en esta parte del manual analizaremos el suelo y sus características, algunos conceptos y restricciones básicas aplicables al diseño de un muro de llantas; de la misma manera, estudiaremos un caso específico donde desglosaremos sus especificaciones técnicas.

### 3.1. Consideraciones del suelo

Todas las estructuras de una obra (cimientos) están en contacto con el suelo, por lo que es conveniente conocer las características del mismo, sobre todo, su resistencia; porque de allí se determina el tipo de cimentación a construir. Por lo que se recomienda considerar algunas variables para evaluar las amenazas en el reconocimiento del terreno. Las variables son: tipos de suelo, textura del suelo y pendientes del terreno.

#### 3.1.1. Tipos de suelo:

##### Suelos Gravosos



Son piedras o pedazos de rocas redondeada de diferente tamaño (como de una pelota o grano de maíz). Puede ser mezclado con arena o arcilla en menor proporción. No tiene cohesión, ni plasticidad. Son más estables cuando más heterogéneos sea el tamaño y la formación de los componentes. Son altamente permeables. Se pueden usar como fundación de obras de drenaje, filtros, material de construcción.

## Suelos Arenosos



Granos sueltos con tamaño parecido al azúcar. Se distingue claramente de los granos individuales sin plasticidad ni cohesión. Cuando están secos no es posible moldearlos con las manos, es ásperos. Pueden ser mezclados con gravas, limos y arcillas. Cuando se saturan de agua pueden fluir fácilmente y pierden su capacidad portante. Se puede usar como material de construcción.

## Suelos Limosos



Granitos escasamente visibles muy pequeños. Sin o con escasa plasticidad, pueden tener cohesión; el moldeo con las manos es fácilmente aplastado, no forma cintas. Debe de cuidarse en distinguir entre arcilla y arena fina. Son estables en estado seco; sus propiedades físicas cambian según el contenido del agua. Son muy susceptible a la acción de las heladas (periodos fríos). Son relativamente impermeables y difíciles de compactar. Se puede usar como material impermeable y de ligazón.

## Suelos Arcillosos



Partículas invisibles más finas que el limo, cohesivo y de alta plasticidad cuando esta mojado. Al ser aprestada entre las manos forma cintas largas delgada y flexible. El alto contenido del mineral arcilla les da una textura pesada, pero de grano pequeño. Sufren grandes cambios de volumen cuando están secos. Tiene mal drenaje y es propenso a inundaciones y deslizamientos.

## Suelos Orgánicos



Materia orgánica descompuesta. Usualmente de color oscuro o negro. Tiene mal olor, son pegajosos. Son altamente compresibles. Descartado para construir sobre el y como material de construcción.

### 3.1.2. Texturas del suelo:

La textura del suelo es un elemento importante, ya que, en principio, a simple vista podemos lograr identificar suelos propensos a saturación de agua. Esta textura puede determinarse al tacto en el campo, tanto con el suelo seco o con el suelo humedecido.

Podemos identificar fácilmente estos 4 tipos **COPECO (2011)**:

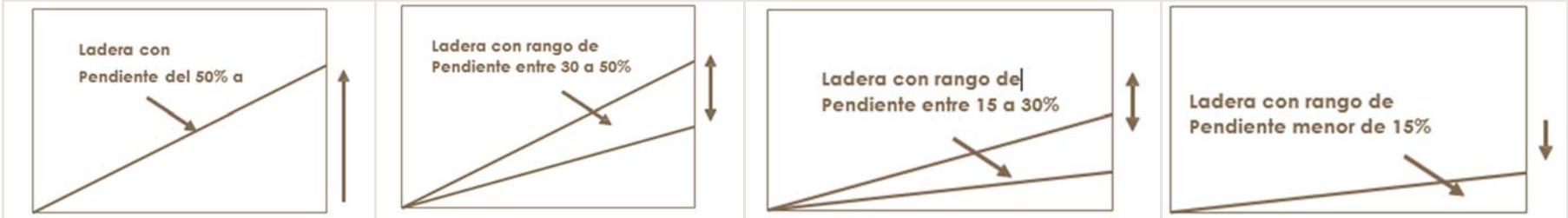
1. **Textura Gruesa:** se dividen en gravas y arenas. El suelo es áspero al tacto y suelto (Arenas) y empolva los dedos (Arenoso franco); si se humedece forma terrones que se desmenuzan muy fácilmente y mancha los dedos.
2. **Textura Moderadamente Gruesa:** (Franco arenoso) el suelo es moderadamente áspero y tiene más materia orgánica, si se comprime en seco forma un terrón que se desmenuza fácilmente; en húmedo al formar bolas en la mano y amasándolo entre los dedos índice y pulgar se sienten las arenas dentro de la masa de suelo.

3. **Textura Media y Moderadamente Fina:** (suelo Franco) ni muy áspero – no se sienten arenas – ni muy suave, los terrones secos se desmenuzan con cierta facilidad; en húmedo al formar bolas y amasarlo entre los dedos índice y pulgar, no se pega ni mancha los dedos. (Franco limoso y Limoso) cuando está seco forma terrones que se desmenuzan con facilidad y al pulverizarlo entre los dedos se nota suave y harinosa; en húmedo, al formar bolas y amasarlo entre los dedos da una sensación como de talco. (Franco arcilloso) cuando está seco forma terrones de regular dureza; al humedecerlo y amasarlo es pegajoso y mancha los dedos, es plástico y forma rollitos que se rompen fácilmente.
4. **Textura Fina y Muy Fina:** (Arcilloso o Arcilloso liviano) se dividen en arcillas y limos o la combinación de ambos. En seco forma terrones duros, difíciles de romper con los dedos; en húmedo es muy pegajoso, mancha y forma rollitos delgados y resistentes, de varios centímetros de largo que se puede formar una rosquilla sin romperse. (Arcilloso pesado) conocido como barro, son más pegajosos y más duros, no se rompen con los dedos ni en seco ni en húmedo. **COPECO (2011)**.

### 3.1.3 Pendiente del terreno:

La pendiente del terreno es un factor fundamental que se interrelaciona con casi todas las amenazas (inundaciones, deslizamientos y caídas de roca) y generalmente está dada su gradiente en porcentaje en cuanto a su inclinación. Las graficas a continuación, le darán una idea de las formas de las pendientes, en los distintos terreno (**MCB-GOAL, 2016**):

**Tabla 01. Formas de pendiente en terrenos**



**Fuente:** Elaboración propia en base a **MCB-GOAL (2016)**.

En la realidad no todas las laderas son rectilíneas, sino que son irregulares, ya que su conformación es producto de la dinámica terrestre como es la erosión, los deslizamientos, las fallas tectónicas, entre otros, que modifican la forma de las laderas. Con respecto al cuadro anterior, la forma de la pendiente donde no debes construir es ladera con 50%.



Fotografía 1.1

En resumen de lo anterior, la clasificación de los suelos para fines de construcción de muros de llanta en función de las propiedades y componentes del suelo, que cumpla con todas las condiciones descritas en la tabla siguiente:

Tabla 02. Criterios para la elección del tipo de suelo

Criterio utilizado	Suelo bueno Adecuado para construir	Suelo malo No apto para construir
Granulometría/Textura	Gruesas	Finas
Color del suelo	Gris	Rojo, amarillo, blanco
Forma de partículas	Angulosas	Redondeadas
Peso	Pesado	Liviano
Pre consolidación	Compacto y firme	Blando o suelto
Nivel freático	Sin agua o profunda	superficial
Plasticidad	No plástico	Plástico
Expansión	No expansivo	Expansivo
Dispersión	No disperso	Disperso
Colapsable	Estable	inestable
Material Orgánico	Sin material orgánico	Con material orgánico

**Fuente:** Elaboración propia, en base a URBANO (<http://es.slideshare.net/carlosjcamacho/criterios-para-calificar-los-suelos-con-fines-urbanos>)

### OJO!! Es muy importante la consideración del suelo para la cimentación.

Debe tener en cuenta que el muro de llantas se encuentra dentro de la clasificación "Muros de Gravedad". El cuerpo del muro también tiene que actuar como una misma unidad para que pueda funcionar correctamente. En resumen, la pared tiene que ser estable con respecto a las fuerzas externas provenientes de fenómenos naturales (huracanes, lluvias intensas, deslizamientos, pequeños sismos, etc.) los cuales pueden volcarla y también de las fuerzas internas provenientes de los empujes del suelo que la puedan cambiar de forma o inclinarla



## 3.2 Restricciones en base a la altura

Como está plasmado en las páginas anteriores, antes de diseñar cualquier muro de contención, se debe tener una idea exacta de las condiciones del suelo. Sin embargo, en un muro de llantas, es crítico considerar la altura, como se expresa en la siguiente tabla:

Altura de Muro (m)	Cimentación		Refuerzo (Suelo cemento)	Drenaje	
	Simple	Compleja		Superficial	Interna
1.00 – 2.50	✓	✗	✗	✓	✗
2.50 – 4.00	✗	✓	✓	✓	✓
4.00 – 6.00	✗	✓	✓	✓	✓

**Fuente.** Elaboración propia, realizada en base a experiencia

### Cimentación:

**Simple:** con las mismas llantas se puede armar la cimentación. (ver pág. 21)

**Compleja:** se necesita cimiento corrido armado o de mampostería. (ver pág. 22)

m = metros

**Refuerzo (suelo cemento):** si el muro es de 2.50 - 4.00m se puede usar suelo cemento a cada 4 o 6 hiladas dependiendo la complejidad del suelo. (ver pág. 18 y 25)

### Drenaje:

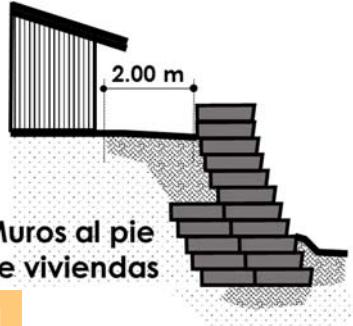
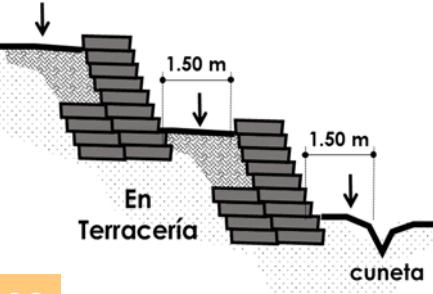
**Superficial:** significa que se debe de hacer un trabajo en la parte superficial del muro.

**Interno:** necesita un drenaje francés. (ver pág. 19 y 25)

### 3.3. Formas de colocación en terreno

Según la experiencia en el tema, de forma esquemática en la siguiente tabla se presentan 6 formas más comunes de aplicación y colocación de un muro de llantas, para diferentes casos:

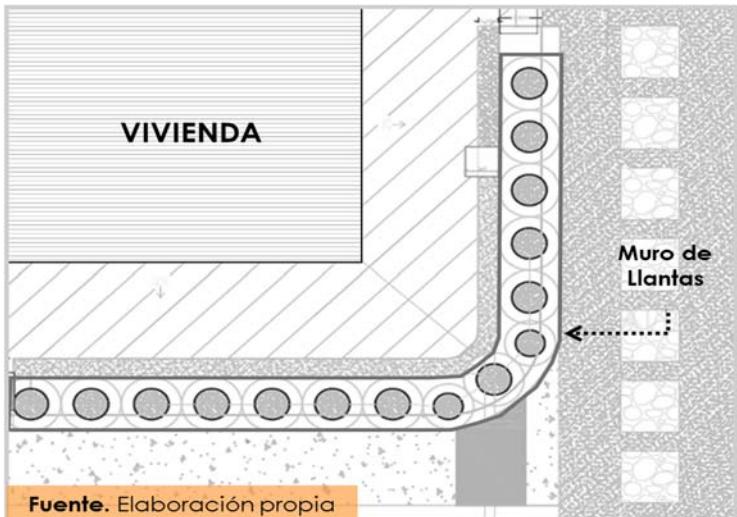
**Tabla 04. Formas de aplicación y colocación de un muro de llantas para distintos casos**

Aplicación	Observación	Aplicación	Observación
 <p><b>Muros al pie de viviendas</b></p> <p>01</p>	<p>⇒ Entre el muro y la vivienda debe existir por lo menos 2.00 m de distancia.</p>	 <p>En Terracería</p> <p>1.50 m</p> <p>cuneta</p> <p>02</p>	<p>⇒ Se recomienda construir de abajo hacia arriba.</p> <p>⇒ No se recomienda usar alturas mayores de 1.50m.</p> <p>⇒ Los cortes en el talud no deben de ser muy pronunciados.</p>
 <p><b>Muros atrás de vivienda</b></p> <p>03</p>	<p>⇒ Entre el muro y la vivienda debe existir por lo menos 1.00 a 2.00 m de distancia.</p>	 <p>1.50 m</p> <p>Para Estacionamiento</p> <p>04</p>	<p>⇒ Entre el muro y el bordillo donde descansan las llantas del vehículo debe haber mínimo 1.50m de distancia.</p> <p>⇒ Independientemente de la altura se recomienda usar refuerzo a cada 4 hiladas de llantas.</p>
 <p><b>Espacios habitables sobre el muro</b></p> <p>05</p>	<p>⇒ Espacios Habitables como cocinas, salas, etc.</p> <p>⇒ Se debe de reforzar el muro independientemente de la altura igual que el caso #04.</p>	 <p>Cercos o Muros sobre el Muro?</p> <p>06</p>	<p>⇒ <b>No</b> hacer muros de material como ladrillo o bloque sobre el muro.</p> <p>⇒ Recuerda el muro de llantas se va adaptando al terreno, por lo que no se debe imponer peso sobre este.</p> <p>⇒ Si es necesario, la construcción de un cerco, se recomienda hacerlo detrás del muro y de madera.</p>

**Fuente:** . Elaboración propia, según experiencia

## 3.4. Especificaciones de diseño

Figura 02. Plano Arquitectónica de Muro



Fuente. Elaboración propia

Como se menciona anteriormente en esta parte del manual y luego de haber tomado en cuenta las consideraciones para la construcción de un muro. Luego de haber tomado en cuenta las consideraciones para la construcción de un muro, a continuación se detallarán las especificaciones para un muro de llantas con las siguientes dimensiones:

**Largo= 9.00 m y Altura=3.00m** (ver anexo 2, proyecto 2, pág. 43)

Detallando las especificaciones para cada una de sus actividades, para que puedan usarse como ejemplo en otras aplicaciones de muros de llantas.

### 3.4.1. Cimentación

Para la cimentación es preciso que tenga muy claros estos dos términos:

- **Suelo Estable (Bueno):** es aquel tipo de suelos de contextura firme, que no se desmorona y no está propenso a deslizamiento. Tienen mayor capacidad de carga.
- **Suelo Inestable (Malo):** Considerado como el suelo que fácilmente tiende a desmoronarse y es propenso a deslizamiento, con mucho contenido de humedad. Con menor capacidad de carga.

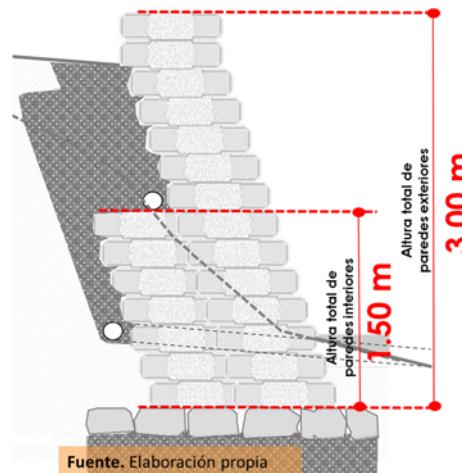
Es necesario trabajar puntualmente cada cimentación por tipo de suelo. Revisa pág. 21 para aspectos constructivos.



Fotografía 13

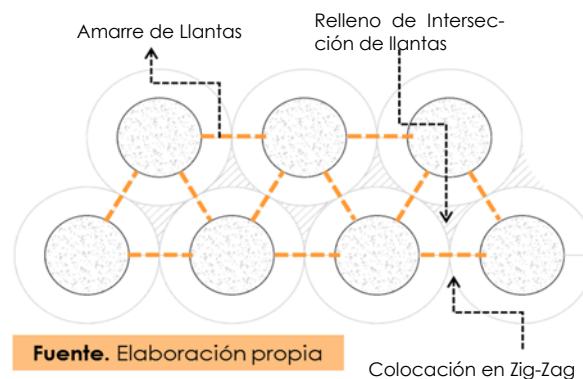
m = metro

Figura 03. colocación de pared interior



Fuente. Elaboración propia

Figura 04. Esquema de Colocación de Llantas



Fuente. Elaboración propia

### 3.4.2. Colocación de las filas de llantas

Las dimensiones de la llanta pueden variar, pero se recomienda usar un mismo diámetro por cuestiones de rigidez en la estructura y estética en el muro. En este caso se usaran llantas #16 con un diámetro de 75 cms. (ver figura 2, pág. 16)

Las paredes internas ayudan a la base del muro a ser más firme y a la vez retener la parte inferior de las paredes de exteriores.

Para calcular la altura de las paredes interiores, divide la altura total del muro entre dos. Ejemplo: En este caso el muro tiene una altura de 3 metros, entonces  $3.00/2 = 1.5\text{m}$ .

Revisa pág. 23 para aspectos de construcción.



Fotografía 14.

### 3.4.3. Alineamiento y amarre

Se hace la alineación de cada llanta, se amarra una llanta con la otra usando cuerda de polipropileno:

- diámetro de  $3/16"$  (en las hiladas inferiores) o
- diámetro  $1/4"$  (en las hiladas superiores)

Esta, puede ser muy útil y económica ya que no se pudre con facilidad una vez puesta en el muro.

Revisa pág. 23 para aspectos de ejecución.

### 3.4.4. Relleno interno

El llenado o relleno de la llanta se clasifica en dos tipos:

1. **El relleno interno con tierra**, es de fácil implementación, solamente requiere de la utilización de fuerza y la compactación se recomienda hacerla con un compactador (pisón) manual.

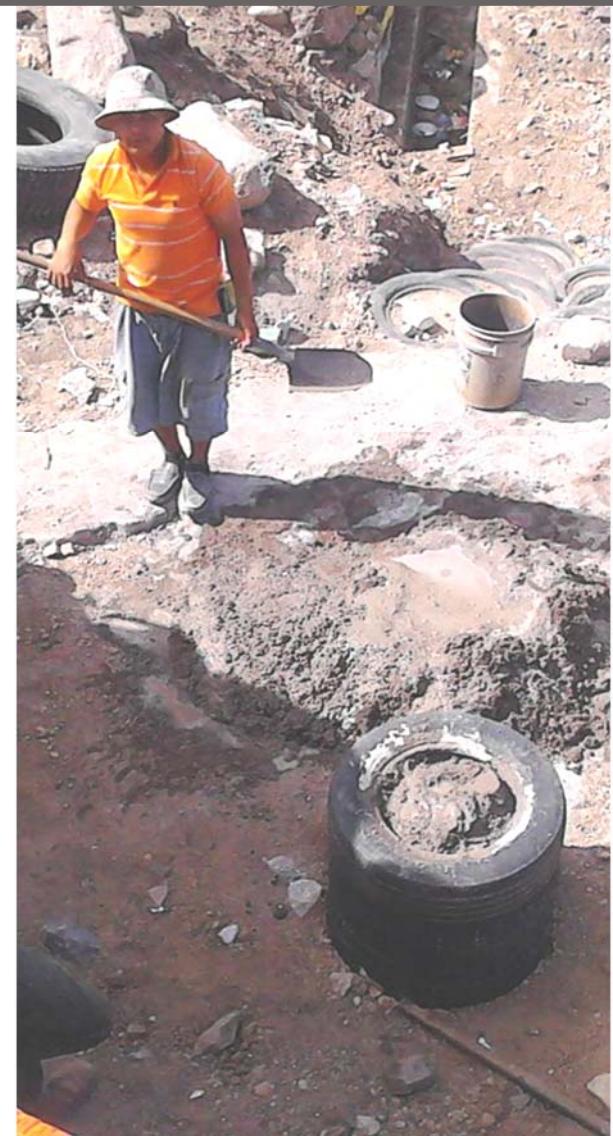
**El relleno interno con suelo cemento**, dependiendo de la altura que se maneje (ver tabla 03, pág. 14), es una mezcla de tierra y cemento, que se usa como relleno de refuerzo para las llantas. A continuación se detalla una metodología simple para la preparación del suelo cemento (**JICA, 2010**):

- **Composición.** Se realiza con una proporción de 5:1 (ver pág. 31, del presente manual) y se usara tierra, cemento y Agua: "Al tanteo". Bien mezclados los 3 elementos les llamamos 1 "BATCH".
- **Mezcla.** Se mezclan el cemento y la tierra haciendo uso de palas y fuerza humana hasta que no se distinga el polvo del cemento. Mientras se mezcla se rocía agua sobre la mezcla, al agregar agua se revisa que se suministre la cantidad adecuada. Si se agrega poca agua, el cemento no se adhiere y si se agrega mucha agua es difícil de compactar la mezcla. Por esa razón es de vital importancia el suministro correcto del agua.
- **Manejo correcto del agua:** Se revisa que el agua esté rociada adecuadamente. La manera de revisión consiste en agarrar con la mano un poco de "suelo cemento" y apretar firmemente. Si la figura de los dedos queda marcada y se escurre agua, entonces la que la mezcla tiene demasiada agua. Ahora, si aprieta con la mano la mezcla de "suelo cemento" y se desmorona, entonces significa que la mezcla tiene poca agua. Si se hace la misma prueba y la muestra no se desmorona y tampoco derrama agua, entonces se tiene una cantidad de agua adecuada y puede ser utilizada.

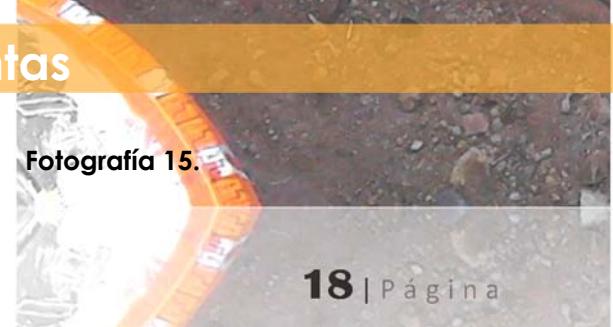
En las sección de ejecución de este manual (ver página 23), podrá encontrar como se lleva a cabo el llenado de una llanta.

### 3.4.5. Continuidad en hileras de llantas

Se repiten los pasos anteriores en las siguientes hileras hacia arriba que deben ir ordenadas con inclinación hacia atrás del talud, hasta alcanzar la altura requerida. La altura es proporcional a la relación entre el largo y alto del talud (ver pág. 14, tabla 03).



Fotografía 15.



### 3.4.6. Drenaje

Consta de un filtro el cual se construye con grava  $\frac{3}{4}$ ", al cual se le introduce una tubería de 4" PVC perforada en una de sus caras con agujeros diámetro  $\frac{1}{2}$ ". Este filtro debe de estar envuelto con una manta geotextil de preferencia, para mejorar su funcionamiento. Se aconseja utilizar este filtro y colocarlo en muros que tengan una altura de 2.5 metros en adelante, ver pág. 14). Revisa pág. 25 para aspectos constructivos.

### 3.4.7. Corona del muro

Se coloca en la parte superior, Depende del diseño. En caso de considerar la altura del muro como insegura, se pueden anclar o enterrar varillas de acero 3/8". Para que las varillas no se oxiden al momento de enterrarlas, se rellena la última llanta con unos 10 cm de concreto o mortero. Revisa pág. 26 para aspectos de ejecución.

### 3.4.8. Vegetación

El muro permite sembrar en los huecos expuestos de las llantas. Este tipo de acciones, la cual ayuda a la protección de su estructura especialmente por la lluvia, utilizando plantas de preferencia enredaderas que tapen el agujero de la llanta. No se recomienda sembrar o dejar crecer maleza ya que su crecimiento agresivo y sus raíces abultadas tienden a escavar la tierra dentro de las llantas. Revisa pág. 27 para aspectos de ejecución.

### 3.4.10. Pintura

Esta acción se realiza con fines estéticos, no significa que reste calidad a la obra realizada. Para realizar esta actividad utilizaremos pintura de aceite aplicando 2 manos, ya que es la que se adhiere mejor al neumático. Si se decide realizar esta actividad se recomienda la aplicación antes de sembrar. Revisa pág. 27 para aspectos de ejecución.



Fotografía 16.

### 3.5 Las herramientas.

Antes de la construcción de un muro de llantas, es necesario que usted cuente con los implementos necesarias, que te permitan agilizar el trabajo.

Las herramientas que se necesitan son:

**Hilo**



Se usa para marcar líneas rectas de trabajo, se usa en conjunto con las estacas, debe ser resistente y fácil de visualizar.

**Aplomada de punta**



Sirve para marcar puntos exactos en el transcurso de la obra.

**Pala de punta**



Es útil para la excavación ya que su punta favorece la penetración del terreno.

**Pala ancha**



Es necesaria en el transcurso de toda la obra ya que sirve para recoger tierra y llenar las llantas.

**Piocha**



Le servirá para excavar terrenos duros y semi-duros.

**Nivel manual**



Servirá para determinar la horizontalidad o verticalidad de un elemento.

**Balde**



Se utiliza para acarrear agua o tierra. Pero, no se debe de utilizar un solo balde para las realizar las 2 funciones.

**Carreta**



La usará para acarrear materiales que representen la mayor cantidad de peso, como la tierra y el cemento (en bolsa).

**Estacas**



Se usa para amarrar el hilo. Y tener una línea de colocación más precisa de las llantas.

**Taladro**



Este se utilizará para hacer los agujeros en una de las caras del Tuvo de PVC.

**Cinta Métrica**



La usará para medir la longitud de un determinado espacio. Se pueden encontrar de varias longitudes y materiales.

**Pisón Manual**



Se usará para apisonar el material de relleno y compactarlo.

#### Recuerde

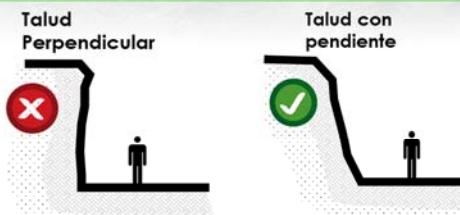
Dependiendo del numero de colaboradores en la construcción, así mismo usted debe conseguir herramientas.



Fotografía 17.

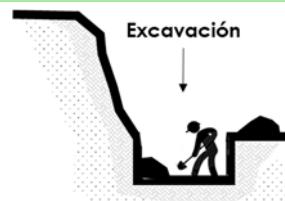
## 5. EJECUCIÓN

### 5.1. Corte de la pendiente



(Amoldamiento). El muro a construir deberá tener más o menos la forma de la pendiente a proteger. Usted, debe procurar siempre que el talud en el que este trabajando no ese cortado perpendicular al suelo ( $90^\circ$ ), ya que puede ser un problema si este se viene abajo. Es indispensable mantener el talud con una pendiente (por lo menos  $120^\circ$ ).

### 5.2. Excavación y nivelación del terreno



Después de tratar el talud, realice la excavación para la construcción de la cimentación, (ver tabla 05, pág. 23), después de llegar hasta la profundidad adecuada, debe **nivelar el terreno** con la ayuda de un nivel manual; este paso, es muy importante ya que nos permite tener una superficie plana. Esta es una actividad **clave** para la **estabilidad de la estructura**

### 5.3. Preparación de los cimientos

Luego de realizada la excavación proceda a la construcción de la cimentación, la cual se ha dividido en "cimentación simple" y "cimentación compleja" (ver tabla 03, pág. 14), a continuación;

- **Cimentación Simple:** como se mencionó anteriormente, **SI** luego de excavar aproximadamente los 80cms de profundidad encuentra suelo duro (roca), entonces se puede decir que esta sobre suelo estable (ver tabla 02, pág. 13), por lo que debe de



Fotografía 18.

nivelar con la ayuda de un compactador (pisón manual). Esto permitirá tener el suelo listo para nivelar (ver pág. 21). Luego se esparce y distribuye uniformemente 5 cm de grava. Vuelva a compactar firmemente con el compactador (pisón manual). Luego de esto se colocan las primeras 2 o 3 hiladas de llantas que constituirían la cimentación para este tipo de suelo, (ver también restricciones en base a la altura, tabla 03, pág. 14). La primera hilada que se ponga en esta cimentación llevará suelo cemento.

**Cimentación compleja:** como se mencionó anteriormente, **SI** luego de excavar aproximadamente los 80cms de profundidad no encuentra suelo duro (roca), podría estar sobre suelo inestable, para determinar esta postura realice la siguiente prueba:



Utilice un pedazo de varilla de 1/2" aprox. de 60 cms de largo, colóquela perpendicular al suelo y con un martillo golpéela 10 veces hacia el suelo. Preste atención a lo que debe hacerse en cada una de las siguientes situaciones:

**1. Si la varilla se introduce con facilidad**, podría ser un suelo demasiado expansivo arcilloso; usted debe excavar 30cms más y se recomienda realizar la ampliación de la base de 30cms de cada lado. Y consultar a un profesional de la construcción.

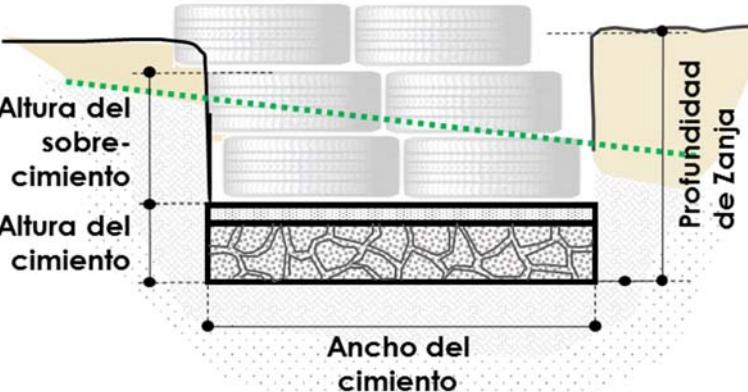
**2. Si la varilla en uno de los golpes cuesta su introducción**, sacar la varilla y con la ayuda de una cintra métrica mida los centímetros de la varilla que contengan tierra y escave aproximadamente esa profundidad.

**OJO!!** Es necesario realizar esta prueba en varios puntos a lo largo de donde se construirá la base. De esta manera tendrá un mejor criterio para saber qué hacer.

**Es importante que revise las condiciones en base a la altura para muros de llanta** (Ver tabla 03, pág. 14), **para considerar hacer la cimentación compleja y realizar esta prueba. Para no exceder los costos del muro.**

Después de realizar la prueba para determinar la profundidad, esté sería el resumen de los resultados y las recomendaciones:

**Tabla 05.** Recomendaciones de prueba para cimentación compleja

	<b>Si la varilla se introduce con facilidad</b>	<b>Si la varilla en uno de los golpes cuesta su introducción,</b>
	<b>Profundidad de la Zanja</b> = 80cms + 30cms <b>Altura de cimiento</b> = 50 cms los cuales constan de : •5cms de cama de grava •40cms de cama de mampostería •5 cms de losa con varilla de 3/8" a cada 20 cms <b>Altura del Sobrecimiento</b> = dependerá del alto de la llanta <b>Ancho del cimiento</b> = 2 metros + 60cms (30cms de cada lado)	<b>Profundidad de la Zanja</b> = 80cms + determinación mediante la prueba <b>Altura de cimiento</b> = 20 cms los cuales constan de : •5cms de cama de grava •20cms de cama de mampostería •5 cms de losa con varilla de 3/8" a cada 20 cms <b>Altura del Sobrecimiento</b> = dependerá del alto de la llanta <b>Ancho del cimiento</b> = 2 metros

**Fuente:** Elaboración propia, en base a AREQUIPA (<http://www.acerosarequipa.com/>)

Luego de realizar la prueba y determinar si se introduce o no con facilidad, entonces se comienza la construcción. Debe empezar nivelando el suelo con ayuda de un compactador (pisón manual) esto permitirá tener el suelo listo para nivelar (ver pág. 21).

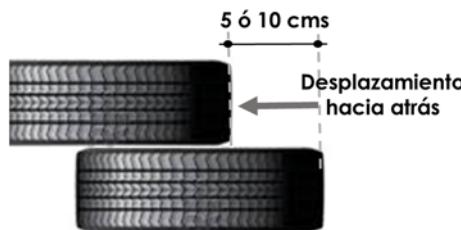
El ultimo paso será, esparcir y distribuir uniformemente 5 cm de grava, compactando firmemente con el compactador (pisón manual). Después coloque la cama de mampostería indicada en la tabla 05. Luego debe humedecer toda la superficie y fundir una losa de 5cms de espesor reforzada con varilla de 3/8" a cada 25 cms, en ambos sentidos como indica la tabla. El ultimo paso será dejar secar la base por lo menos 7 días hasta que el concreto obtenga su mayor resistencia. Durante este tiempo debe realizar el proceso de curado de la losa (humedecer la losa).

#### 5.4. Colocación, amarre y relleno.

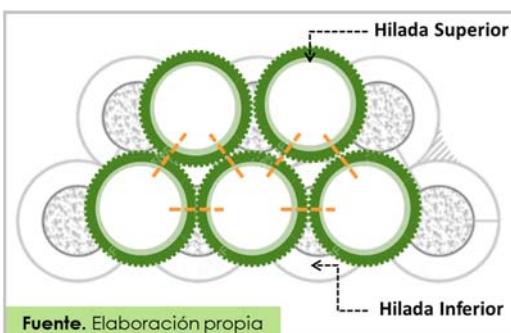
Una **Hilada** en un muro de llantas, es la secuencia de llantas en fila que se extienden de manera horizontal a lo largo del muro.

**Con respecto a la colocación:** como se mencionó anteriormente, la colocación de las llantas es en forma de zigzag (ver especificación, pág. 17). Para la colocación de la siguiente hilada, es necesario que la hilada donde se está trabajando esté completamente terminada para seguir avanzando con el proceso. Igualmente las hiladas superiores se van colocando de la misma manera, a modo

de dejar un espacio en el centro de la llanta inferior. Las hiladas se deben de ir desplazando hacia



la pendiente existente de **5 cm a 10 cm** con respecto a la fila de llantas colocada abajo.



**Con respecto al amarre de las llantas:** con la cuerda de polipropileno (ver especificación pág. 17), se amarra una llanta con otra con un amarre que permita socar la unión para que no se desamarre una vez rellena la llanta; sin embargo no debe socar demasiado los brazos para que sea más fácil el llenado de la misma. El nudo resultante, debe esconderlo en los extremos de una de las llantas, para que quede enterrado.

**Con respecto al llenado:** como se menciona anteriormente, el llenado o relleno de la llanta se clasifica en dos tipos; el relleno con tierra y el relleno con suelo cemento.

**Relleno con tierra** Dentro de la población se manejan ciertos mitos, los cuales no se deben practicar al llenar una llanta:

1. No se rellenan con **PIEDRAS** grandes, ya que estas no permiten un relleno eficiente.
2. La tierra que utilice no debe tener raíces, ya que el 40% de los volcamientos ocurre por el crecimiento de las raíces en los muros.
3. No entierre basura en las llantas, durante la descomposición, la materia tiende a perder densidad quitándole peso al muro, además atrae insectos.

Para el relleno con tierra puede utilizar las manos, pero una vez repleta la llanta se debe hacer uso de materiales como piochas y palos para empujar la tierra hasta las zonas difíciles.

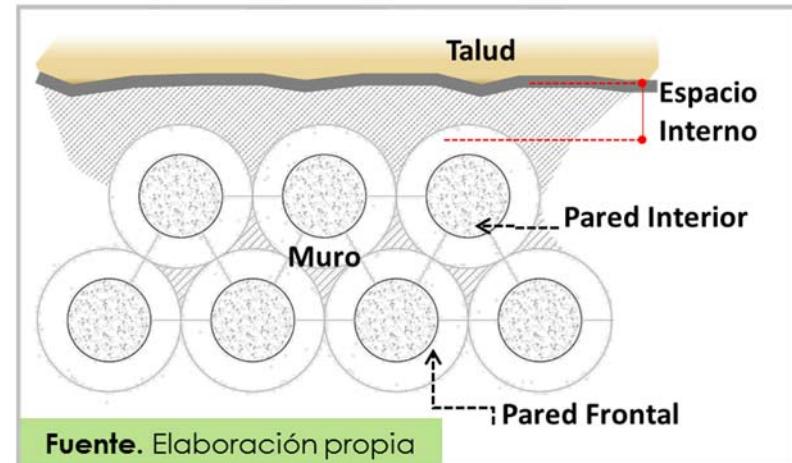


Fotografía 19.

**Importante**

Cada vez que rellene una llanta es necesario la compactación de esta en el interior. El peso ideal del compactador mínimo deberá ser de 10 kg y cada lugar deberá ser compactado más de 5 veces y repetir la misma operación donde y cuanta veces sea necesario. Al finalizar debe pararse en las llantas de esta manera comprobará si está bien llenas .

Los espacios que quedan entre llanta y llanta, e igualmente, la zona o espacio interior entre el muro y el talud pueden ser llenados de piedras, tierra y compactarse debidamente hasta lograr el nivel para colocar la siguiente hilada.

**Relleno con suelo cemento**

La mezcla de suelo cemento sirve como una solera de amarre en la estructura del muro de llantas, por lo tanto no se coloca en todas las hiladas de llantas. Si el muro es de 2.50 - 4.00m se puede usar suelo cemento a cada 4 o 6 hiladas dependiendo la complejidad del suelo. (ver restricciones en base a la altura, tabla 03, pág. 14)

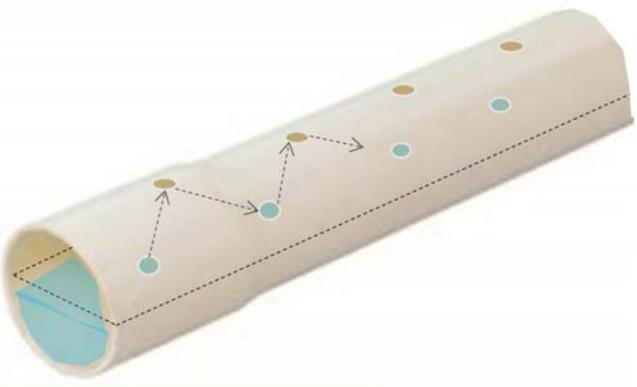
Para colocar el batch de suelo cemento, se debe de preparar la llanta. Debe llenar muy bien los brazos de la llanta con tierra dejando el hueco (donde se coloca el rin) vacío para luego llenar con el batch de mezcla. Cuando la mezcla esté medio seca en el interior se coloca un poco de tierra encima y se vuelve a compactar, hasta que la llanta este bien rellena.

**Importante**

1. Este procedimiento sólo se debe realizar en las hiladas de llantas donde se requiera (según diseño), el abuso de este material encarecerá la obra.
2. Cuando se haga la mezcla se deben de realizar pruebas para saber si su rendimiento es el adecuado, y se pueda utilizar.

## 5.5. Drenaje (filtro francés)

Se va construyendo paralelo a la instalación de las hiladas de llantas ya que se sitúa al interior de la estructura del muro. El drenaje francés para un muro de llantas consiste en la colocación de un tubo de PVC 4" a lo largo de la longitud del muro, el cual captará las aguas lluvias desde la parte de superior para evacuarlas hacia el exterior del muro. El drenaje se construye paralelo a la instalación de las hiladas de llantas ya que se sitúa al interior de la estructura del muro.



Fuente. Elaboración propia

Para la tubería debe seguir estos pasos:

1. Con la ayuda de una cinta métrica, marque la mitad de la tubería.
2. Luego con la ayuda de un lazo, a lo largo de la tubería dibuje un línea que le permita definir la mitad de esta.
3. Luego marque los agujeros, aproximadamente con 8 cms de distancia entre cada uno, esta operación se realiza a lo largo de la tubería disponiéndolos en zigzag.
4. Utilizando un taladro manual con broca de 3/8" para metal, perfora los agujeros marcados.

### Recuerde

Esta actividad la realizará solamente en una de las caras de la tubería, ya que la otra mitad sirve para retener el agua y poder evacuarla.

Luego coloque la tubería con un 2% de inclinación y con un codo de 90° de PVC (o el accesorio que se necesite, según diseño), añade otra extensión de tubería sin agujeros para evacuar el agua hacia el exterior del muro.

Debe hacer un entabicado con madera, tenga especial cuidado que no se mezcle la tierra y la grava ya que obstruiría la tubería de tierra. Si desea se puede fundir con losa el nivel final, dejando el espacio de la grava, para que el drenaje francés cumpla su función. Continúe así hasta llegar a la altura final del muro.

### 5.6. Cierre o fijación de la altura del muro:

Cuando esté en el nivel de piso terminada, puede añadir dos hiladas de llantas más (esto dependerá de la función y utilización del muro). Independientemente que se coloquen más hiladas o no, se debe de realizar el mismo proceso del llenado con suelo cemento, pero a esta última se le colocará un batch de 10 cm de concreto 1:2:3. Es importante que al llenar no debe de estar colocado sobre el neumático de la llanta ya que con el tiempo tiende a rajarse.

## 5.7. Pintura

Este paso es opcional, se realiza para dar estética y vistosidad a las paredes de la estructura. Para pintar, debe primero remover con una espátula la tierra sobrante que esté pegada en el neumático. Luego se debe lavar muy bien las llantas con un cepillo (si es posible utilice detergente y agua). La pintura a utilizar debe ser pintura en aceite.

Aplique por lo menos 2 manos de pintura por llanta. Cuando se aplique, hay que asegurarse de que sea un día en el que no esté lloviendo ni brizando ya que la pintura no se adhiere al neumático y se descascara con facilidad.

## 5.8. Vegetación

Una vez concluido el muro debe esperarse la primera lluvia fuerte, ya que así nos daremos cuenta si hay algún desperfecto en el muro para repararlo, o si la tierra tenía algún tipo de maleza la cual crecerá con el agua de esta manera podremos cortarla e impedir que siga creciendo. Luego de realizar las inspecciones correspondientes. Se siembra las respectivas plantas en el centro de los agujeros expuestos de las paredes.

### Recuerde

No sembrar en el muro uno vez este pintado, ya que si hay contacto entre la planta y el diluyente, esta se marchitará.

### Importante

#### Es conveniente que consulte a un técnico cuando:

1. Si es la excavando que ha realizado a llegado a 1 m de profundidad y tiene un suelo blando .
2. Si su predio se encuentra en un montículo de arena. (Habrá que cuidar el desplazamiento de la arena)
3. Si encuentra agua al excavar.
4. Si se observa o se entera que el suelo de la zona es de arcilla expansiva.



Fotografía 20.



Fotografía 21.

## 5. PRESUPUESTO

En materia de presupuestos para muros de llantas, es preciso analizar el valor unitario de la totalidad del muro el cual nos dará una noción del costo en materiales y mano de obra, que se necesitan para la construcción del mismo.

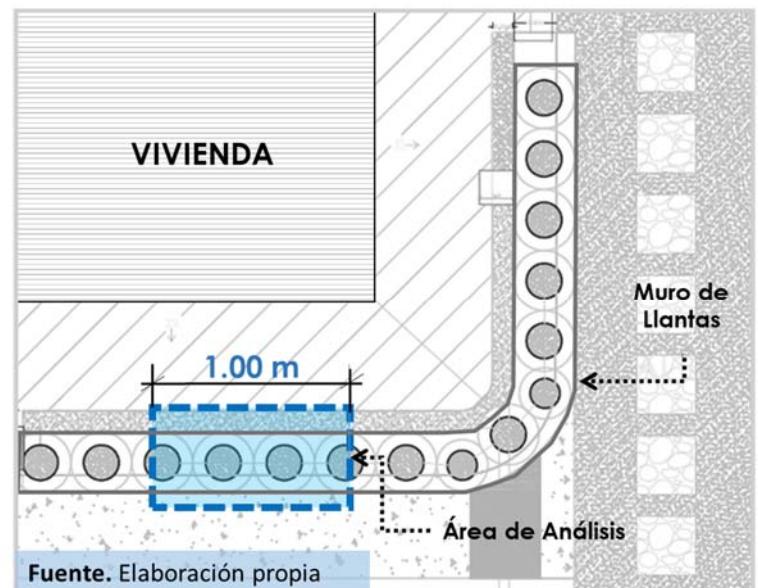
Antes de comenzar, revise todos los planos y especificaciones y considere si va a necesitar los servicios de proveedores o transporte para realizar la construcción. Si ese es el caso, escriba todos los datos necesarios y manténgalos en un lugar donde pueda verlos cuando este realizando el presupuesto.

Por lo general, esperar hasta el último minuto para pensar en todos estos detalles da lugar a que la cotización no sea real ni exacta.

En este sentido se debe partir comenzando el análisis, tomando como referencia 1 metro lineal (ml), de la totalidad del muro de llantas como se muestra en la figura 04.

El **presupuesto** es la cantidad de dinero que se estima que será necesaria para hacer frente a los gastos de la obra.

Figura 04. Análisis Unitario



Fuente. Elaboración propia



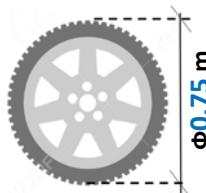
Fotografía 22.

## 5.1 Los materiales

### 5.1.1 Llantas

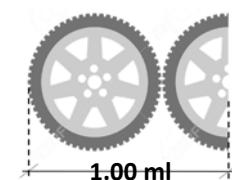
Las llantas se dividen según su numeración la cual determina su dimensión, en este caso se utilizaron llantas #16 las cuales tienen un diámetro de 0.75m.

#16



**Cálculo:**

$$1 \text{ ml} - \Phi 0.75 = 0.25, \text{ entonces}, \\ 0.75 + 0.25 = 1.00 \text{ ml}$$



ml= metro lineal

Φ= diámetro

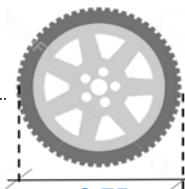
Por cuestiones de presupuesto entenderemos que en un metro lineal de análisis se necesitan **1.5 llantas** aproximadamente.

### 5.1.2. Tierra

Para este cálculo es necesario conocer el Volumen ( $\text{m}^3$ ) útil de relleno de la llanta para poder calcular cuánto material necesitaremos.



#16



**Cálculo del volumen útil en una llanta:**

Calculemos el Área ( $\text{m}^2$ ): ( $A = \pi r^2$ ), en este caso usaremos  $((A = \pi \Phi)^2)/4$ , entonces sustituimos,

$$A = ((3.1416)*(0.75)^2)/4 = 1.38 \text{ m}^2, \text{ aprox. } 1.40 \text{ m}^2$$

Ahora, calculemos el volumen( $\text{m}^3$ ): ( $V_{llanta} = A * e$ ), sustituimos,

$$V_{llanta} = (1.40 * 0.20) = 0.28 \text{ m}^3$$

**Calcule el Volumen útil en un metro lineal:**

Ya calculamos el volumen de 1 llanta, ahora necesitamos sacar el volumen total en 1ml entonces,

$$V_{media\ llanta} = (V_{llanta} / 2)$$

$$V_{media\ llanta} = 0.28\text{m}^3 / 2 = 0.14 \text{ m}^3, \text{ entonces},$$

$$V_{total} = (V_{llanta} + V_{media\ llanta})$$

$$V_{total} = 0.28\text{m}^3 + 0.14 \text{ m}^3 = 0.42 \text{ m}^3$$

$\text{m}^2$ = metro cuadrado

$\text{m}^3$ = metro cúbico

$\pi (\text{Pi})= 3.1416$

A = área

V = volumen

e = espesor de llanta

Fa = Factor de Abundamiento



Fotografía 23.

**Factor de abundamiento:** se refiere al aumento de un material que ha sido acomodado de manera diferente.

**Tabla 06. Factor de abundamiento**

Material	Fa
Tierra (material tipo I o II), arcilla, limo.	1.30
Arena, grava	1.12
Concreto, piedra, mampostería, suelo (material tipo III)	1.5

Como se menciona anteriormente, el relleno de la llanta (tierra) debe compactarse, por lo que es necesario multiplicar el valor del volumen por un coeficiente de abundamiento,

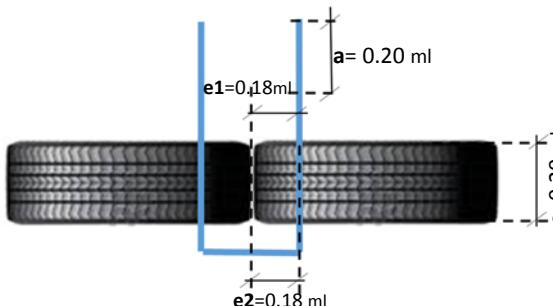
Según la tabla 04, utilizando el Fa para materiales tipo I, el cual es 1.30, entonces se calcula el Volumen Total, la formula es  $V_t = (V * Fa)$ , entonces calculemos:

$$V_t = (0.42 * 1.12) = 0.4704 \text{ m}^3 \text{ aproximadamente } 0.50 \text{ m}^3$$

Entonces, en un metro lineal de análisis se necesitan **0.50 m<sup>3</sup>** de tierra.

### 5.1.3. Lazo de polipropileno

Para este cálculo es necesario conocer las dimensiones de la llanta, para poder calcular cuánto lazo necesitaremos.



**LL:** Longitud del Lazo

**LLtotal (ml):** Longitud del Lazo total medida en metros lineales

**LLtotal (yr):** Longitud del Lazo total en medida en yardas

Sumemos las dimensiones de las caras de la llanta que amarraremos entre ellas para obtener la longitud del lazo,

$$LL = (a + e + e1 + e2), \text{ entonces,}$$

$$LL = (0.20 + 0.20 + 0.18 + 0.18) = 0.76 \text{ ml},$$

la longitud total del lazo se multiplica por 2, entonces,

$$LL_{\text{total}}(\text{ml}) = (LL * 2) = (0.76 \text{ ml} * 2) = 1.52 \text{ ml}$$

Este valor es necesario calcularlo en yarda, por lo tanto, se debe multiplicar el valor que se obtuvo por el valor de 1 metro lineal en yarda. Usar,

$$LL_{\text{total}}(\text{yr}) = (LL_{\text{total}}(\text{ml}) * 1.0936 \text{ yarda})$$

$$LL_{\text{total}}(\text{yr}) = 1.52 \text{ ml} * 1.0936 \text{ yarda} = 1.66 \text{ yarda}$$

Entonces, en un metro lineal de análisis se necesitan **1.66 yardas** de lazo de 3/8 diámetro.



### 5.1.4. Suelo cemento.

El suelo cemento se prepara usando dos componentes: cemento y tierra con una proporción de 5:1. En este sentido, debe usar el dato extraído del volumen útil de una llanta en un metro lineal, **Vtotal (m<sup>3</sup>) = 0.42 m<sup>3</sup>** (ver pág. 29). Siga los siguientes pasos:

**Calculemos:**

**01** Ahora, divida el volumen total, de acuerdo a la proporción 5:1, entonces:

$$V_{\text{total cemento}} = (0.025 * 1) = 0.025 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{total tierra}} = (0.125 * 5) = 0.125 \text{ m}^3$$

**02** Según la tabla 06 (pág. 30), utilizaremos el Fa para materiales tipo III, el cual es 1.50, entonces:

$$V_{\text{total tierra}} = (0.125 \text{ m}^3 * 1.5) + (0.07) = 0.25 \text{ m}^3$$

Entonces, en un metro lineal de análisis se necesitan **0.2 bolsas** de cemento y **0.25 m<sup>3</sup>** de tierra.

**03** Para obtener la cantidad de cemento que se necesita en la obra usaremos lo siguiente:

**Cant cemento (bolsa) =**

$$(V_{\text{total cemento}}) * (\%+1) * (1\text{ml de análisis})$$

$$(0.025) * (0.03+1) * (1\text{ml}) = 0.177 \text{ bolsas, aproximadamente } \mathbf{0.2 \text{ bolsas.}}$$



**Proporción**

Tierra  $\xrightarrow{\hspace{1cm}} \mathbf{5 : 1} \xrightarrow{\hspace{1cm}}$  Cemento

**Tabla 07. Desperdicio en Materiales**

Material	Desperdicio (%)
Cemento	0.03
Tierra	0.07

**m<sup>3</sup>** = metro cúbico

**V** = volumen

**Fa** = Factor de Abundamiento

**Cant** = Cantidad de materiales

### 5.1.5 Tubería de PVC y accesorios

Para el cálculo de tubería, se necesita la medición en lances. Para esto se realiza la siguiente operación:

$$\text{Tubería (lance)} = 1\text{ml} / 9 \text{ lance} = \mathbf{0.11 \text{ lances.}} \text{ de tubería PVC 4".}$$

\* Dependiendo del diseño también se necesitan accesorios para unir las tuberías. Por ejemplo:

**Codo 90°**



Para los cambio de dirección en ángulo recto

**T**



Para hacer una salida intermedia



## Cupla



Para hacer una extensión de una tubería.

Entonces revise el diseño (Figura 05). Se necesita 2 accesorios, **una T y un codo 90°** para tubería de PVC 4".

**IMPORTANTE:** Siempre debe usar accesorios con el mismo material (por lo general PVC) y diámetro de la tubería que usara en tu proyecto.



**Tabla 08. Desperdicio en Materiales**

Material	Desperdicio (%)
Grava	0.07

$m^3$  = metro cúbico

V = volumen

% = Desperdicio

Cant = Cantidad de materiales

### 5.1.6. Grava para filtro

En cuanto a la grava, usted necesita usar los siguientes datos:

Largo del muro (L) = **9.00 m**,

Ancho del Filtro (A) = **0.40 m**,

Para obtener la cantidad de lo que se necesita en la obra debe usar lo siguiente:

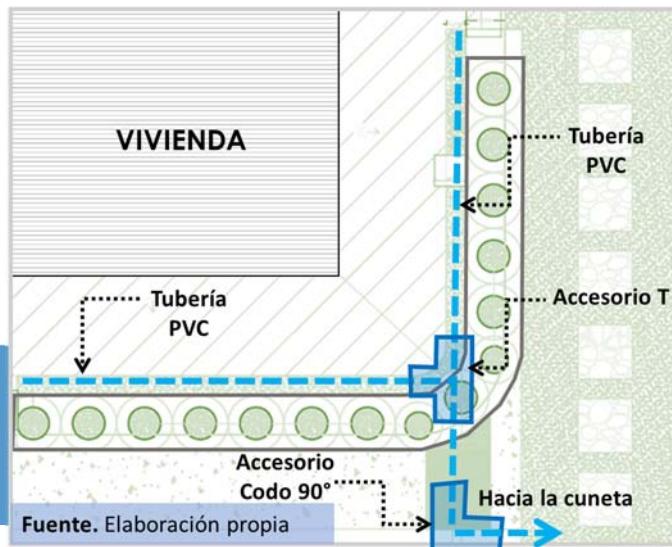
**Cant grava ( $m^3$ ) =**

$$(L) * (A) * (P) * (\%) + 1 * (\text{factor abundamiento})$$

$$(9.00) * (0.40) * (0.07 + 1) * (1.12) = 4.31 m^3$$

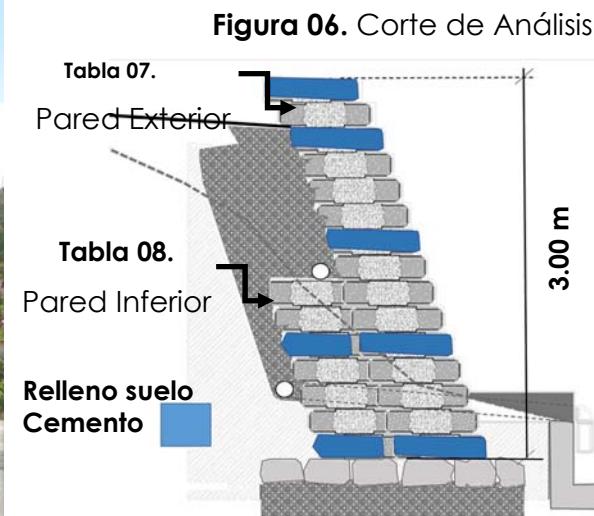
Entonces, para el filtro francés se necesitan **4.4  $m^3$**

**Figura 05.** Esquema de tubería



**Fotografía 24.**

## 4.3. Resumen de Presupuesto



Cant/ml : Cantidad por metro lineal

Para obtener la Cant. Material Sub Total:

Multiplica estos 3 valores:  
Cant/ml \* Largo \* Altura

Luego de realizar los cálculos en 1 metro lineal de análisis, se calcula el total de materiales del muro de llantas (que se ha analizado a lo largo del manual), de dimensiones:

**Largo= 9.00 m y Altura=3.00m**

La figura 06, muestra el número de llantas en las paredes exteriores e interiores, necesarias para colocar el numero de hiladas en las siguientes tablas. La cantidad de material la extraemos de los cálculos anteriores.

**Tabla 09. Cantidad de materiales (Paredes exteriores)**

Material	Unidad	Cant / ml	Dimensión Muro		Cant. Material SubTotal
			Largo (m)	Altura	
Llantas #16	und	1.5	9.00	15 hiladas	202.50
Tierra	m³	0.50	9.00	10 hiladas	45.00
Lazo de polipropilenos 3/8"	yarda	1.66	9.00	15 hiladas	224.10
<b>Relleno de Suelo Cemento</b>					
tierra	m³	0.15	9.00	5 hiladas	6.75
Cemento	bolsa	0.20		5 hiladas	9.00

Datos de los cálculos anteriores **POR MATERIAL**

Datos de los cálculos anteriores **POR MATERIAL**

**Cant/ml**: Cantidad por metro lineal

Para obtener la Cant. Material Sub Total:  
Multiplica estos 3 valores:  
**Cant/ml \* Largo \* Altura**

Material	Unidad	Cant / ml	Dimensión Muro		Cant. Material SubTotal
			Largo (m)	Altura	
Llantas #16	und	1.5	9.00	5 hiladas	67.5
Tierra	m³	0.42	9.00	5 hiladas	18.9
Lazo de polipropileno 3/8"	yarda	1.66	9.00	7 hiladas	104.58
<b>Relleno de Suelo Cemento</b>					
tierra	m³	0.15	9.00	2 hiladas	2.7
Cemento	bolsa	0.20		2 hiladas	3.6
<b>Filtro Francés</b>					
Tubería PVC 4"	lance	0.11	9.00	-	1.00
Grava 3/8"	m³	0.83		3.00 (m)	22.41

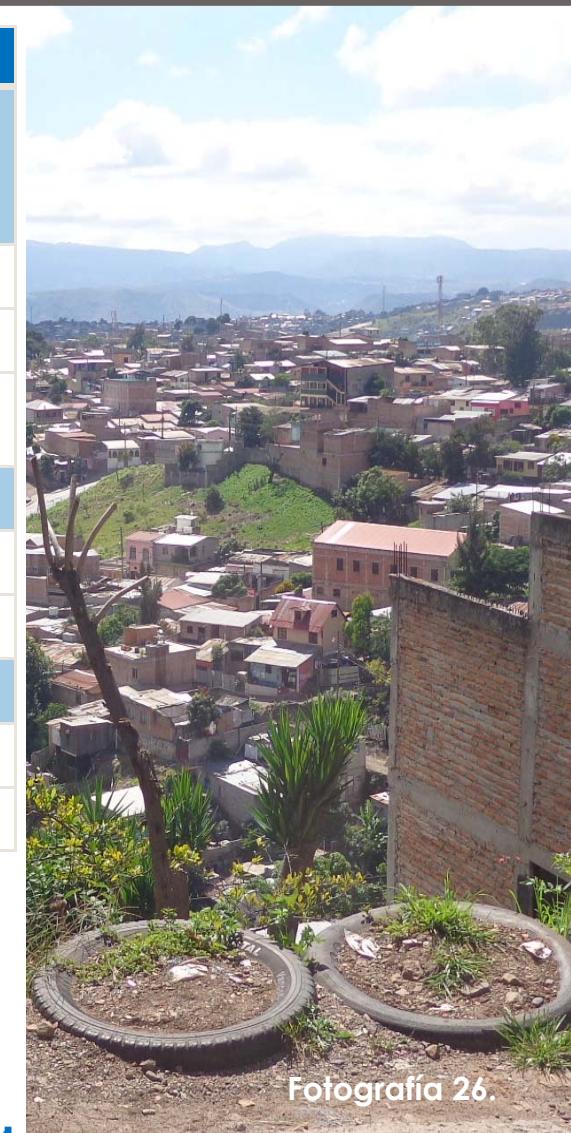
Después de colocar los valores en las tablas, se realiza la suma de los valores de las casillas de las cantidad sub-totales por material.

Ver CUADRO RESUMEN, siguiente página.

## Importante

Si tu muro necesita **cimentación compleja**, es necesario que consultes a un profesional de la construcción, para que pueda ayudarte a calcular estos costos, y que dependen en gran parte de las condiciones del suelo.

Ver pág. 11, 12, 13 y 22.



Fotografía 26.



**Tabla 11. Cantidad de material total**

Material	Unidad	Cant. tabla 1	Cant. tabla 2	Cant. material total
Llantas #16	und	202.5	67.50	<b>270.00</b>
Tierra	m³	45.00	18.90	<b>63.90</b>
Lazo de polipropileno 3/8"	yarda	224.10	104.58	<b>328.60</b>
<b>Relleno de suelo cemento</b>				
tierra	m³	6.75	2.70	<b>9.45</b>
Cemento	bolsa	9.00	3.60	<b>12.60</b>
<b>Filtro francés</b>				
Tubería PVC 4"	lance	-	1.00	<b>1.00</b>
Grava 3/8"	m³	-	4.4	<b>4.4</b>
Codo 90°, PVC 4"	und	-	-	<b>1.00</b>
Accesorio T, PVC 4"	und	-	-	<b>1.00</b>

**Importante**

Para sacar el total en Lempiras, todos los materiales se deben multiplicar por el precio actual (en lempiras) que se esta manejando en el mercado, ejemplo:

Cemento= 12.60 bolsas, aproximadamente 13 bolsas,

Costo en Lempiras de 1 bolsa de cemento (2015) = Lps. 191.00

**Costo total de cemento** = 13 bolsas \* Lps. 191.00 = **Lps. 2,483.00**

Lo mismo se realiza para todos los materiales calculados en la tabla anterior.



**Fotografía 27.**



Fotografía 28.

## 6. MANTENIMIENTO

Una de los beneficios del muro de llantas como se menciona anteriormente es su fácil mantenimiento.

Cada año al finalizar la temporada de lluvia, es importante revisar los puntos expuestos abajo y de ser necesario darles el mantenimiento requerido.

1. Revisar que las llantas no se hayan dislocado de posición.
2. Revisar que los cimientos no hayan recibido daños ocasionados por el agua.
3. Revisar que la terraza bien sea fundida o sólo el terreno encima de las llantas no presente abultamientos o hundimientos.
4. Revisar que el suelo cemento dentro de las llantas no esté lavándose.
5. Revisar que la grava del filtro francés no esté sucia. Si es así se debe remover 5cms de grava y lavarla con agua para quitarle la tierra y luego volverla a colocar en su sitio.

Si alguno de los cinco puntos se está presentando en el muro, es importante proceder a la reparación inmediata del mismo. La cual se puede realizar reutilizando los mismos materiales del que está compuesto, lo único que no se puede reutilizar es el suelo cemento.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- **APP-GOAL (2015).** "Informe de Final de Obra", para Proyecto OFDA Tegucigalpa, APP - GOAL 2015
- **Archivos GOAL, (2014 - 2015 - 2016).** "Campaña Logrando Juntos Tegucigalpa", Red en Oficinas GOAL, APP - GOAL 2015
- **AREQUIPA,** "Manual de construcción para maestros de obra", [www.acerosarequipa.com](http://www.acerosarequipa.com)
- **CESCCO (2013),** Informe de monitoreo de partículas en el aire de Tegucigalpa, ejecutado por el centro de estudios y control de contaminantes (CESCCO), presentado por la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente, marzo 2012 - 2013
- **COPECO (2011),** "Manual Para La Evaluación De Riesgo Del Emplazamiento y del Medio Construido para Edificios, Viviendas y Lotificaciones", COPECO, 2011
- **EFEOTOR (2013).** <http://www.efemotor.com/consejo/un-neumatico-tarda-mil-anos-en-desaparecer-de-la-naturaleza/>
- **HERALDO (2014),** Diario El Heraldo. On the web, "Honduras el país más vulnerables al cambio climático". Tegucigalpa. Nota: <http://www.elheraldo.hn/pais/378952-214/honduras-el-pais-mas-vulnerable-al-cambio-climatico>. Honduras 2014.
- **JICA (2010),** Shoshiro Horigome, Guía de la Construcción del muro de contención, con llantas usadas (Muro de Protección de Pendiente), Primera Edición, Escuela Primaria Emmanuel, Colonia "La Canaán" en Tegucigalpa, Honduras. Agosto de 2010
- **MCB-GOAL (2016).** Parra Javier, "LIBRO NARANJA, Manual de configuración de barrio", para barrios de Tegucigalpa. AMDC - GOAL, Diciembre 2016.
- **PACC (2016),** "Principales resultados de la EPA Y TPA en las Colonias Los Pinos y Villanueva de Tegucigalpa", Proyecto HO-X1027: "Planificación de adaptación de activos al cambio climático en Tegucigalpa Honduras", FND, BID, Manchester, GOAL, AMDC, 2016
- **RESILIENCIA (2015).** "Herramienta para Medir la Resiliencia Comunitaria: Guía Metodológica", GOAL, Mayo 2015.
- **SIMPOSIO (2001),** V SIMPOSIO NACIONAL SOBRE TALUDES Y LADERAS INESTABLES, 27 - 30 de noviembre/2001, Madrid. v. III p. 1061-1070
- **Stein y Moser (2014).** Planificacion de adaptacion de activos al cambio climatico: lecciones de Cartagena, Colombia Environment and Urbanization 26(1).
- S. Kreft, D. Eckstein, L. Junghans, C. Kerestan and U. Hagen (2014) *Global Climate Risk Index 2015: Who Suffers Most From Extreme Weather Events? Weather-related Loss Events in 2013 and 1994 to 2013* Germanwatch e.V.: Bonn, pg. 6.
- **URBANO.** <http://es.slideshare.net/carlosjcamacho/criterios-para-calificar-los-suelos-con-fines-urbanos>

## 8. ANEXOS

### 8.1. GLOSARIO.

**Aguas Grises:** Son aguas jabonosas que provienen de lavatorios, y lavaderos, regaderas y de la ducha. Estas aguas no son tan peligrosas para la salud como las aguas negras.

**Concreto:** Mezcla entre cemento, arena, grava y agua usada en diferentes proporciones.

**Cohesión:** es una propiedad determinante en el comportamiento de un suelo.

**Dispersión:** es la separación de ciertos elementos en distintas direcciones.

**Deslizamiento:** Movimiento de grandes masas de material detrítico, escombros o rocas sobre las laderas de una montaña.

**Estabilidad:** es la cualidad de estable (que mantiene el equilibrio, no cambia o permanece en el mismo lugar durante mucho tiempo).

**Elasticidad:** la capacidad de un cuerpo de presentar deformaciones.

**Expansión:** es una palabra que se refiere al proceso de crecimiento de algo.

**Encofrado:** molde de madera, utilizado para contener ya sea concreto, suelo, etc.

**Fundición:** Proceso de colocación de la mezcla de concreto dentro del encofrado.

**Fraguado:** es el proceso de endurecimiento de la mezcla de concreto.

**Granulometría:** es la medición de los granos de una formación sedimentaria y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños del suelo.



/ Fotografía 29.

## 8.1. GLOSARIO.

**Mampostería:** aparejo de un muro realizado con piedras de distintos tamaños sin labrar o poco labradas, colocadas sin orden establecido y unidas con argamasa, mortero, yeso, cal o cemento.

**Muro de Gaviones:** consisten en una caja o cesta de forma rectangular, rellena de piedra, de enrejado metálico de malla. Se colocan a pie de obra desarmados y, una vez en su sitio, se llenan con piedras del lugar.

**Nivel freático:** es una acumulación de agua subterránea que se encuentra a poca profundidad bajo el nivel del suelo.

**Resiliencia:** es la habilidad de las comunidades y hogares para anticiparse y adaptarse a los riesgos y de absorber, responder y recuperarse de los choques y tensiones de manera oportuna y eficaz sin comprometer sus posibilidades a largo plazo (RESILIENCIA, 2015)

**Polución:** Se trata de la contaminación ambiental que provocan ciertas sustancias y desechos. La polución, en este sentido, genera múltiples problemas para la naturaleza y para todos los seres vivos.

**Polipropileno (PP):** es el polímero termoplástico, parcialmente cristalino, que se obtiene de la polimerización del propileno (o propeno).

**Preconsolidación:** es el peso semejante o mayor que el terreno deberá soportar una vez construida la obra

**Plasticidad:** Propiedad de aquello que puede cambiar de forma y conservarla de modo permanente.

**Stock:** término anglosajón el cual indica la cantidad de productos o materias primas que posee un comercio en su almacén a la espera de su venta o comercialización.

**Suelo Estable:** es aquel tipo de suelos de contextura firme, que no se desmorona y no está propenso a deslizamiento.

**Suelo Inestable:** Considerado como el suelo que fácilmente tiende a desmoronarse y es propenso a deslizamiento.

**Talud:** es cualquier superficie inclinada con respecto a la horizontal adoptando esa posición de forma temporal o permanente y con estructura de suelo o de roca.

## 8.2. PROYECTOS SIMILARES

### 01 PROYECTO

Tabla 12. Proyecto 1

#### Muro de Llantas en centro escolar (JICA, 2010)

Ubicación:	Muro de Escuela Primaria Emmanuel, Colonia "La Canaán" en Tegucigalpa, Honduras.
Institución:	Cooperación Japonesa, JICA
Diseñado:	Ing. Shoshiro Horigome
Periodo de construcción:	Agosto de 2010, 17 días aproximadamente
Dimensiones:	Longitud: 22.00 m Altura: 1.80 m
Aporte Comunitario:	Mano de Obra no Calificada



Obra Finalizada. Área posterior de Cancha Techada.



Socialización con Junta directiva



Fotografía 30.

## 02 PROYECTO



Fotografía 31.

Tabla 13. Proyecto 2

### Casa Modelo (Archivos GOAL,2014-2015)

para Campaña Logrando Juntos

Ubicación:	Sector 5, Colonia José Ángel Ulloa, Comayagüela, Honduras
Institución:	Asociación GOAL Internacional
Diseñado:	Arq. Javier Parra, Ing. Jorge Tejeda y Arq. Brenda Antúnez
Periodo de construcción:	Noviembre 2014 a Marzo 2015
Dimensiones :	Longitud: 9.00 m Altura: 2.87 m



CASA MODELO  
3 FASES DE PROCESO DE CAMBIO DE IMAGEN  
CAMPAÑA LOGRANDO JUNTOS



Fases de Intervención y Sketch Final

# 03 PROYECTO



Fotografía 32.

Tabla 14. Proyecto 3

## Muro de Llantas Comunitario (APP-GOAL 2015)

Ubicación:	Sector 4, Colonia José Ángel Ulloa, Comayagüela, Honduras
Institución:	Asociación GOAL Internacional / Agua para el Pueblo (APP)
Diseñado:	Arq. Javier Parra y Ing. Jorge Tejeda
Periodo de construcción:	Mayo a Julio 2015, 2 meses aproximadamente
Dimensiones máxima de muros:	Longitud: 3.60 m Altura: 4.20 m
Aporte Comunitario:	Excavación, Acarreo de Material



Construcción de Barandal metálico con dados de concreto

# 04 PROYECTO



**Tabla 15.** Proyecto 4

## Parque Comunitario (APP-GOAL, 2015)

Ubicación:	Sector 2, Colonia José Ángel Ulloa, Comayagüela, Honduras
Institución:	Asociación GOAL Internacional y AMDC
Diseñado:	Arq. Brenda Antúnez
Periodo de construcción:	Junio a Agosto 2015, 3 meses aproximadamente
Dimensiones máxima de muros:	Longitud: 15.00 m Altura: 4.00 m
Aporte Comunitario:	Excavación (30%), Acarreo de Material (70%), Proceso de Pintado, cuidado y mantenimiento de cierto material.



**ANTES** de la intervención



**DESPUES** de la intervención.

# 05 PROYECTO



Fotografía 34.

Tabla 16. Proyecto 5

## Rehabilitación de fachada

(Archivos GOAL, 2016), Campaña “Logrando Juntos”

Ubicación:	Sector 6, Colonia José Ángel Ulloa, Comayagüela, Honduras
Institución:	Asociación GOAL Internacional
Diseñado:	Arq. Brenda Antúnez
Periodo de construcción:	Marzo 2016, 1 mes aproximadamente
Dimensiones máxima de muros:	Longitud: 10.00 m Altura: 1.80 m
Aporte Comunitario:	Pago de mano de obra y proceso de pintado.

**ANTES** de la intervención



**DESPUÉS** de la intervención



### 8.3. Para mayor información.

#### Información sobre el proyecto:

**BID:** <http://www.iadb.org/en/projects/project-description-title,1303.html?id=ATN%2FNV-14072-HO%3BHO-X1027>

**Fondo Nórdico:** [www.ndf.fi/proyектs/adaptation-climate-change-poor-neighbourhoods-tegucigalpa-ndf-c60](http://www.ndf.fi/proyектs/adaptation-climate-change-poor-neighbourhoods-tegucigalpa-ndf-c60)

**Universidad de Manchester:** [www.seed.manchester.ac.uk/gurc/](http://www.seed.manchester.ac.uk/gurc/)

#### Más información sobre muros de llantas:

El presente manual, con fichas de costo y video didáctico sobre "Construcción y mantenimiento de muro de llantas" puede encontrarlo en el siguiente link: <https://mega.nz/#F!wZlyUYZb!RZ9IvJWdANtMChntSnGqRA>



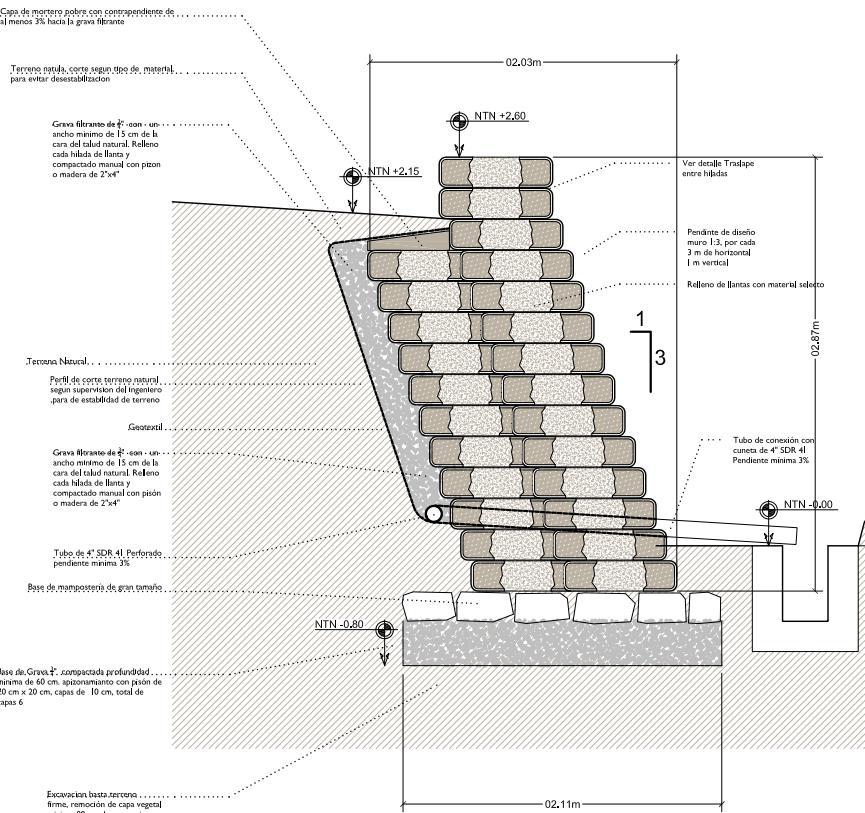
Fotografía 35.

## 8.4. PLANOS

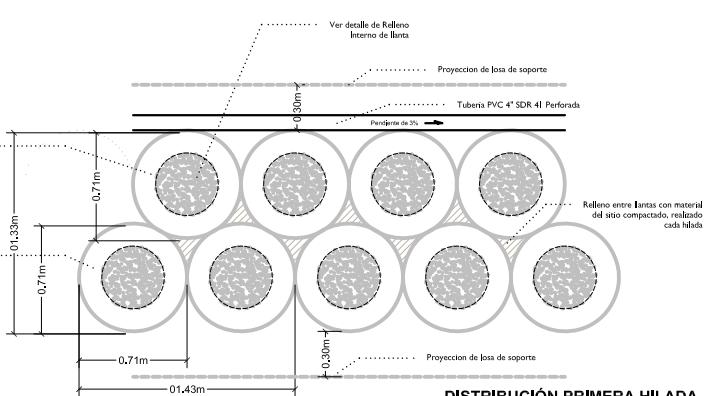
**Plano 01:** Plano estructural de muro de llantas. Proyecto 2. CASA MODELO. (Anexo 2, pág. 38)

**Plano 02:** Plano de diseño de complementario a muro de llantas. Proyecto 2 CASA MODELO. (Anexo 2, pág. 38)

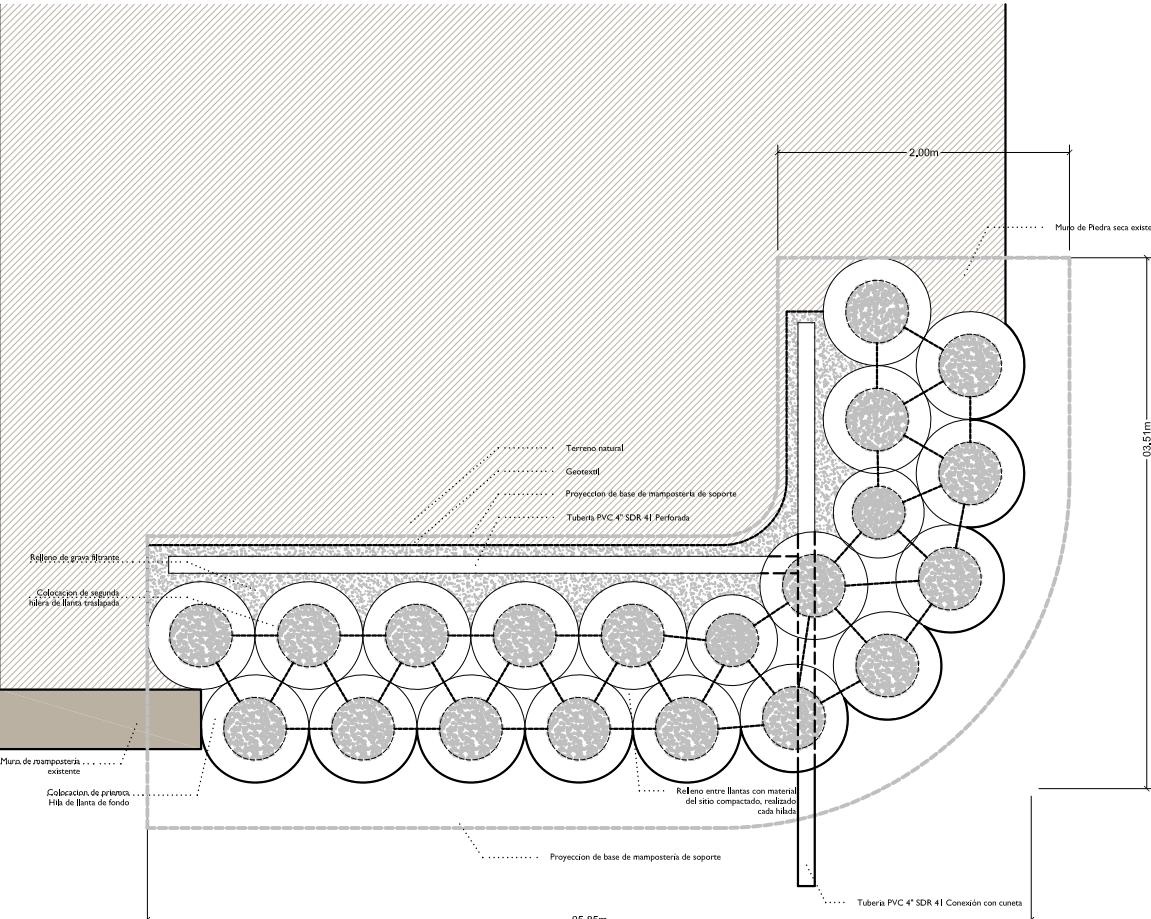




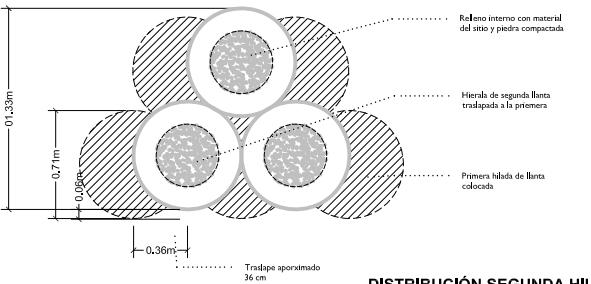
CORTE TIPO



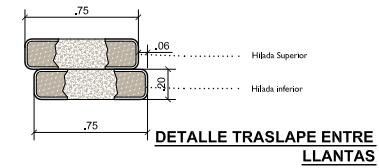
#### DISTRIBUCIÓN PRIMERA HILA



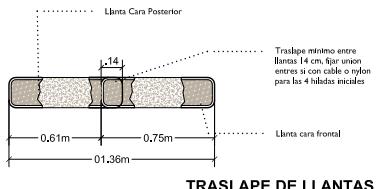
## PLANTA DE MURO EN ESQUINA



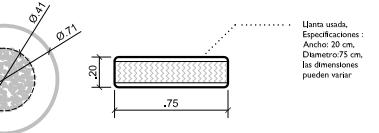
DISTRIBUCIÓN SEGUNDA HJ ADA



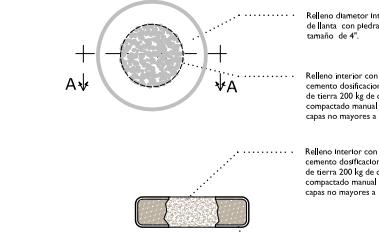
## DETALLE TRASLAPE ENTRE LLANTAS



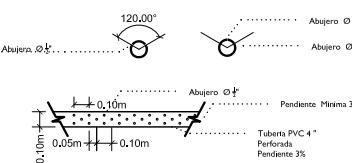
## **TRASLAPE DE LLANTAS**



## ESPECIFICACIONES DE LLANTA



#### **DETALLE RELLENO INTERNO**



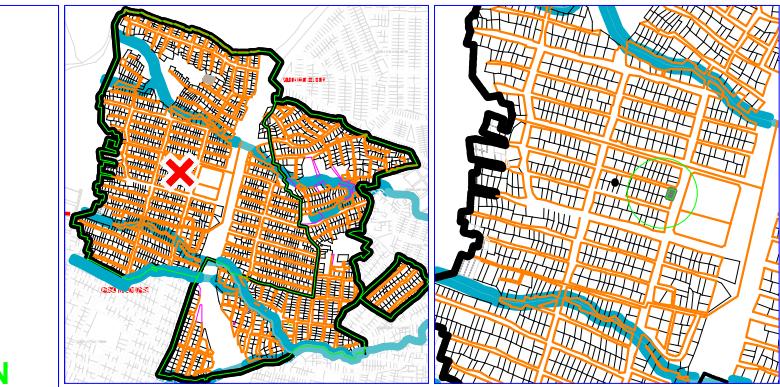
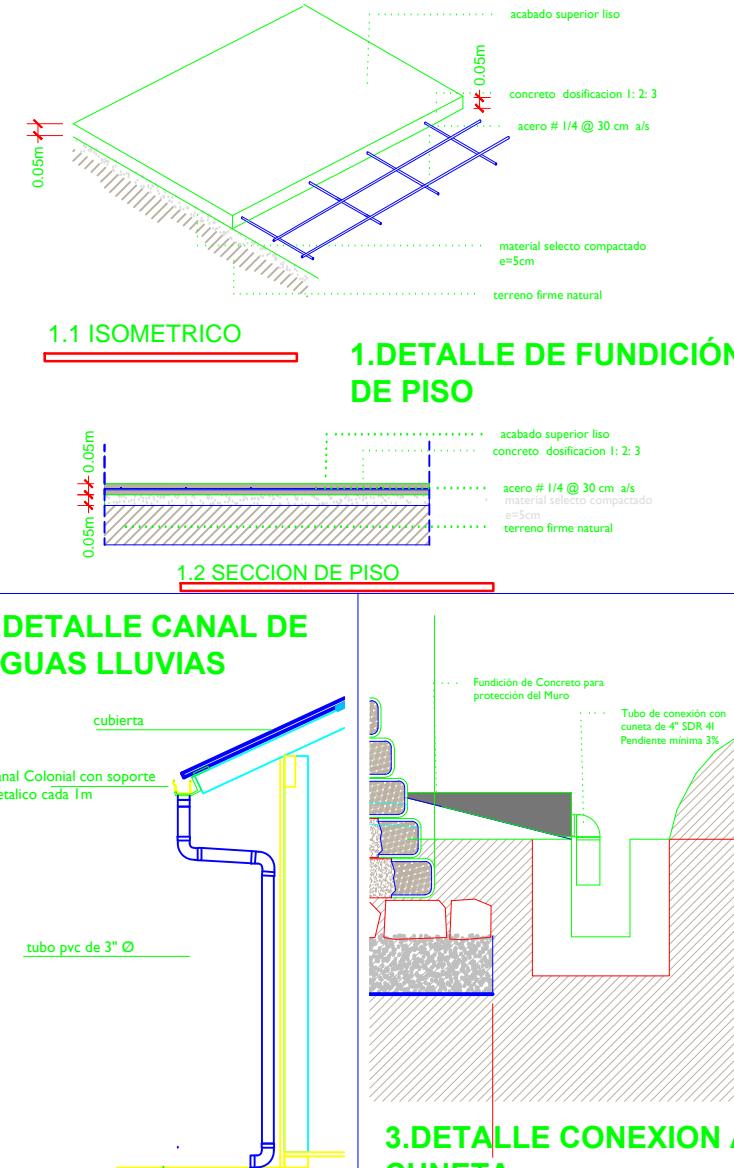
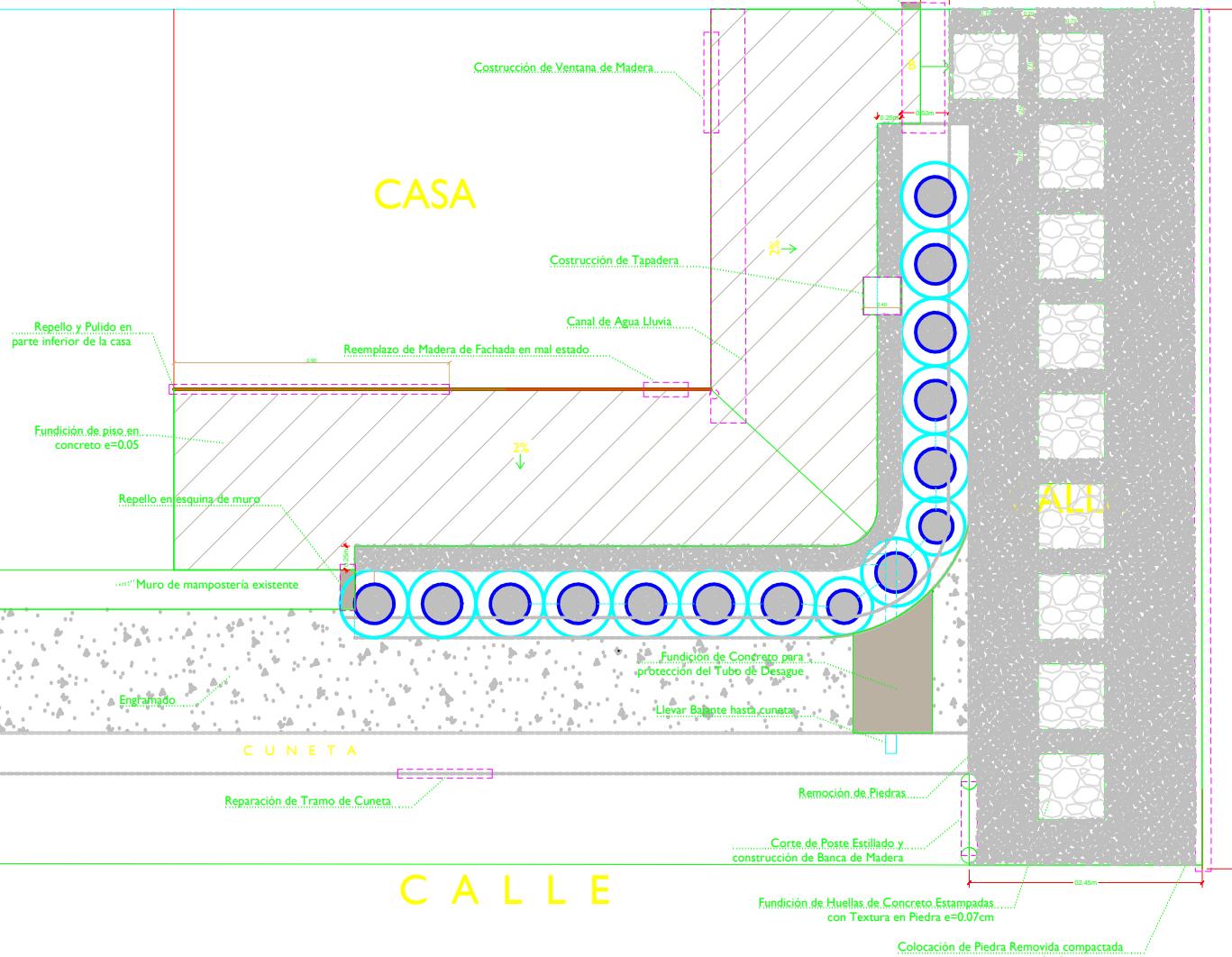
## DETALLE PERFORACIÓN DE

<p><b>Proyecto:</b> Haciendo operativo un enfoque de barrio para la reducción de riesgo ante desastres urbanos en tres colonias de alto riesgo en Tegucigalpa</p> <p>Colonias José Ángel Ulloa, José Arturo Duarte, Nueva Providencia</p>	 <b>USAID</b> <small>DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA</small>
<b>SECTOR I:</b> Asentamientos y Refugios	
<b>NOMBRE DEL PLANO:</b>	MURO DE LLANTAS
<b>Elaborado por:</b>	Ing. Jorge Tejeda, Arq. Javier Parra
<b>Revisado por:</b>	
Ing. Ana Núñez, Ing. Bernard McCaul	GOAL Honduras
<b>Fecha:</b> 26 de SEPTIEMBRE 2014	<b>Escala:</b> 1/50

## PLANTA DESCRIPTIVA

CASA

CALLE



NOMBRE DEL BENEFICIARIO:	ANA MARIA APARICIO
UBICACION:	JAU-S5-53-12
OBRA:	OBRAS ADICIONALES VARIAS

### ESPECIFICACIONES TECNICAS

- Utilizar Acero Legitimo
- Arena Lavada de rio
- Grava triturada de  $\frac{3}{4}$ "
- Dosificación de Concreto 1:2:3
- no elaborar concreto mayor al que se instalara en 30 min.
- Utilizar agua Limpia

Proyecto: Haciendo operativo un enfoque de barrio para la reducción de riesgo ante desastres urbanos en tres colonias de alto riesgo en Tegucigalpa  
Colonias José Ángel Ulloa, José Arturo Duarte, Nueva Providencia



SECTOR I: Asentamientos y Refugios

NOMBRE DEL PLANO: PROYECTOS DEMOSTRATIVOS MEJORA DE LA RESIST. ANTE DESASTRES

Elaborado por: Arq. Brenda Antúnez

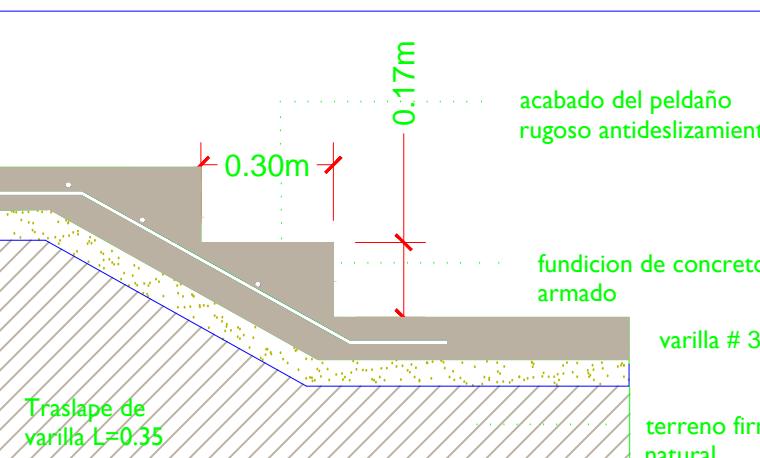
Revisado por: Ing. Jorge Tejeda  
Ing. Ana Núñez, Ing. Bernard McCaul

GOAL Honduras

Fecha: 22 de Septiembre 2014



Escala: 1/50



### 6.DETALLE DE FUNDICIÓN DE HUELLAS

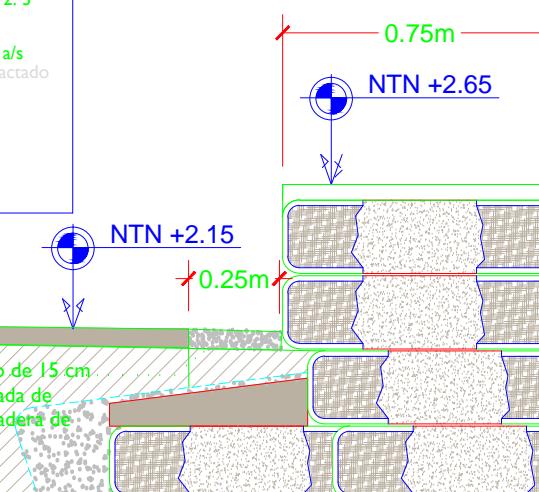
#### 1.2 SECCION DE HUELLA

### 5.DETALLE DE FUNDICIÓN DE PISO E INTERSECCIÓN CON MURO

Grava filtrante de  $\frac{3}{4}$ " con un ancho mínimo de 15 cm de la cara del talud natural. Relleno cada hilada de llanta y compactado manual con pizón o madera de 2"x4"

Ver detalle de piso

acabado superior liso  
concreto dosificación I: 2: 3  
acer # 1/4 @ 30 cm a/s  
material selecto compactado e=5cm  
terreno firme natural



# Índice de Fotografías.

<b>Fotografía 01.</b> Casa Modelo.....	Portada
<b>Fotografía 02.</b> Vista de Comayagüela 01, desde Parque Comunitario, Col. José Arturo Duarte.....	créditos
<b>Fotografía 03.</b> Vista de Comayagüela 01, desde Parque Comunitario, Col. José Arturo Duarte.....	01, 02 Indicé
<b>Fotografía 04.</b> Vista Tegucigalpa desde el Berrinche.....	01
<b>Fotografía 05.</b> Caminata Transecta, Col. Los Pinos, la Fuente #1.....	02
<b>Fotografía 06.</b> Vivienda, Col. Los Pinos.....	03
<b>Fotografía 07.</b> Vista de Col. Villanueva.....	06
<b>Fotografía 08.</b> Casa Modelo.....	07
<b>Fotografía 09.</b> Limpieza de cunetas, Casa Modelo.....	09
<b>Fotografía 10.</b> Construcción de terrazas, Parque Comunitario.....	10
<b>Fotografía 11.</b> Construcción de muro circular, Parque Comunitario....	13
<b>Fotografía 12.</b> Vista de muro circular, Parque Comunitario.....	14
<b>Fotografía 13.</b> Construcción de Cimiento corrido para muro.....	16
<b>Fotografía 14.</b> Colocación y Amarre de Llantas, Muro Comunitario, Col. José Arturo Duarte.....	17
<b>Fotografía 15.</b> Comunitario Batiendo Suelo Cemento.....	18
<b>Fotografía 16.</b> Construcción Dren Francés.....	19
<b>Fotografía 17.</b> Construcción de Muro#3, Parque Comunitario.....	21
<b>Fotografía 18.</b> Construcción de Muro#2, Parque Comunitario.....	22
<b>Fotografía 19.</b> Hilada de Suelo Cemento en construcción.....	24
<b>Fotografía 20.</b> Siembra en Muro de Llantas de Parque Comunitario....	27
<b>Fotografía 21.</b> Planificación en Sitio de Parque comunitario.....	28
<b>Fotografía 22.</b> Alineación de Llantas con la comunidad.....	29
<b>Fotografía 23.</b> Cimentación de con Llantas (muro 1.80m de alto).....	30
<b>Fotografía 24.</b> Replica de Muro, Col José Arturo Duarte.....	32
<b>Fotografía 25.</b> Replica de Muro, Col José Ángel Ulloa.....	33
<b>Fotografía 26.</b> Vista desde la Col. Nueva Providencia.....	34
<b>Fotografía 27.</b> Gradas con Llantas, Parque Comunitario.....	35
<b>Fotografía 28.</b> Miembros de CODEL de la Col. José Arturo Duarte, apoyando la construcción del parque Comunitario.....	36
<b>Fotografía 29.</b> Pintado de Muro de Llantas Casa Modelo.....	38
<b>Fotografía 30.</b> Muro de Llantas Escuela Emmanuel.....	40
<b>Fotografía 31.</b> Proceso de Ornamentación Casa Modelo.....	41
<b>Fotografía 32.</b> Construcción de Muro Comunitario.....	42
<b>Fotografía 33.</b> Vista de Muro Circular y Mirador de Parque Comunitario.....	43
<b>Fotografía 34.</b> Construcción de Muro de Rehabilitación de Vivienda..	44
<b>Fotografía 35.</b> Artista Nacional, Cesar Manzanares apoyando el arte comunitario.....	45
<b>Fotografía 36.</b> Parque comunitario, Colonia José Arturo Duarte, terminado .....	46

01

02

03

04

05

06



MANUAL DE CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE  
**MURO DE LLANTAS**