



**VULNERABILIDAD DE LAS VIVIENDAS  
DE BAMBÚ AL CAMBIO CLIMÁTICO**  
en la Costa del Ecuador



# **VULNERABILIDAD DE LAS VIVIENDAS DE BAMBÚ AL CAMBIO CLIMÁTICO**

## **en la Costa del Ecuador**

Autor:  
**Arq. Jorge Morán**

## CREDITOS

Elaborado por el Arq. Jorge Morán Ubidia en el marco del Proyecto "Optimización de Viviendas de Bambú de Bajo Costo para la adaptación al Cambio Climático de las regiones costeras de Ecuador y Perú" y el financiamiento de la Comisión Europea.

Editado por: Álvaro Cabrera y Paulina Soria  
Diseñado por: Carlos Alberto Andrade  
Quito, noviembre de 2014

## ÍNDICE

<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>5</b>
<b>VULNERABILIDAD DE LAS EDIFICACIONES DE BAMBÚ</b>	<b>9</b>
Introducción	10
Factores de riesgo	10
Factores Hidrometeorológicos	10
Factores Eólicos	11
Factores Tectónicos	11
Principales causas de la vulnerabilidad de las viviendas de bambú	13
Antecedentes estadísticos	13
La lluvia causa de deslizamientos e inundaciones	15
<b>LAS VIVIENDAS DE BAMBÚ EN ECUADOR</b>	<b>18</b>
Cuantificación de las viviendas de bambú en Ecuador	19
Conclusiones	22
<b>FACTORES DE VULNERABILIDAD DE LAS VIVIENDAS DE BAMBÚ: AMENAZAS Y SOLUCIONES</b>	<b>23</b>
Introducción	24
Vulnerabilidad en las cubiertas	25
Vulnerabilidad en las paredes	31
Vulnerabilidad en los pisos	33
Vulnerabilidad en la estructura portante	36
Vulnerabilidad en los suelos	42

<b>VULNERABILIDAD EN EL ENTORNO INMEDIATO</b>	<b>46</b>
Introducción	48
Entornos vulnerables a los asentamientos humanos	50
Entornos a volcanes activos	50
Colinas despojadas de protección vegetal	51
Riveras de ríos cercanos a montañas	51
Bosques con sequías temporales	51
Planicies cercanas a volcanes nevados	52
Zonas con fallas geológicas o sísmicas	52
Ejemplo de vulnerabilidad (B.2) Caso Resbalón, Cantón Rocafuerte. Provincia de Manabí. Mayo del 2012. Situación, Riesgos y Prevención	52
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>55</b>



# Presentación

La presencia del cambio climático y sus consecuencias demanda a gobiernos, instituciones y organismos de toda clase a formular, un conjunto de objetivos, estrategias y mecanismos para establecer planes y programas de adaptación y mitigación a los efectos del cambio climático.

Las viviendas de bambú existentes en el mundo, la mayor parte de las cuales son habitadas por familias de bajos recursos, no escapan a las amenazas propias del cambio climático, que ponen en alto riesgo tanto su concepción de material como en el bienestar y vida de sus ocupantes.

Las viviendas de bambú presentan comunes deficiencias y riesgos por lo que se consideró realizar un documento que permita definir los problemas que se presentan en las viviendas y sus efectos para proponer soluciones efectivas a los procesos de adaptación del cambio climático y para reducir o eliminar los traumáticos efectos para sus usuarios.

El documento, fruto de observaciones concretas y de concepciones técnicas probadas, está orientado a sugerir soluciones respecto a las potenciales afectaciones que por diversas causas se pueden presentar.

La Universidad Laica Eloy Alfaro de Manta, publicó un Análisis de los Principales Fenómenos Naturales Registrados en la Provincia de Manabí, el mismo que recoge datos sobre las causas y efectos ocasionados por los diversos fenómenos de El Niño y que junto con el estudio "Segunda Comunicación Nacional para Cambio Climático", fruto del Proyecto GEF/PNUD/Ministerio del Ambiente, (2011), fueron los estudios base que sustentaron las causas naturales y antrópicas que inciden en la vulnerabilidad de las edificaciones.

El agua, en su manifestación de lluvias intensas, es el origen que genera desastres tales como deslizamientos, inundaciones, aluviones, desprendimientos y otros, que a su vez ocasionan pérdida de vidas, cultivos y animales y la destrucción de viviendas, puentes y caminos. Estos problemas contribuyen a las afectaciones de las viviendas al igual que los vientos y otros fenómenos de menor incidencia.

El documento pretende convertirse -más que en un manual- en un instrumento de discusión, donde las soluciones planteadas sean enriquecidas con las experiencias y el saber popular de las comunidades rurales y peri urbanas de Ecuador y de otros países.

## CALIDAD DE VIDA, ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y RESPETO AL PLANETA

Los seres humanos nos lamentamos ante la presencia de acontecimientos naturales que, de manera circunstancial y ahora más a menudo nos afectan, como sismos, inundaciones, erupciones volcánicas y una larga lista de fenómenos, que dejan secuelas de dolor y muerte.

También, a costa de lágrimas estamos conscientes de que nuestros errores contra natura acrecientan las condiciones de afectación al clima y a la calidad vida de nuestros conciudadanos.

¿No será acaso tarde para la toma de conciencia de los seres humanos?

La planificación, el diseño y las construcciones del presente siglo deben estar por encima de la estética, aspectos funcionales y formales de un proyecto.

Subsisten aquellas condicionantes, pero hay otros parámetros y principios que ahora son prioritarios, como el confort, el ahorro energético, la seguridad y, en fin, todas las demandas ecológicas frente a un fenómeno planetario que no se detiene, cuyos cambios indican que se han iniciado a mayor velocidad que la prevista.

Sin ser optimistas y peor pesimistas, creemos prudente que, en la capacitación a comunidades, profesionales y jóvenes estudiantes, se debe entusiasmar a repensar en un nuevo concepto sobre la arquitectura, la misma que debe romper paradigmas de los últimos 150 años y volver la mirada a la primigenia historia, donde el medio ambiente era parte inherente de la vida humana, se usaba con sabiduría nuestros recurso naturales renovables, la naturaleza era respetada y no agredida, todo ello, no para repetir sus diseños y formas ancestrales de construir, pero sí para tomar sus principios.

El diseño y construcción de una sencilla vivienda o de la gran mansión, deben trascender, de lo individual, de lo superficial, de lo económico, para tornarse en una responsabilidad más colectiva que individual, más humana que artificial.

Quizás sería preferible diseñar y construir menos "edificios inteligentes y bellos" pero si, más concientes y humildes de nuestra razón y principios de seres humanos que, vivimos en este hermoso planeta, el mismo que, empezó a morir, no con el C.C. sino con la pérdida de valores y falta de respeto a la naturaleza.

**Jorge Morán Ubidia**



## AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO

Para estimar el riesgo (o peligro cierto) al que estará sometida la vivienda de bambú –y todo tipo de viviendas– consideramos 3 variables:

La Amenaza: constituida por predicciones escenarios estimaciones estudios o antecedentes, etc. que determinan la “*posibilidad alta o baja*” de la realización de un fenómeno natural o antrópico.

La Vulnerabilidad está referida a la situación presente y real de una vivienda, barrio, equipamiento, etc. que puede sufrir alteración de su estabilidad y, por tanto, sus habitantes estarán en mayor o menor riesgo o peligro de ser afectados en su integridad física o en sus bienes.

El Riesgo (o peligro cierto) es la mayor o menor certeza de que se presente y se cumpla la amenaza prevista y afecte de forma real a la(s) persona(s) o vivienda(s) en las situaciones previamente establecidas por su vulnerabilidad.

Por tanto el Riesgo es una variable dependiente que está en función de otras dos: Vulnerabilidad y Amenaza.

Es decir, el  $R = f(V, A)$ , y en donde:

R= Riesgo  
V= Vulnerabilidad  
A= Amenaza

La relación precedente, se puede enunciar en el siguiente cuadro:

### AMENAZA VULNERABILIDAD RIESGO (peligro)

alta alta 100 % inminente

alta baja 50%

baja alta 50%

baja baja 10% reducido

- Si se baja la vulnerabilidad, bajará el riesgo
- Si la estimación de amenaza es baja, disminuirá el riesgo

Una combinación de las dos primeras variables nos proporciona cuatro situaciones principales de riesgo y miles de situaciones secundarias en función de los diferentes niveles específicos de amenazas y de vulnerabilidad.

Los fenómenos climáticos, a pesar de los avances científicos, tienen elevados índices de incertidumbre y por ello se establecen en porcentaje el riesgo o peligro al que estará sometida una vivienda o edificación. La vulnerabilidad de cualquier tipo o clase de edificaciones de diferentes materiales: acero, concreto, madera, bambú u otros está sujeta de manera general a tres factores:

- A los factores de riesgo que se presenten en un momento en determinado.
- A las características de diseño y de construcción de la vivienda.
- A las situaciones de amenaza y vulnerabilidad del entorno, ante un desastre natural o antrópico que, se presente de manera progresiva o imprevista.

## Riesgos naturales

Los riesgos provenientes de desastres naturales, se construyen a partir de una situación previa de amenaza. El riesgo es una circunstancia en la que se suman el grado de exposición o vulnerabilidad en las que se encuentre una localidad con las decisiones que previamente se hayan tomado o dejado de tomar.

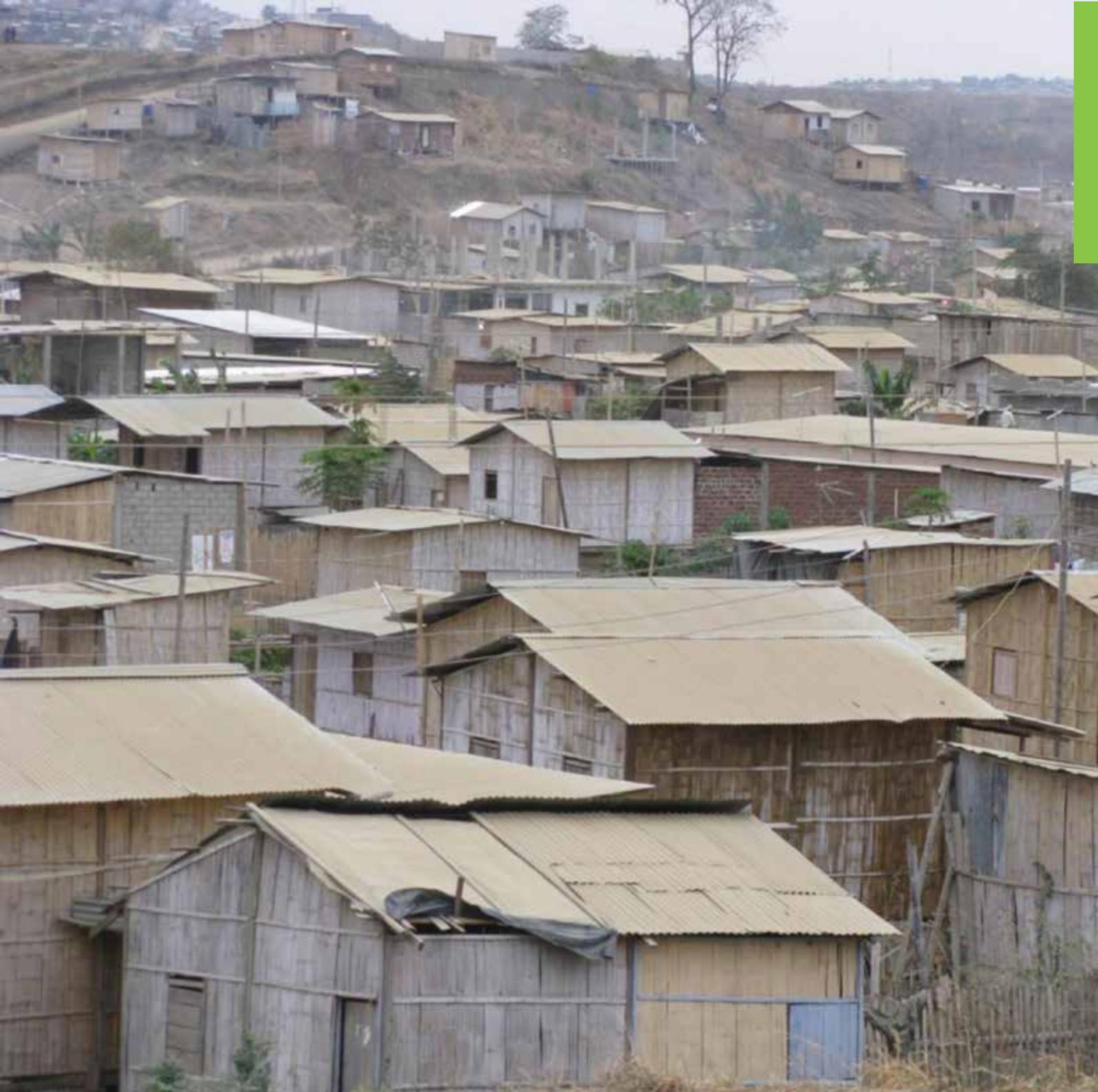
Las consecuencias de un fenómeno natural, ocasionalmente, pueden afectar a una vivienda pero lo generalizado y común es que no sea solamente a la vivienda, sino a la mayoría o totalidad de viviendas que integran el entorno del asentamiento humano, el mismo que puede abarcar desde una vecindad hasta la región circundante.

Las afectaciones estarán dimensionadas en función de diversas causas y circunstancias que las originan y las cuales se presentan: de forma lenta o sorpresiva, de ligeros efectos o de consecuencias catastróficas.

## ¿Cómo clasificar los factores de riesgo?

Toda clasificación parte de la esencia misma del riesgo y se fundamenta en la principal causa que lo origina, por lo que ello permite integrar una serie de fenómenos en torno a un elemento común, por ejemplo: el agua o el sismo o la erupción volcánica.

El agua, siendo un elemento vital para la vida humana y animal, para cultivos y plantaciones, como medio para generar energía, como elemento lúdico para niños, jóvenes y adultos se convierte, sin embargo, en una amenaza de alto riesgo en situaciones donde la lluvia, acompañada de otros componentes y circunstancias, se convierte en un móvil de alta energía que corre por un río o se desliza por las faldas de una colina.



# **VULNERABILIDAD DE LAS EDIFICACIONES DE BAMBÚ**



## INTRODUCCIÓN

La vulnerabilidad de una vivienda de bambú está enmarcada por las propias y especiales características del material utilizado en ella: pisos y paredes, por las cubiertas metálicas, por su estructura portante y el suelo en el cual se asienta, características todas ellas de tipo físico.

La vulnerabilidad del mencionado tipo de viviendas está aumentada por las condiciones de sus ocupantes, los mismos que acusan altos niveles de pobreza, desnutrición, bajo acceso a salud y educación, además de la ausencia de servicios conexos y otras causas.

Este documento está referido de manera exclusiva a los probables efectos que se deriven del Cambio Climático.

Por lo expuesto, podemos circunscribir algunas de las causas sociales, culturales y económicas antes citadas y otras derivadas de acciones antrópicas que se puedan presentar y afectar a las viviendas de bambú y a sus ocupantes, para particularizar de manera específica las causas y soluciones, enmarcadas en la propia vivienda física y su lugar de asentamiento, vistas al cambio climático.

En el contexto antes citado, podemos enmarcar la vulnerabilidad de las viviendas de bambú, en situaciones referidas a:

- Los fenómenos y alteraciones climáticos, de manera preferente a los fenómenos hidrometeorológicos, haciendo mención a los factores de sismos y vientos.
- Los aspectos particulares y comunes la vivienda.

## FACTORES DE RIESGO

Los factores de riesgo más incidentes y que afectan a los asentamientos de bambú de mayor densidad se hallan en la 6 provincias de la región litoral del Ecuador, las mismas que aglutinan el 97 % de la totalidad de viviendas de bambú existentes en el Ecuador, y que se mencionan a continuación.

### 1. FACTORES HIDROMETEOROLÓGICOS

Las viviendas de bambú son afectadas por el factor agua de diversas maneras:

-Crecimiento del caudal y velocidad del agua de los ríos (progresiva o violenta), ocasionada generalmente por el aumento de lluvias en regiones de mayor altura o proveniente de deshielos de nevados. Estos eventos de subida del nivel de agua que afectan a poblaciones ribereñas. Caso de Anchayacu, a orillas del Río Cayapas en la Provincia de Esmeraldas.

- Aluviones o avalanchas de tierra y agua que, en forma de repentinos ríos de lodo arrastran piedras, troncos, viviendas y animales, de manera sorpresiva. Caso de las poblaciones de Alhajuela y Cascabel y otras ubicadas en la Provincia de Manabí.
- Lluvias de alta intensidad y duración que generan inundaciones (progresivas o violentas). Caso del Cantón Rocafuerte y otros en la Provincia de Manabí.
- Deslizamiento de materiales que, por humedad excesiva se desprenden de lomas o elevaciones (también llamados, derrumbes o deslaves). Caso de carreteras de Sto. Domingo-Alóag o Molleturo - Cuenca.
- Crecimiento del nivel del mar por causas de origen sísmico, que afectan en forma de repentina a poblaciones situadas en las playas. Caso de Muisne y otras poblaciones ubicadas en el litoral del Pacífico.
- Formación de surcos como origen de cárcavas y quebradas que, favorecen el flujo de corrientes de agua que por su volumen y velocidad son generadores de desastres. Caso del recinto Resbalón y otros lugares vecinos, provincia de Manabí.

## 2. FACTORES EÓLICOS

EL Ecuador no adolece de afectaciones por causa de fenómenos eólicos, como tormentas tropicales, huracanes, tornados, ciclones, tifones de diversa magnitud y duración.

Las afectaciones de tipo eólico, existentes en nuestro país, se manifiestan en forma de:

- Vientos de mayor intensidad que la normal.
- Torbellinos o remolinos de ligera intensidad y duración, que afectan bosques, cubiertas de edificaciones y en algunos casos la vida de animales.
- Incendios forestales, que se intensifican por acción de vientos.
- Suelos afectados por sequías de duración prolongada, que disgregan la estructura del suelo convirtiéndolo en polvo y generando erosión y movilidad del suelo a causa del viento.

En el caso de las viviendas de bambú, mencionamos que los desprendimientos de cubiertas metálicas por acción del viento son más por falta de adecuada sujeción de aquellas y aún en estos casos son de reducido número.

## 3 FACTORES TECTÓNICOS

Factores de origen tectónico como sismos o terremotos han afectado el país de forma ocasional en los últimos 60 años, partir del terremoto del 5 de agosto de 1949, que destruyó la población de Pelileo y ocasionó 6000 pérdidas de vidas humanas y daños materiales en la mencionada población, en Ambato, Guano y otras localidades vecinas.

Sin embargo, la acción destructiva ocasionada por sismos y terremotos a las viviendas de bambú prácticamente han sido irrelevantes, como lo veremos más adelante.

Las edificaciones son afectadas en función de las propias características del sismo: epicentro, profundidad, intensidad, entre otras, a las cuales se suman los tipos de suelo y la propia caracterización constructiva de las edificaciones de bambú. La masa de éstas es factor determinante para minimizar los efectos del sismo.

La masa de las viviendas de bambú es mínima en comparación con las viviendas de bloques, ladrillos u hormigón armado.

La fuerza destructora de un sismo es una resultante –entre otros factores– del producto de la masa de la edificación por la aceleración del sismo es decir:

$$F_s = M_v \times A_s$$

En donde  $F_s$  = Fuerza del sismo

$M_v$  = Masa de la vivienda

$A_s$  = Aceleración de sismo

La *Aceleración* del sismo es una constante durante el sismo, por consecuencia, si la *Masa* de la vivienda es menor, la *Fuerza* destructora del sismo será menor y afectará menos a las casas de bambú (o madera).

Las afectaciones en víctimas y pérdidas de bienes por causas de sismos han sido catastróficas, como la citada en Ambato, (1949) y en Pisco (2007), lugares donde el material predominante para la construcción de viviendas era tierra en forma de tapial o adobes, lo que dio como fatal consecuencia a millares de víctimas y decenas de miles de viviendas destruidas, mientras que, los sismos de Bahía (1998), Ecuador, Manizales (1979) Armenia (1998) en Colombia, con miles de viviendas de bambú, éstas no fueron afectadas, mientras que el resto de edificaciones de concreto armado y mampostería fueron afectadas o sufrieron colapsos.

Pruebas irrefutables de que la masa de las edificaciones interviene como factor que influye en la fuerza destructora de los sismos.

Sin embargo la estructura portante debe estar bien diseñada, puesto que siendo de madera a bambú, en casos de sismos estará sujeta a esfuerzos de cargas laterales, que pueden afectar a las columnas

Los siguientes datos certifican anteriores aseveraciones:

### Pesos de muros, entrepisos y cubiertas en función de sus características constructivas

Tipos de Muros Peso Kg/m<sup>2</sup>

Muro de caña recubierto 40 a 60 con cemento por un lado

Muro de bahareque 90 a 180 recubierto con cemento por los dos lados

Muro de bloques huecos 230 a 250 de cemento

Muro de tapial o adobe 500 a 700

Peso de entrepisos Peso Kg/m<sup>2</sup>

Entrepisos de madera 70 a 90

Entrepiso de hormigón armado 400 sobre vigas de H,A

Pesos de cubiertas Peso Kg/m<sup>2</sup>

Cubierta de zinc galvanizado 20

Cubiertas de fibro cemento 30

Cubiertas de tejas de arcilla cocida 90

# PRINCIPALES CAUSAS DE LA VULNERABILIDAD DE LAS VIVIENDAS DE BAMBÚ

## 1. ANTECEDENTES ESTADÍSTICOS

En acuerdo a lo expresado en el capítulo anterior, podemos afirmar que los factores hidrometeorológicos son los causantes en mayor grado de la vulnerabilidad de las viviendas en Ecuador.

Los cuadros y figuras a continuación demuestran las afectaciones en número de víctimas humanas y de viviendas destruidas o afectadas en algunos periodos, sin embargo, no especifican al tipo de viviendas al que se refieren, pero en cambio sí determinan la principal causa de las afectaciones.

La figura siguiente (No 14 del Proyecto GEF/PNUD/MAE), muestra el porcentaje de víctimas y pérdidas de bienes ocurridas en las 4 últimas décadas, periodo en que los desastres se han incrementado tanto en frecuencia como en intensidad.

Figura 1: Inundaciones, deslizamientos y pérdidas en Ecuador 1970 - 2007



Fuente: Ramírez F. 2008  
Proyecto GEF/PNUD/MAE

El gráfico precedente muestra las pérdidas atribuidas a los fenómenos de tipo climático (inundaciones y deslizamientos) y a otros, en los cuales se cuentan los de tipo geológico, incendios forestales y tecnológicos, también llamados de origen antrópico y expone el porcentaje del equivalente al número de muertos y al número de viviendas destruidas o afectadas.

De 1970 al 2007, de los 3590 eventos que DESINVENTAR contabiliza establece que el 69% de los desastres han sido de origen hidrometeorológico y causaron 78% de víctimas humanas y al 84% de las viviendas destruidas o afectadas.

Es decir estos resultados superan con largueza al número de muertos y al de viviendas destruidas o afectadas resultantes por causa de otros desastres como incendios forestales, sismos, erupciones volcánicas, entre otros.

Por otra parte, el 55% de las víctimas humanas es causado por los deslizamientos, mientras que el 35,2% es atribuible a las inundaciones. Ambas causas tienen un común denominador: el agua.

**Figura 2: Distribución de los desastres y pérdidas en Ecuador 1970 - 2007**



El Documento País 2010, elaborado por la SNGR, identifica en la Figura 9 que los deslizamientos e inundaciones se hallan entre las cuatro amenazas prioritarias del país.

Del 2003 al 2009 (ver figura No 15) si bien el número de víctimas humanas (muertos y heridos) por causa de origen climático ha disminuido, el número de afectados, evacuados y damnificados ha aumentado debido a la incidencia de lluvias e inundaciones, que son el origen del 65.87% de los desastres.

La Figura 3, concentra el número de afectados, evacuados y damnificados por efectos climáticos en el período 2003 – 2009, el mismo que elaborado por la SNGR el año 2010, curiosamente lo cuantifica en el gráfico desde el año 2000 al 2009, a diferencia del título de la figura.

Figura 3: Afectados, evacuados y damnificados por eventos climáticos 2003 - 2009



Fuente: Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, 2010

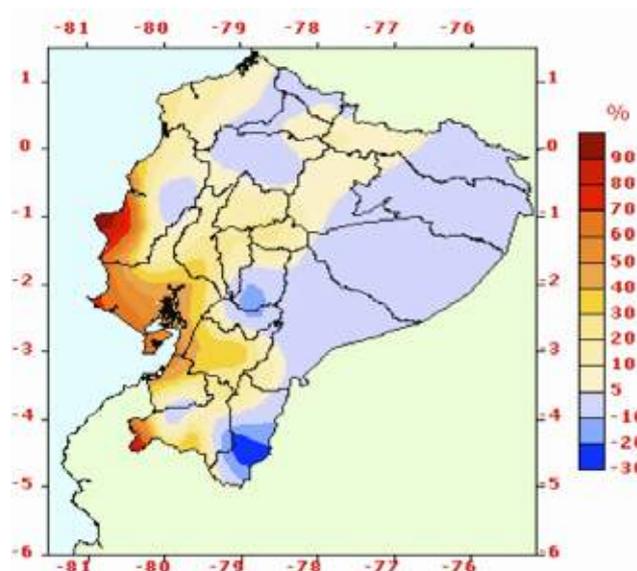
La prevención y la acción de la Defensa Civil, Bomberos y de otras instituciones como la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, han permitido que las víctimas humanas hayan disminuido.

## 2. LA LLUVIA: CAUSA DE DESLIZAMIENTOS E INUNDACIONES

El mapa siguiente, recoge en porcentaje los cambios de precipitación pluvial que en el periodo 1960-2006 se han producido en el Ecuador.

Mapa 1: Variación (%) de la precipitación anual. 1960 - 2006

Valores de cambio de precipitación serie 1960 - 2006



Fuente: INAMHI, 2007

El mapa, obra de INAMHI, recoge los porcentajes de variación de precipitación entre 1960 y 2006, y certifica que el incremento de lluvias e inundaciones está asociado con el número de pérdidas ya sea en vidas humanas o en viviendas como ya señaló, el cuadro de la Figura 1.

Las lluvias, cuya intensidad se ha incrementado en los últimos 50 años de manera progresiva es causa primera de los deslizamientos y de las inundaciones.

La destrucción de la cohesión del suelo, de manera especial en los suelos blandos, promueve la licuefacción de aquellos, cambio que contribuye a los deslizamientos o corrimiento de tierras y por tanto de los objetos asentados en ellas como son cultivos, viviendas, caminos, animales y otros.

Son las lluvias las que afectan de manera directa al suelo, desgastando la superficie de éste, destruyendo las orillas de los ríos, arrastrando cientos de miles de toneladas de suelos no protegidos y con ello, viviendas, obras de infraestructura física como carreteras, caminos y puentes.

Podríamos concluir que el 90.2 % de muertos y viviendas destruidas son por causa del agua, ya sea en forma de deslizamientos e inundaciones, motivo más que suficiente para hacer los siguientes comentarios sobre los fenómenos nombrados.

### Los deslizamientos

Los especialistas los denominan de diferente forma: corrimientos de tierras, desprendimientos, derrumbes, deslaves, aluviones, guaicos, etc. definiciones en función de sus características específicas. Sin embargo podemos sintetizar la causa común: la tierra, piedras, troncos, animales y viviendas, que se deslizan impulsados por el agua en cumplimiento de la energía que reciben de la fuerza de gravedad.

Los fenómenos de El Niño desde 1982 y los subsiguientes, han sido causantes de deslizamientos, pero también es necesario reconocer que el crecimiento demográfico impulsó la ocupación desordenada del suelo, mediante la llegada de precarias viviendas que se establecieron en sitios de riesgo, como pendientes de colinas, ante la vista de los gobiernos locales.

A los inadecuados asentamientos humanos les precedió la deforestación, el talado de bosques, el cambio de uso de suelo (ver Cuadro) con cultivos de ciclo corto al igual que el pastoreo, acciones que destruyeron la capa vegetal y forestal que antes reducían el impacto de las lluvias de alta frecuencia e intensidad.

### ESCURRIMIENTO DE AGUA DE LLUVIA EN DIFERENTES COBERTURAS VEGETALES (\*)

Covertura vegetal	Suelo erosionado TM/Ha	% Lluvia que se escurre al suelo
Bosques Naturales	0.010	0.12
Arbustos	1.0	6.5
Maíz	183	41.95
Pastos y barbechos	172	48.8

(\*) Fuente: H.H.Bennet. Suir Conservation. Mc Graw –Hill 3ra Edición USA

## Las inundaciones

Las cargas líquidas provenientes de las lluvias provocan los deslizamientos y el aumento del volumen de agua de los ríos se manifiesta de dos maneras:

- Como cargas líquidas hidrostáticas.
- Como cargas líquidas hidrodinámicas.

Las de tipo hidrostático, ejercen su carga de manera pasiva o estática y pueden ser verticales y en varios sentidos:

- Verticales de arriba hacia abajo: como las propias lluvias, cascadas, chorreras y otras, que afectan las características geológicas del suelo y provocan el colapso de la cohesión de suelos, afectando, calles, carreteras y caminos.
- Verticales de abajo hacia arriba (ascendentes), o inclinadas, se manifiestan en los fenómenos capilares que afectan las obras civiles incluyendo en ellas las viviendas ya sea de forma directa o aumentando el nivel de las capas acuíferas del subsuelo.
- Laterales, que afectan a los muros de contención, a diques, muros y cimientos de viviendas y otros tipos de edificios.

Las de tipo hidrodinámico, se caracterizan al ser producidas por líquidos en movimiento.

Son de mayor peligrosidad que las de tipo hidrostático, ya que tienen efectos sorpresivos como el crecimiento del caudal de ríos, aluviones, o simplemente el aumento de nivel del agua en superficies urbanas o rurales, crecimientos conocidos como inundaciones.

Las inundaciones son causa de la pérdida de la calidad de vida de los ciudadanos, evacuaciones, desplomes, pérdidas viviendas, bienes domésticos, animales, destrucción de carreteras, obras civiles, puentes y sobre todo de cultivos.

La erosión eólica contribuye en épocas de sequías, a la disgregación del suelo, carente de la estructura radicular de las especies vegetales, entonces desaparecidas.

Los taludes inadecuados ocasionados por obras públicas fueron, junto con la explotación no planificada de minas y canteras, acciones negativas provocadas por el hombre.

A la pérdida de vidas humanas, que de manera general son familias en pobreza y asentadas en lugares no adecuados, sean rurales o periurbanos, alrededor de medianas y grandes ciudades, se añaden otros efectos.

- La pérdida de bienes materiales.

Entre los que se destacan viviendas, comercios, equipamientos de servicio social, sistemas conexos de servicios básicos y sistemas viales como carreteras, caminos, calles, puentes y otros.

- La pérdida de sistemas de producción.

Los desfases de los sistemas productivos por la afectación de las tierras de cultivo y otras alejadas del sitio del deslizamiento que afectan al transporte de productos agrícolas, industriales y alimentos de primera necesidad.



# **LAS VIVIENDAS DE BAMBÚ EN ECUADOR**



## 1. CUANTIFICACIÓN DE VIVIENDAS DE BAMBÚ EN ECUADOR

Los Censos de Población y Vivienda, realizados en Ecuador en los años 2001 y 2010, traen consigo información referente al tipo de materiales predominantes en las viviendas y son las herramientas que han permitido calcular con certeza el número de viviendas construidas con caña y por tanto, en función del número aproximado de miembros de familia, podemos estimar el número de ecuatorianos que viven en casas de caña.

Las hipótesis de trabajo de esta consultoría evitaron la búsqueda de las viviendas de caña por sus tipologías: media agua, covachas, chalet, que por otra parte su clasificación está a juicio de quien realiza la encuesta del censo.

Para sistematizar la información examinamos los resultados parciales por regiones y por capitales de provincias e integramos los resultados bajo el patrón de “paredes de caña”, incluyendo en este, la variante “caña revestida”, existente en menor porcentaje, y que se refieren generalmente a las casas con la fachada principal recubierta de tierra o mortero de arena-cemento.

Preferimos hacer una integración de resultados en función del concepto de “casas con paredes de caña como material predominante”.

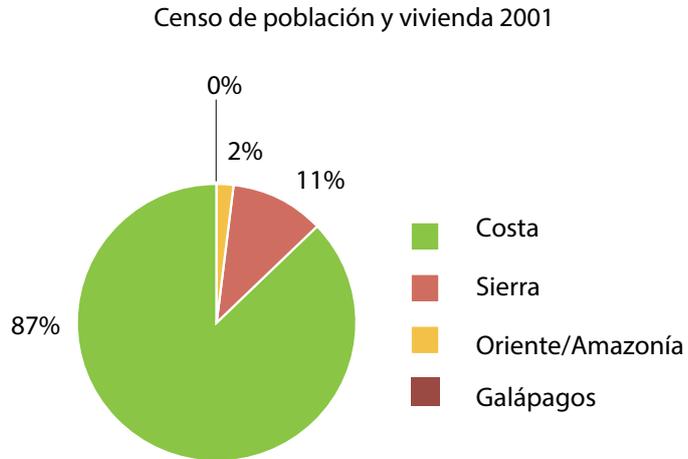
La confrontación de los resultados de los dos censos mencionados, también ha permitido conocer en qué provincias y sus capitales hay un incremento o decremento del número de casas de caña.

Los cuadros y gráficos siguientes –obra de la consultoría– permitirán, luego, emitir algunas conclusiones al respecto de los resultados y conocer la evolución del número de casas de caña existentes en el Ecuador.

**Cuadro No 1: Resultados del Censo de Población y Vivienda del año 2001 referido al No. de viviendas de bambú por regiones del país**

2001	Censo de población y vivienda	
	Regiones	No. Viviendas de caña
Costa	221239	87,05%
Sierra	28587	11,25%
Oriente/Amazonía	4262	1,68%
Galápagos	64	0,03%
<b>Total</b>	<b>254152</b>	<b>100,00%</b>

**Gráfico 1. Indica el % de viviendas de bambú por regiones del país de acuerdo al Censo de Población y Vivienda del 2001**



**Cuadro 2. Resultados del Censo de Población y Vivienda del año 2010 referido al No. de viviendas de bambú por regiones del país**

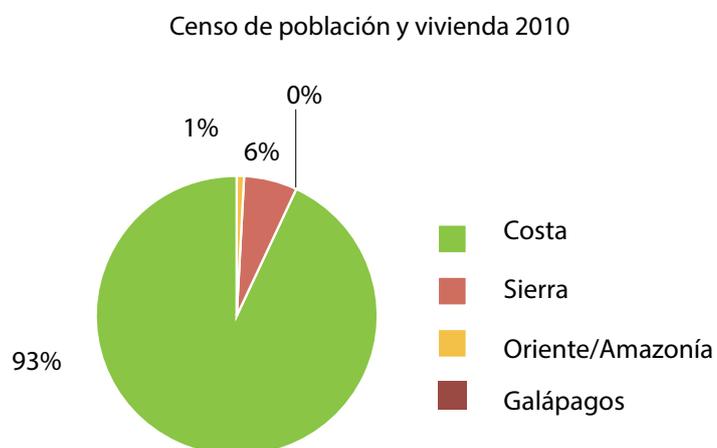
2010	Censo de población y vivienda	
Regiones	No. Viviendas de caña	%
Costa*	306883	93,16%
Sierra**	18311	5,56%
Oriente/Amazonía	4200	1,27%
Galápagos	22	0,01%
<b>Total</b>	<b>329416</b>	<b>100,00%</b>

Incluye las provincias de:

\*Santa Elena

\*\* Santo Domingo de los Tsáchilas

**Gráfico 2. Indica el % de viviendas de bambú por regiones del país de acuerdo al Censo de Población y Vivienda del 2010**



Los cuadros y gráficos anteriores muestran los resultados en número de casas de caña existentes en cada una de las regiones del país, según los censos del 2001 y del 2010.

El total de casas de caña en todo el país alcanzó en el 2001 a 254 152 unidades mientras que en el 2010 sumó a 329 416 unidades es decir se presentó un incremento de 75 264 viviendas.

La región costa, en el periodo ínter censal, aumentó radicalmente el numero de viviendas de caña y de 221 239 unidades en el 2001, alcanzó en el 2010 un total de 306 883 unidades es decir aumentó del 87.04% al 93,16 % con respecto a la cantidad de casas de caña en todo el país.

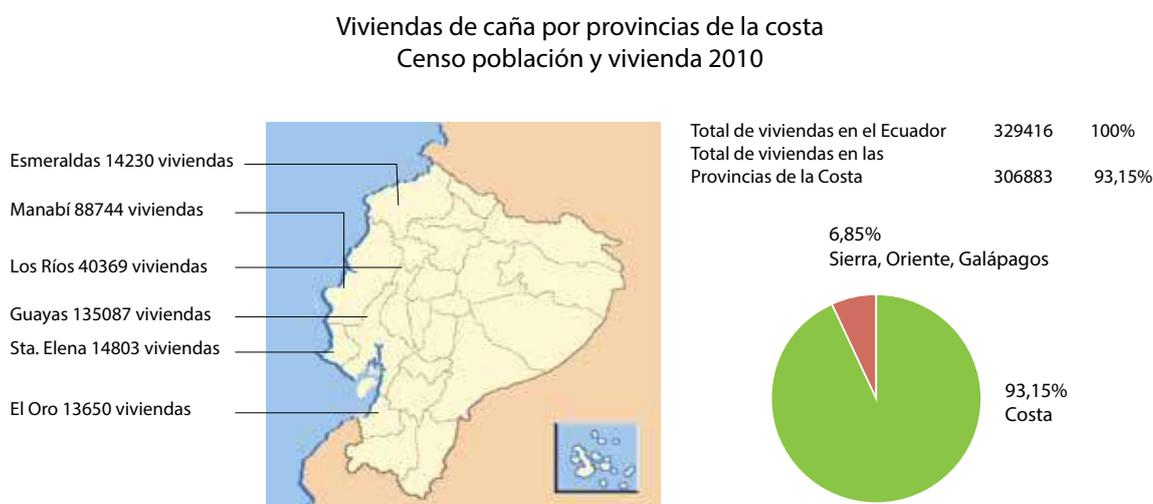
Aunque el número de viviendas de caña en el resto de regiones es casi irrelevante, cabe mencionar de que las 28 587 unidades registradas en la región Sierra en el 200 se redujeron a 18 311 en el 2010.

**Cuadro 3. Viviendas de bambú en Guayaquil y Portoviejo, capitales de las Provincias de Guayas y Manabí, respectivamente.**

Capitales de Provincias	Capitales de provincias 2001	Capitales de provincias 2010	Aumentos y Disminuciones
Guayaquil	No. de viviendas	No. de viviendas	Aumentó de 20466 viviendas - el 20,4%
	40055	60521	
	39,80%	60,20%	
Portoviejo	No. de viviendas	No. de viviendas	disminuyó 1574 viviendas - el 5.2%
	15792	14218	
	52,60%	47,40%	

El cuadro 3 muestra que en algunas capitales de provincia, caso Guayaquil y Portoviejo, mientras en la primera aumenta el No de viviendas de caña, en la segunda disminuye.

**Gráfico 4. Mapa del Ecuador, donde se indica el número de casas de bambú existentes al 2010 en las 6 provincias de la región Litoral.**



## 2. CONCLUSIONES

Al observar los cuadros elaborados por la consultoría, tanto por clasificación de regiones integradas por provincias y luego por las capitales de provincia con mayor cantidad de viviendas de caña, cabe expresar las siguientes conclusiones.

- Sobre el porcentaje de viviendas de caña en los censos del 2001 y 2010:

*En las provincias de la costa, el porcentaje de viviendas de caña, augmentó de 87.04% a 93.16%*

*En las provincias de la sierra, el porcentaje de viviendas de caña, disminuyó de 11.25 % a 5.6 %*

- Sobre el número de casas de caña en Guayaquil y Portoviejo, ciudades que en los dos censos certifican el mayor número de casas de caña:

*Guayaquil acusa incremento % del número de casas de caña, de 39.8% al 60.2 % es decir 20.4 %.*

*Portoviejo, en cambio denota una disminución porcentual del número de casas de caña, del 52.6 % al 43.4 % lo que indica que ahora hay un % menor del 9,2 %.*

- Sobre la ciudad tiene la mayor cantidad de casas de caña:

*Es Guayaquil, con 60521 casas de caña, lo que permite estimar la cantidad de 302 605 personas que viven no solo en situación de pobreza, sino de riesgo.*

- Sobre la provincia con mayor cantidad de viviendas de caña:

*La Provincia de Manabí que en el censo del 2001 acusaba 93 550 de viviendas de caña, al censo del 2010 ha disminuido a 88 744 unidades, mientras que, la Provincia del Guayas que en 2001 cuantificaba 87 945 unidades ahora contabiliza 135 087 viviendas es decir se ha incrementado notablemente las viviendas de caña en la Provincia del Guayas.*

- Referente al número total de casas de caña existentes en todas las provincias del Ecuador:

*En el país hubo a la fecha del último censo 329 416 viviendas de caña, lo que representa a 1 647 080 de ecuatorianos, sin embargo a la fecha, a cerca de dos años de realizado el censo y mediante una extrapolación matemática en función de las tasas de crecimiento poblacional y los datos del censo, podemos asumir por estadística que, a la fecha de esta consultoría existen alrededor de 378 828 unidades de vivienda, de caña es decir 1 894 140 de personas habitan en casas de caña, que viven en su mayoría, en situación de alto riesgo, por las amenazas vigentes y vulnerabilidad presente.*



# FACTORES DE VULNERABILIDAD EN LAS VIVIENDAS DE BAMBÚ



## 1. INTRODUCCIÓN

Los factores de vulnerabilidad de las viviendas de bambú, que ponen en alto riesgo su estabilidad física y la vida de sus ocupantes está referida a los componentes constructivos de la vivienda.

Toda vivienda tiene entre sus principales componentes:

- Cubierta
- Paredes
- Pisos
- Estructura portante (cimientos, columnas, vigas estructura de la cubierta)
- Suelo

Se incluye al suelo, ya que de sus características, depende en gran parte, no solo la estabilidad de la vivienda, sino la calidad de vida de sus ocupantes.

La vulnerabilidad se puede presentar en uno de los componentes citados, en varios de ellos o a su totalidad.

### Vulnerabilidad por componentes constructivos de la vivienda

**A1.** La vulnerabilidad se evidencia en función de los componentes constructivos y se manifiesta en uno, en varios o en todos los componentes que se expresan a continuación:

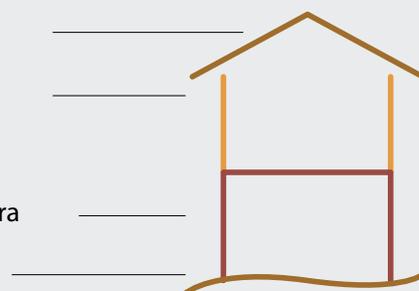
**A2.** V de la Cubierta

**A3** V de las Paredes

**A.4** V de los Pisos

**A.5** V. de la Estructura

**A.6** V del Suelo



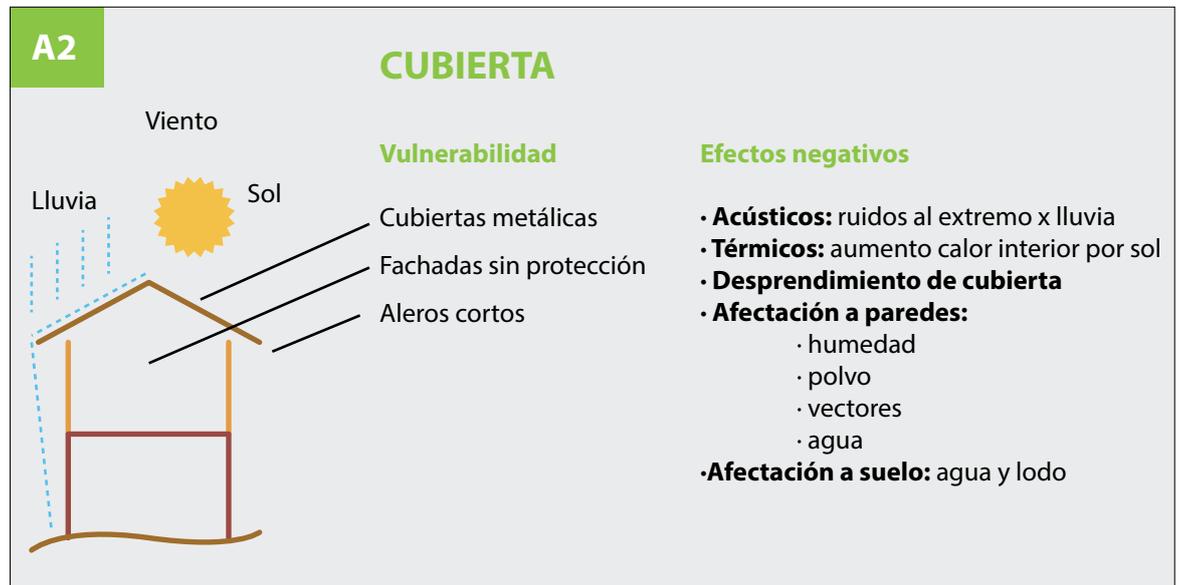
Cada uno de los componentes es analizado desde el punto de vista de su vulnerabilidad, citando los factores que la ocasionan así como las consecuencias o efectos negativos.

Posterior al análisis de la vulnerabilidad se plantean soluciones para cada uno de los elementos del componente en análisis, mencionando los efectos positivos que tendrían, tanto para la estabilidad y durabilidad de la vivienda, como para el mejoramiento de calidad de vida de los usuarios.

## 2. VULNERABILIDAD DE LA CUBIERTA

En la vulnerabilidad de una vivienda de bambú, influyen tres factores exógenos: sol, lluvia y viento, mientras que, el componente constructivo cubierta y sus características están llamados a responder con eficiencia a los impactos de los tres meteoros, antes mencionados.

El cambio climático que para la región se anuncia para los próximos años, se orienta a pronósticos con mayor cantidad de radiación solar y la presencia de lluvias de alta intensidad, duración y frecuencia, factores que demandan a que las características de las cubiertas de las viviendas de bambú disminuyan su vulnerabilidad para enfrentar los riesgos que se avecinan.



Disminuyendo la vulnerabilidad de la cubierta, se bajarán en gran medida los impactos y riesgos del Cambio Climático.

Las características de una cubierta que se consideran como básicas son las siguientes:

- Material, forma, inclinación, sujeción, aleros, colectores y bajantes.
- Se examina cada componente y se analizan su(s) vulnerabilidades.

## El material de las cubiertas

El material de la cubierta de las casas de bambú, en zonas urbanas y rurales es 98% de láminas metálicas llamadas zinc o chapas de zinc y al que se atribuye la condición de ser galvanizado.

El costo reducido, la facilidad de su transportación e instalación y su bajo peso, han hecho del zinc el material preferido para ser usado como cubierta en las casas de bambú.

El zinc y otros productos similares, propiamente son aleaciones formadas por zinc, acero y carbono, que se expende bajo diversas denominaciones comerciales, pero por su densidad  $7.15-7.85 \text{ g/cm}^3$  y su alta conductividad térmica  $\lambda=106-140 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$  es un excelente conductor de calor, cuyos efectos al interior de las viviendas afectan al confort y salud de quienes la habitan.

La radiación solar, con sus componentes (luz visible, rayos UV e infrarrojos) es retenida por la cubierta como energía interna o radiación absorbida, la misma que es emitida o transmitida –en este caso– al interior de la vivienda.

De acuerdo a los resultados del Censo de Población y Vivienda del 2010, existen en el país 4 854 054 viviendas, de las cuales el 44.67 % tiene como material de cubiertas zinc –es decir, 2 168 306 viviendas–: al poseer este tipo de cubiertas sufren los estragos del calor que por radiación es transmitida a todos y cada uno de sus habitantes.

Cuando la cubierta de zinc es nueva y brillante, tiene la propiedad de reflejar la luz solar incluyendo la longitudes de ondas: visibles o las invisibles como las infrarrojas y ultravioletas, capacidad que paulatinamente se pierde por el polvo depositado en la cubierta o por la oxidación de aquella.

De igual manera este tipo de cubiertas es gran conductor de sonido, que en caso de lluvias no solo por la caída continua de agua lluvia sino por la resonancia del espacio vacío –que constituye el interior de la vivienda– en similitud a un tambor o instrumento de percusión.

Por tanto las cubiertas metálicas son un contaminante acústico, de alta conductividad térmica y que atenta contra la salud y el confort de los que habitan en dichas viviendas.

## CAUSAS Y EFECTOS GENERADOS POR LA VULNERABILIDAD DE LAS CUBIERTAS

**CAUSA 1:** Material de la cubierta (zinc)

**1.1 EFECTO PRINCIPAL:** Alta conductividad térmica (mayor incidencia de la radiación infrarroja y rayos UV).

**1.2 EFECTOS DERIVADOS:**

- Incremento de temperatura al interior de las viviendas.
- Pérdida de confort al interior.
- Demanda de equipos electro-mecánicos: ventiladores, AA.
- Aumento de consumo eléctrico y pago en facturas.
- Costos por compra y mantenimiento de equipos.
- Afectaciones a la salud por choques térmicos
- Stress en actividades cotidianas

## **CAUSA 2:** Material de la Cubierta (Zinc)

**2.1 EFECTO PRINCIPAL:** Buen conductor acústico (Trasmisor de ruido ante lluvias intensas)

### **2.2 EFECTOS DERIVADOS:**

- Impide conciliación del sueño.
- Molestia a la conversación o escucha de radio o TV.
- Afectan a menores por ruido, vibraciones de la cubierta por causa de lluvia o truenos.

## **CAUSA 3:** Cubiertas con aleros cortos:

De manera general es costumbre de que las cubiertas sean construidas a dos aguas o a dos pendientes y con aleros de apenas 50cm, los mismos que no protegen a la vivienda del sol y de la lluvia.

**3.1. EFECTO PRINCIPAL:** afectación por lluvia a paredes, puertas y ventanas

### **3.2 . EFECTOS DERIVADOS:**

- Ingreso de agua lluvia a la vivienda por impacto directo o vientos.
- Deterioro de paredes de bambú por efecto de las lluvias.
- Afectación en las paredes por acción del sol.
- Incidencia de humedad al interior, provoca enfermedades.

## **CAUSA 4:** Cubiertas sin colectores y bajantes

A las cubiertas carecen de colectores de aguas lluvias, motivo por el cual el agua cae por todo el ancho de la cubierta y al carecer de bajantes afectan con fuerza el suelo

**4.1. EFECTO PRINCIPAL:** afectación al suelo circundante de la vivienda

### **4.2. EFECTOS DERIVADOS:**

- Deterioro de paredes por incidencia del agua y viento.
- Salpicaduras afectan a la planta baja de la vivienda.
- Suelo se convierte en fango y afecta el acceso a la vivienda.
- Si el suelo esta en pendiente, el agua afecta a los vecinos.
- Formación de charcos y humedad, proclives a la presencia de vectores.

## **CAUSA 5:** Cubiertas sin sujeción.

**5.1. EFECTO PRINCIPAL:** desprendimiento de la cubierta.

Las cubiertas son aseguradas mediante clavos no apropiados, sin los traslapes recomendados, a veces colocan piedras o pesos de diversa índole para evitar su desprendimiento. Los vientos producen el levantamiento y el desprendimiento de las planchas de zinc.

### **5.2 . EFECTOS DERIVADOS:**

- Desprendimiento de cubierta por acción del viento
- Accidentes por impactos o cortaduras
- Pérdida de bienes por afectación de lluvias
- Pérdida temporal del sitio de estar y dormir.

**CAUSA 6:** Cubiertas protección solo en dos fachadas

**6.1 EFECTO PRINCIPAL: Afectación de 2 fachadas sin protección**

Las viviendas de bambú, con muy pocas excepciones, tienen sus cubiertas a dos aguas o pendientes, hecho que deja las otras dos fachadas desprovistas de protección ante sol y las lluvias.

**6.2 EFECTOS DERIVADOS:**

- Fachadas restantes son afectadas por la lluvia y el sol
- Deterioro del material de paredes

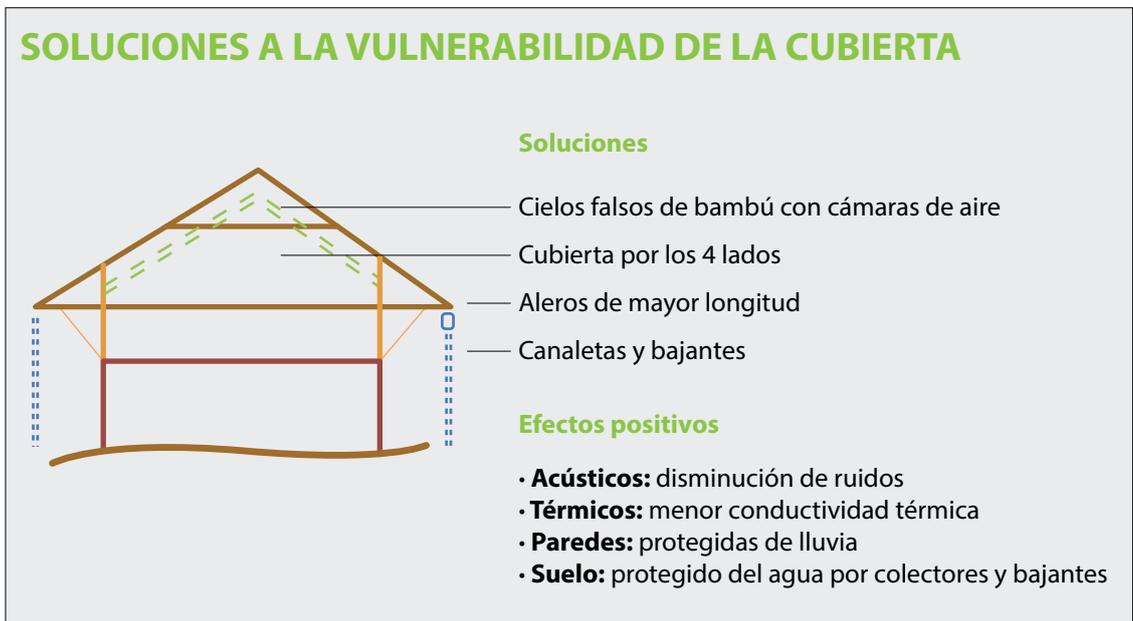
**SOLUCIONES PARA REDUCIR VULNERABILIDAD DE LAS CUBIERTAS**

Las soluciones que se puedan aplicar en las cubiertas metálicas para disminuir su vulnerabilidad y la afectación a las personas y a la vivienda en sí son las siguientes:

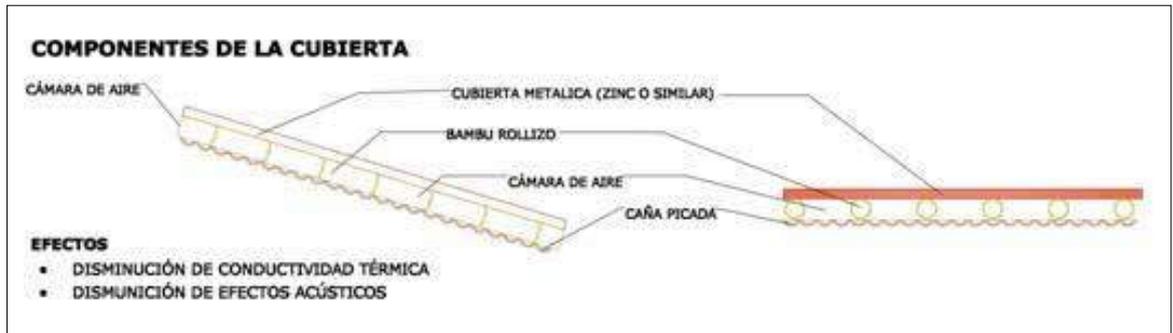
**SOLUCIÓN 1. DISMINUCIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD TERMICA.**

Asegurar a las correas o estructura de soporte de la cubierta, cielos rasos (o tumbados), formados por capa de caña picada, esterilla o chancada, de tal manera que, entre la cubierta y la caña picada, se forme un espacio de 5 a 10 cm de ancho, denominado, colchón o cámara de aire.

**SOLUCIONES**



Se detallan los componentes de la cubierta respecto al cielo raso y a las cámaras de aire.



El espacio antes mencionado, por ser de aire y al tener éste mínima densidad es excelente aislante térmico, que evita el paso del calor producto de la incidencia solar

### **SOLUCIÓN 2. DISMINUCIÓN DEL RUIDO DE LA LLUVIA (afectaciones acústicas)**

En presencia de fuertes e intensas lluvias y para evitar el ruido producido por aquellas, sobre techos metálicos, la solución expuesta en S.1 solucionará y amortiguará el sonido de la lluvia.

### **SOLUCIÓN 3. VENTAJAS DE USAR CUBIERTAS CON ALEROS PROLONGADOS POR SUS CUATRO LADOS**

Es necesario que los aleros se construyan con aleros de no menos 1m a 1.2 m de longitud.

La prolongación de los aleros impedirá que el agua que cae desde la cubierta afecte a las paredes, además serán generadores de sombra para proteger la vivienda de la incidencia solar.

### **SOLUCIÓN 4. VENTAJAS DE USAR CANALETAS Y BAJANTES DE AGUAS LLUVIAS**

El uso de canaletas o colectores de agua lluvia ubicados en los bordes inferiores de las cubiertas y la colocación de bajantes de agua lluvia, permitirá contrarrestar los efectos negativos antes mencionados en S.3

### **SOLUCION 5. SUJECIÓN ADECUADA DE LAS CUBIERTAS.**

Para evitar el desprendimiento total o parcial de las cubiertas de zinc es necesario realizar tres acciones:

Asegurar entre sí las planchas de zinc, mediante amarres de alambres, que aseguren los cuatro lados de cada plancha a las planchas vecinas.

Asegurar con ganchos o clavos de zinc cada una de las planchas a las tiras de madera o correas que forman parte de la estructura portante de la cubierta.

Asegurar los extremos de la cubierta a la estructura portante de la vivienda, mediante varillas de acero. Este aseguramiento se puede repetir cuando bajo la cubierta se encuentre algún o algunos elementos estructurales como vigas o columnas.

**OBSERVACIONES:** Si se colocan cielos rasos de caña picada es necesario que, entre la cubierta y la caña picada, no queden espacios o agujeros hacia el interior, ya que por los mismos pueden entrar murciélagos.

Otro sistema para evitar el ingreso de murciélagos es colocar en los agujeros o aberturas, líneas de alambre de púas o a su falta, ramas de limón o naranja

## SOLUCIÓN 6. INCLINACIÓN DE CUBIERTAS Y ORIENTACIÓN

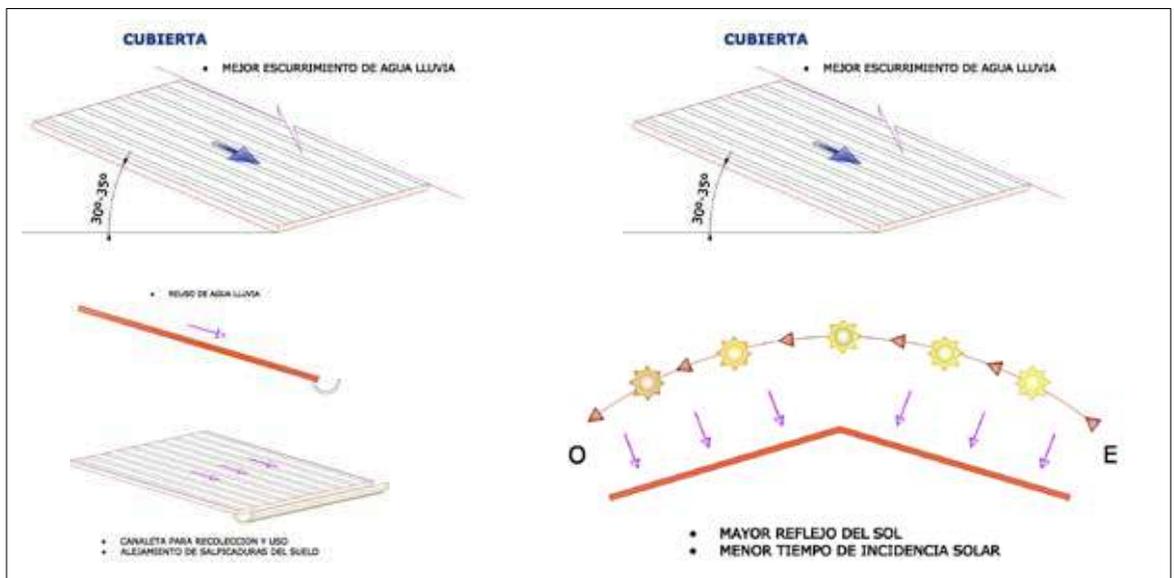
Una cubierta de zinc debe mantener una inclinación entre 30 y 35 grados.

La disminución del rango antes citado, incidirá en que la fuerza de caída de la lluvia sobre la cubierta, sea con mayor fuerza al igual que mayor ruido y un desalojo menos rápido de la lluvia.

El aumento de rango citado, llevara consigo un desalojo más rápido del agua y por tanto su caída al suelo, será con mayor velocidad y fuerza ocasionando grietas y encharcamientos en el suelo.

En todo caso es conveniente que al ángulo de la cubierta se acompañe la colocación del canal recolector de agua y las bajantes respectivas.

La selección del tipo de chapa o de zinc deberá ser por aquellas que tengan acanaladuras u ondulaciones de mayor concavidad.

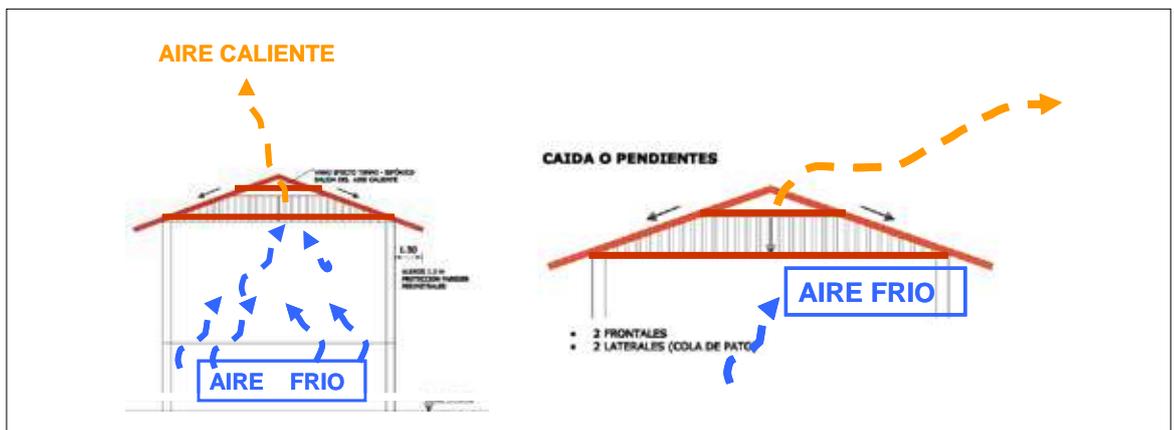


Las cubiertas de mayor superficie deben orientarse de Este a Oeste para menor tiempo de insolación.

Mantener la cubierta limpia de polvo, brillante o pintada de blanco, permitirá mayor reflejo del sol y evitará su concentración

## SOLUCUCIÓN 7. PRINCIPIOS FÍSICOS PARA MEJORAMIENTO DEL CLIMA INTERIOR

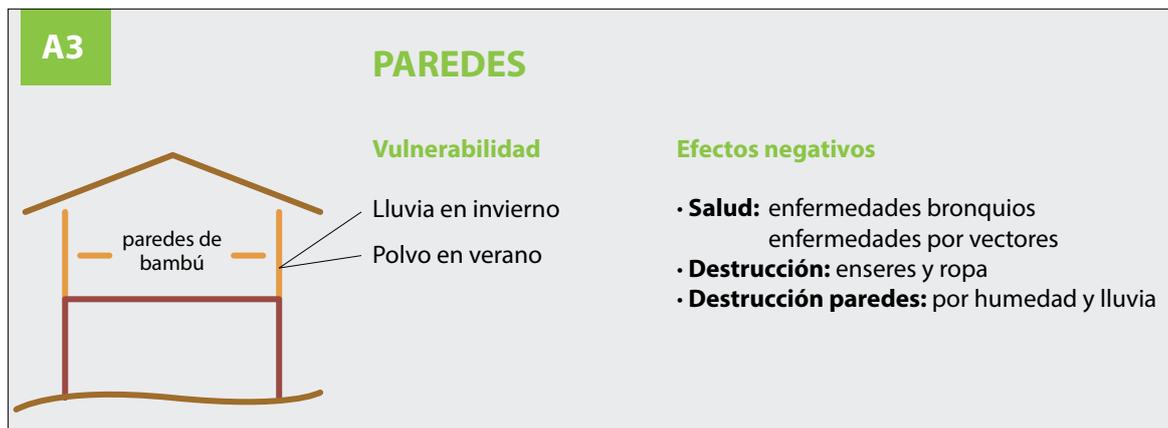
Principios de diseño solar pasivo con fácil aplicación del efecto termo sifón, permitirá el desalojo del aire caliente y el ingreso de aire frío, generará de forma permanente brisas al interior de la vivienda.



### 3. VULNERABILIDAD DE LAS PAREDES

Las paredes de bambú y de manera específica, las perimetrales o exteriores son las que más se afectan por la lluvia y humedad que se generan en épocas de invierno y por el polvo en épocas de verano o sequía.

#### VULNERABILIDAD



**CAUSA 1:** Lluvia y humedad.

**1.1 EFECTO PRINCIPAL:** Al no existir protección por diseño (ej aleros prolongados), las paredes de bambú son los primeros componentes de la vivienda que presentan deterioro: cambios de color y presencia de hongos.

#### 1.2 EFECTOS DERIVADOS:

- deterioro a corto plazo.
- ingreso de agua lluvia al interior.
- acción del viento para impulsar el agua lluvia a las paredes.
- colapso de la pared y por tanto de recursos invertidos.
- deterioro de enseres de la vivienda.
- afectaciones de salud por ingreso de vectores.
- la humedad facilita el desarrollo y presencia de insectos.
- ausencia de confort y bienestar en la familia.

**CAUSA 2:** polvo en verano y sequías.

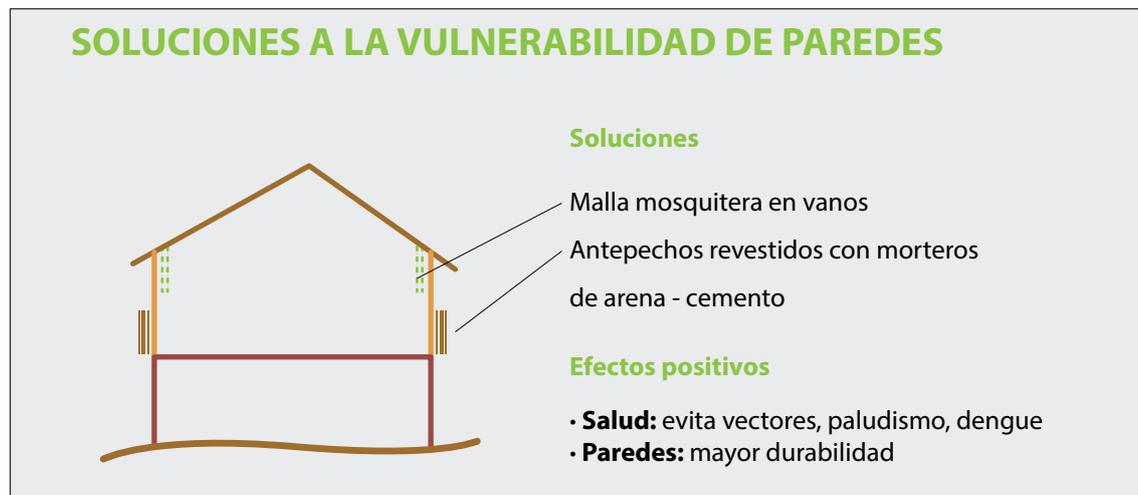
Al concluir la época de lluvias, el verano y la sequía, generan polvo que ingresa a la vivienda y junto con éste vectores propios de la estación.

**2.1 EFECTO PRINCIPAL:** afectaciones a la salud.

#### 2.2 EFECTOS DERIVADOS:

- polvo y viento que entra por aberturas del bambú.
- proliferación e ingreso de vectores.
- ausencia de confort y bienestar en la familia.
- presencia de enfermedades estacionales.
- gastos en medicinas y atención a enfermos.

## SOLUCIONES



La protección de paredes para evitar el deterioro de las paredes y evitar el ingreso de agua lluvia, polvo o vectores puede estar en las siguientes soluciones, las mismas que el autor las ha replicado varias veces.

### SOLUCIÓN 1. PROTECCIÓN DE PAREDES ANTE EL IMPACTO DE LLUVIA

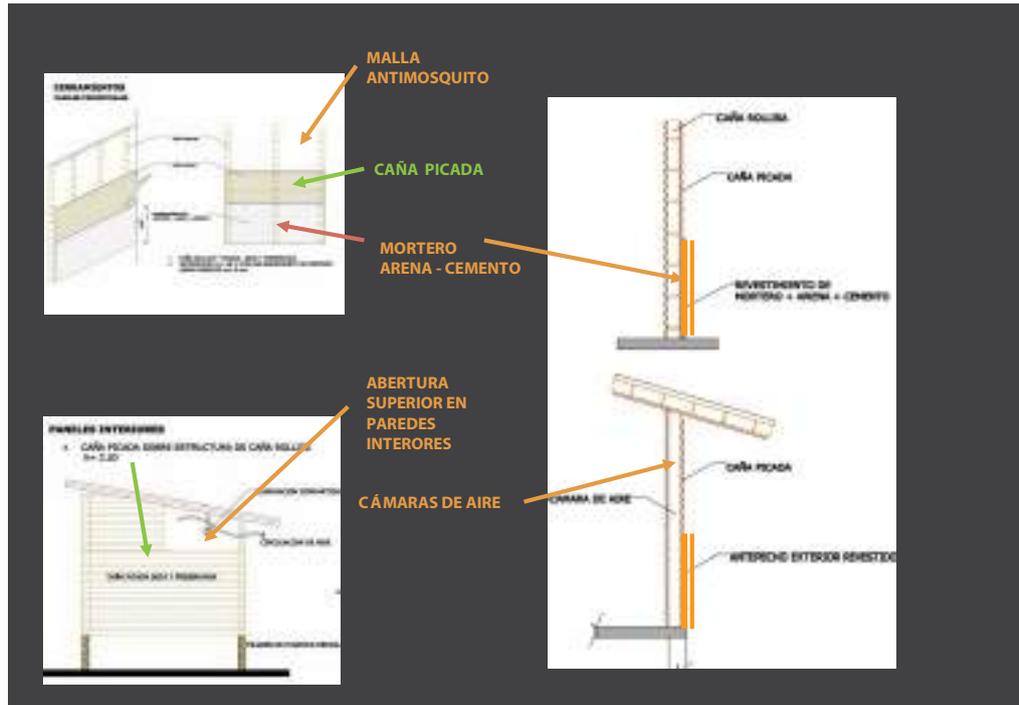
Las partes más vulnerables de las paredes, ante la incidencia de la lluvia son las áreas más bajas de la pared es decir desde el nivel del piso hasta 1.2m. de altura.

En las áreas antes mencionadas y en todo el perímetro exterior de la pared, se debe revestir con un mortero de arena - cemento de 1cm de espesor, el mismo que será aplicado sobre una malla de gallinero, previamente sujeta a la pared de caña mediante amarres con alambre.

### SOLUCIÓN 2. PROTECCIÓN DE PAREDES ANTE PRESENCIA DE VECTORES

El resto de las paredes perimetrales, desde la altura de 1.2 m y hasta la cubierta, deberán ser recubiertas por su parte interior con malla antimosquitos.

En las ventanas se colocan, marcos móviles de madera o bambú también protegidos por mallas antimosquitos



Las paredes o tabiques interiores tienen una abertura superior con dos objetivos: usar la iluminación eléctrica para dos habitaciones y permitir la circulación del aire.

Las paredes con cámaras de aire, evitan la transferencia térmica producida por la incidencia solar.

## 4. VULNERABILIDAD DE LOS PISOS

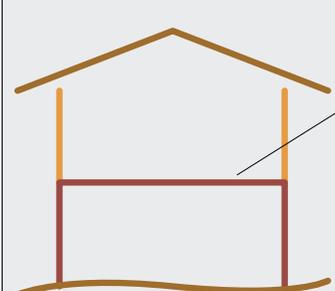
### CAUSAS Y EFECTOS QUE GENERAN LA VULNERABILIDAD DE LOS PISOS.

Los pisos de las viviendas de bambú, generalmente son de tablas de maderas suaves o blandas (madera blanca o también llamada de encofrados) en vista de la imposibilidad de usar maderas duras por su alto costo y cuya extinción es evidente.

### VULNERABILIDAD

A4

## PISOS



Vulnerabilidad

Maderas suaves o de aglomerados

Efectos negativos

- **Menor durabilidad**
  - Afectación por humedad
  - Fallas por flexión
  - Deterioro por desgaste
  - Mayor costo de reposición

Es de anotar que lo expresado se refiere de manera exclusiva al piso y a su estructura secundaria e inmediata, conformada por elementos llamados “viguetas” o “cuerdas” y donde se apoya propiamente el piso.

Las mismas viguetas o cuerdas se apoyan a su vez “vigas”, elementos que serán analizados al comentar la estructura portante de la vivienda.

En otros casos y debido a la escasez de madera, se utiliza como pisos a tableros de “aglomerados” (formados por partículas o aserrín de madera aglutinada mediante adhesivos y presión)

### **CAUSA 1 :** Material de piso (tablas de madera blanca o suave)

#### **1.1 EFECTO PRINCIPAL:** Fallas a flexión

#### **1.2 EFECTOS DERIVADOS:**

- Deterioro de las tablas, por su baja resistencia
- Afectación por humedad que acarrea a su destrucción
- Peligro de rotura ante el peso de los ocupantes de la vivienda
- Durabilidad reducida por desgaste por uso y humedad

### **CAUSA 2:** Material de piso (aglomerados de partículas)

#### **2.1 EFECTO PRINCIPAL:** Fallas a flexión y pandeos horizontales

#### **2.2 EFECTOS DERIVADOS:**

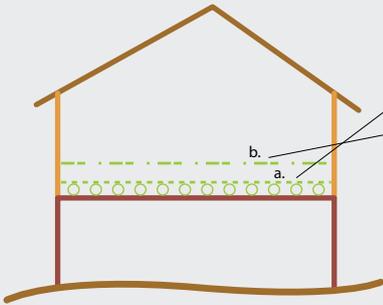
- Deterioro del material, por su baja resistencia
- Afectación por agua y humedad
- Dificultad y costo por traslado al sitio donde se construye
- Producto industrializado de elevando costo

### **SOLUCIONES PARA REDUCIR FACTORES QUE GENERAN VULNERABILIDAD EN LOS PISOS**

Los pisos y su estructura, tienen pocas alternativas de bajo costo, debido a que el material principal usado era la madera, la misma que hoy es de alto costo y además escasa.

Se presentan dos alternativas para pisos y su estructura.

### **SOLUCIONES A LA VULNERABILIDAD DE LOS PISOS**



**Soluciones**

- a. Caña picada sobre bambúes enteros y sobre piso de cemento sobre malla metálica
- b. Nueva tecnología: ECOMATERIALES, tableros PLAS BAM o ECU BAM

**Efectos positivos**

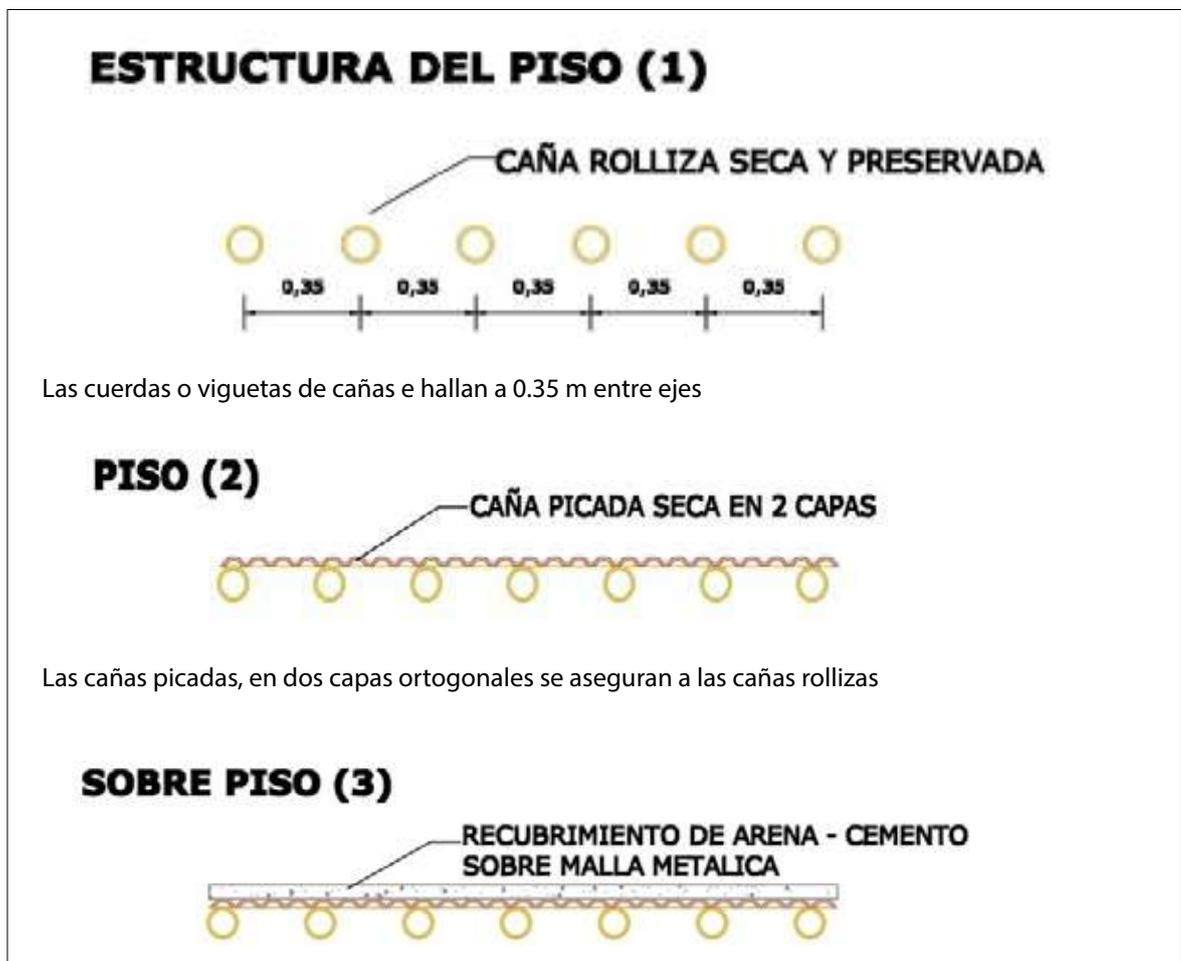
- Mayor durabilidad
- Menor afectación por humedad
- No fallan por flexión
- Menor desgaste por uso

## SOLUCIONES

### SOLUCIÓN 1. PISO CON ESTRUCTURA DE GUADÚA (Alternativa a)

Esta alternativa está compuesta por los siguientes componentes:

- Cañas rollizas que hacen las funciones de estructura como cuerdas o viguetas de soporte del piso (fig 1)
- Caña picada en dos capas, asegurada a las viguetas de caña rolliza y que hace funciones de piso (fig 2) En sustitución de la caña picada se puede hacer una estera con la misma caña picada.
- Recubrimiento de mortero de arena-cemento sobre malla metálica y que hace la función de sobre piso. (fig. 3)



El sobre piso consiste en un mortero de arena.- cemento colocado sobre malla metálica.

Las cañas rollizas y la caña picada deben estar secas y preservadas.

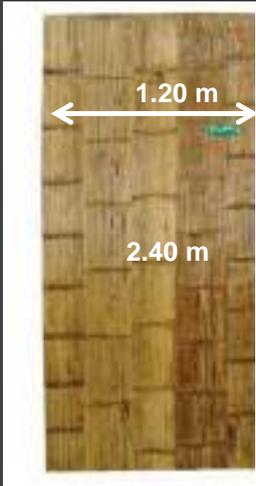
El espesor del mortero de arena – cemento, no debe sobrepasar los 2.5 cm.

## SOLUCIÓN 2 PISO DE CAÑA CON ECOMATERIALES: PLAS BAM y ECU BAM (Alternativa b)

**Alternativa b: TABLEROS ESTRUCTURALES COMO PISOS**

TABLEROS ECU BAM y PLAS BAM ECOMATERIALES (CSG)

Válidos para pisos, paredes, puertas, muebles, elementos estructurales

<b>ECU BAM</b>	<b>PLAS BAM</b>	
		
		<b>5 PERSONAS</b>
		
		<b>10 PERSONAS</b>
		Tableros ECU BAM y PLAS BAM 1.22m x 2.44 m Distancia entre apoyos 1m

La alternativa b se refiere al empleo de tableros semi industrializado de guadúa, hoy en proceso de patentes como Eco materiales. Proyecto de Investigación: Universidad Católica de Guayaquil y SENESCYT

Los tableros, cuyas dimensiones son: 1.22 x 2.44 m y 2.5 a 3.5 cm de espesor está conformado por tres capas de caña picada, pegadas entre si y sometidas a presión. Son tableros estructurales de alta resistencia, que se puede usar para pisos, paredes, puertas y muebles en general.

Vigas, viguetas o cuerdas de apoyo para el piso (tableros) pueden ser realizadas con los mismos tableros, cortados longitudinalmente, encolados y sometidos a presión. Pueden tener de 15 a 20 cm de peralte y tener un espesor de 3.5 a 6 cm y asta 10m de longitud.

## 5. VULNERABILIDAD DE LA ESTRUCTURA PORTANTE

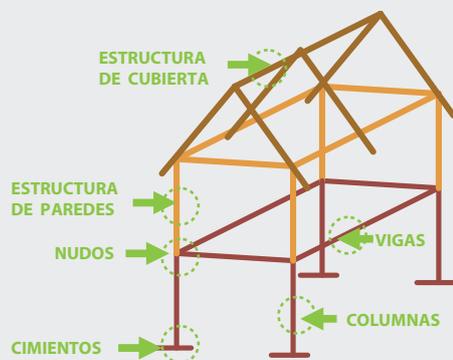
La estructura portante de una edificación está caracterizada por la presencia de los siguientes componentes:

- Cimientos
- Pilares o columnas
- Vigas y
- Nudos

## VULNERABILIDAD

A5

### ESTRUCTURA PORTANTE



#### Vulnerabilidad

- Pilares carecen de cimientos
- Pilares o puntales son afectados por la humedad
- Los nudos entre pilares y vigas no son estables
- Entre vigas y columnas hay un equilibrio hipostático
- La estabilidad de las paredes fallan por falta de conexión mecánica entre sí, con los pisos y con otros elementos estructurales

La estructura de la cubierta hecha de caña o madera debe ser arriostrada a las paredes y a otros componentes estructurales y toda ella a la cubierta para evitar su afectación por influencia de vientos.

#### CAUSA 1. Los cimientos y los pilares

Los cimientos de una casa de bambú, prácticamente no existen, ya que por costumbre, solo clavan o entierran los extremos inferiores de sus pilares –de madera– situación que trae alta vulnerabilidad de aquellos.

En ocasiones, colocan piedras sobre las cuales se ubican los pilares, para luego llenar los agujeros abiertos con tierra y piedras, apisonando el conjunto.

Siendo materiales orgánicos de reducida densidad son afectados por la humedad, se disminuye su sección y por tanto se reduce su resistencia.

La pudrición y fractura de los extremos enterrados provoca a menudo colapsos o asentamientos diferenciales.

Los cimientos tienen la función de anclar la edificación al suelo y de ser los últimos receptores de las cargas muertas, vivas o circunstanciales, además de soportar y distribuir adecuadamente las demandas de esfuerzos que genera la edificación y la propia estructura.

Carecer de cimientos es una alta vulnerabilidad de toda la estructura.

#### CAUSA 2. Pilares y vigas

La vulnerabilidad de los pilares fue comentada líneas arriba, sin embargo cabe examinar la relación de pilares con las vigas, que en conjunto forman la estructura portante principal de pisos, paredes estructura de cubierta y cubierta.

Pilares y vigas son dos componentes estructurales que trabajan en conjunto mediante una relación de uniones o nudos.

La tradición costeña en el uso de la madera, proveniente de la carpintería naval de los siglos XVI en adelante, se utilizó para resolver los nudos y uniones que demanda una construcción de casas denominada “carpintería de lo blanco”.

Las uniones mediante cortes a rayos de Júpiter, el uso de cuñas, los ensambles colas de milano de diferentes clases y otras, permitieron levantar edificaciones mediante el empleo de maderas incorruptibles como el mangle, guayacán entre otras, que siendo de alta densidad, resistían la humedad.

Hoy han dejado de usarse por su extinción y solo quedan algunas edificaciones en Guayaquil, Portoviejo, Manta etc. que datan de los años 40 y se encuentran en perfecto estado.

Las uniones a tope o a media madera son las más usadas en la actualidad y en donde clavos o varillas de acero permiten unir vigas con columnas, sin garantizar una permanente unión, la misma que fallará cuando las columnas fallen por hundimiento o fractura.

Otra característica negativa es la presencia de una relación de equilibrio hipostático entre pilares y vigas, por ausencia de elementos que regulen su estabilidad y así eviten su deformación ante esfuerzos laterales, cargas verticales, o por hundimiento o fractura de los pilares.

### **CAUSA 3. La estructura de soporte de las paredes.**

Las estructuras de soporte de las paredes pueden tener dos funciones:

Que la paredes se apoyen a la continuidad de las columnas de soporte inferior, en cuyo caso soportan la cubierta y sirven de apoyo lateral de las paredes.

El costo de la madera de secciones suficientes para conservar estabilidad, evitar los esfuerzos de pandeo, servir de apoyo a la cubierta y a las paredes así como mayor peso de la estructura, hace menos utilizado este sistema.

Que siendo soportes de las paredes (ej. panel con estructura) sean además, soportes de la estructura de la cubierta. Caso Viviendas Hogar de Cristo.

Siguen en su mayoría esta costumbre y siguen el siguiente proceso:

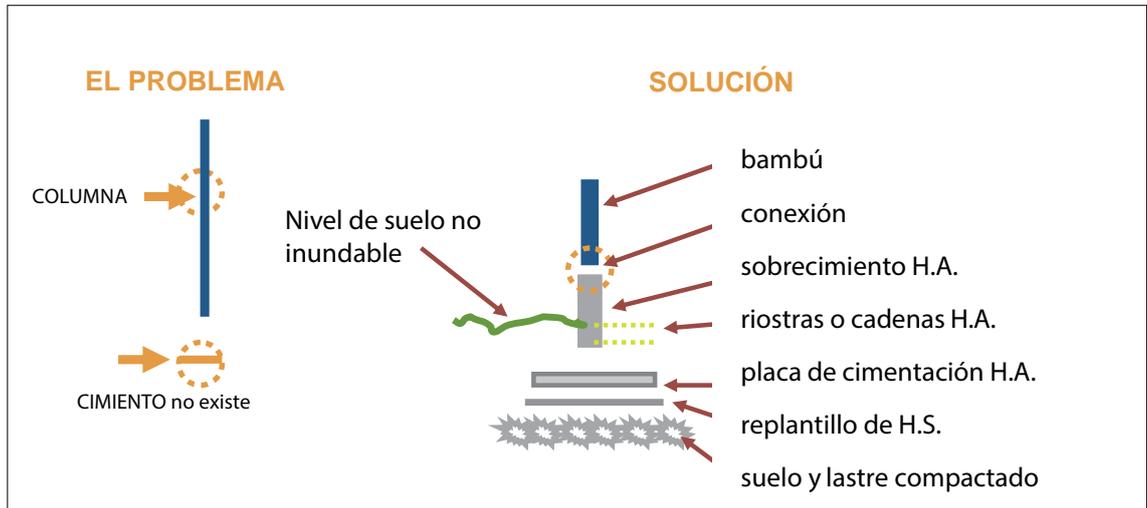
Colocan las columnas -llamados “puntales”, anclados en el suelo-, arman las vigas, colocan el piso (al conjunto lo denominan “mesa”), y sobre ésta, arman las paredes de caña picada sujeta a cañas rollizas o a maderas de mínima sección.

Este procedimiento es vulnerable, debido a que, las uniones mecánicas de las paredes al piso, prácticamente no existen y a presencia de un esfuerzo lateral, las paredes pueden desprenderse y colapsar.

## SOLUCIÓN

A la vulnerabilidad de los cimientos y su relación con las columnas.

### Soluciones para disminuir la vulnerabilidad de CIMENTOS y su relación con las COLUMNAS



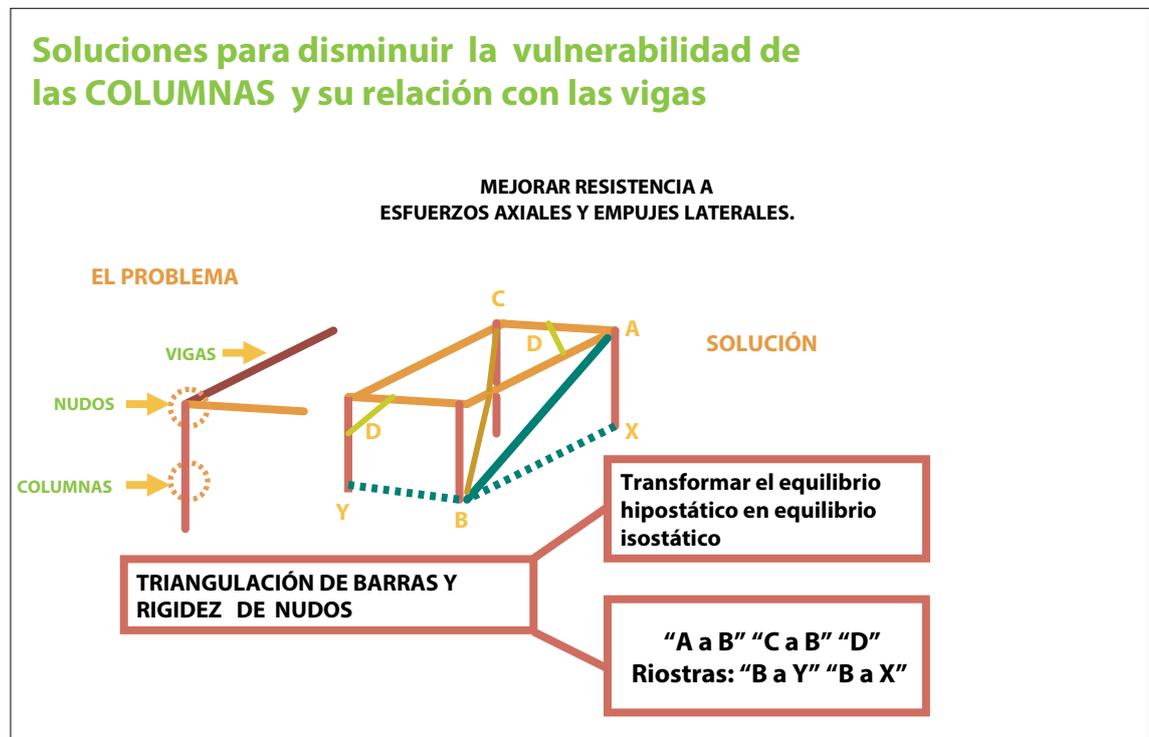
#### SOLUCION 1: USO DE CIMENTACIÓN DE COLUMNAS

Es absolutamente necesario el uso de cimentación para todas y cada una de las columnas, de esta manera, hay una mejor repartición de cargas del edificio y permite una relación mecánica con las columnas.

- Se requiere de manera previa la preparación del suelo, para ello se introducirá en la excavación piedras de tamaño no menor a 15 cm. y sobre ellas colocar lastre bien compactado.
- Sellar el suelo de cimentación, colocando una capa de mortero de arena cemento en las proporciones cemento 1 y arena 3 (en volumen). Esta capa lleva el nombre de "replantillo" y será no menos de 5 cm de espesor y nivelada.
- Sobre el replantillo ubicar una base o placa anclada a la base de la columna de Hormigón Armado, (las dimensiones y el diseño de la placa y la columna están en función de la carga a recibir).
- La columna de hormigón armado deberá sobresalir de las cotas de inundación, no menos de 30- 40 cm.
- Sobre esta columna se anclará, mediante un elemento de sujeción, la o las cañas que se relacionaran con las vigas de soporte del piso. No introducir las cañas en la columna de Hormigón ya que ello acarreará la destrucción del bambú.
- La sección inferior de la columna serán sujetas a las bases de las otras columnas mediante vigas inferiores, (riostras) que contribuirán a la mejor estabilidad de la edificación.

## SOLUCIÓN

A la vulnerabilidad de las columnas y su relación con las vigas

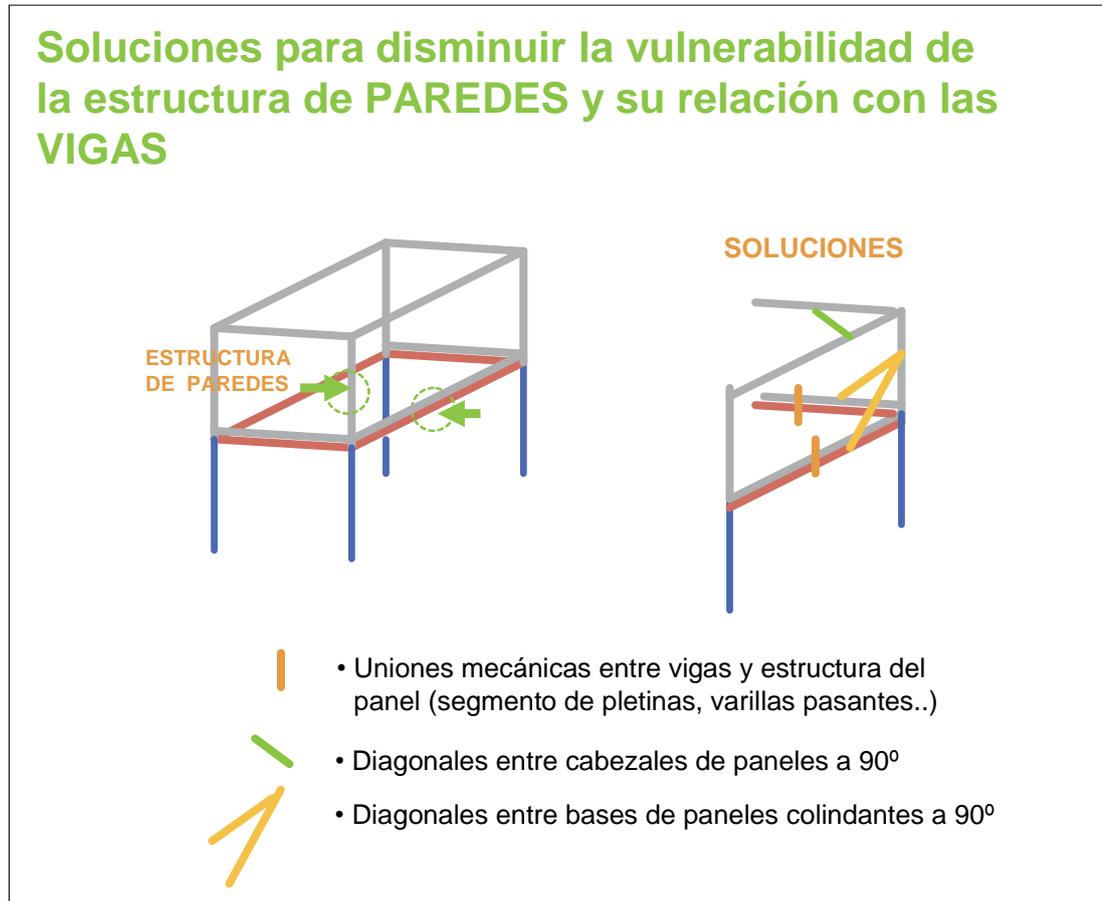


### SOLUCIÓN: 2 PARA LA ESTABILIDAD DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DE PILARES Y VIGAS.

- Barras y diagonales: para complementar el equilibrio hipostático que se presenta entre elementos verticales y los horizontales es necesario rigidizar los componentes del conjunto, mediante la triangulación con varas de caña o con tiras de madera, tanto en los planos de pilares y vigas. Ejemplo: A a B, al igual que entre los extremos o vértices de planos opuesto, por ejemplo de C a B.
- En los vértices superiores entre pilares y vigas, o entre vigas concurrentes, se pueden colocar pequeños rigidizadores como se denomina a las barras D.
- Tratada así la estructura, se obtiene un equilibrio isostático, que le permite resistir los empujes laterales producto de los sismos, o las escorrentías, producto de las inundaciones.

## SOLUCIÓN

A la vulnerabilidad de las paredes y su relación con las vigas



### PROBLEMA 1

De manera general, las viviendas de bambú siguen los patrones de las Viviendas de Hogar de Cristo es decir, construida la "mesa" o plataforma elevada, se sujeta la estructura de las paredes o paneles de bambú y madera a las tablas del piso, mediante clavos metálicos.

La mencionada forma de sujetar es ineficiente ante empujes laterales que se ejerzan sobre los paneles.

### SOLUCION 1

Realizar la unión de la estructura de los paneles al piso y a las vigas, mediante elementos metálicos como varillas de acero, pletinas.

### PROBLEMA 2

La unión de dos paneles esquineros, se realiza mediante clavos, lo que no es suficiente para mantener su estabilidad, lo que provoca aberturas en los vértices y fallas de su verticalidad.

## SOLUCION 2

Situar sobre las cabeceras de los paneles esquineros diagonales de madera que permitan asegurarlos entre sí. Una pequeña escuadra o pieza diagonal de pletinas de acero que asegure a los dos paneles, ayudaría a la estabilidad

## PROBLEMA 3

La parte inferior de los paneles esquineros, tienden a separarse y más aún, si se ubican cargas o hamacas en los ángulos formados por las paredes mencionadas.

## SOLUCIÓN 3

Ubicar diagonales en cada panel, las mismas que permitan asegurarlos entre si a los paneles, a la estructura vertical y a piso de la vivienda.

## 6. VULNERABILIDAD DEL SUELO

### CAUSAS Y EFECTOS DE LA VULNERABILIDAD DEL SUELO

Las características del suelo, donde se asienta la vivienda son los parámetros que determinaran la mayor o menor vulnerabilidad de la edificación.

Sin embargo estas mismas características indicarán la necesidad de incluir en el diseño y construcción de la vivienda de ciertas condiciones que contribuyan a disminuir la vulnerabilidad del propio suelo y por ende de la propia vivienda.

Las viviendas de bambú, de manera general, se asientan en tres tipos de suelos:

- Suelos planos, ligeramente inundables (con diferentes cotas y tiempos de inundación): S.I.
- Suelos inclinados (o en pendientes): S.P.
- Suelos inundables de manera permanente: Pa (Palafitos)

## VULNERABILIDAD

**A6**

### SUELOS

**Vulnerabilidad**

**S.I.** Suelos inundables (20 a 40 cm)  
**S.P.** Suelos en pendiente  
**Pa.** Palafitos (Agua permanente)

**Efectos negativos**

**S.I.** Reducida durabilidad por deterioro de los soportes.  
**S.P.** Probable afectación por pérdida de suelo por agua lluvia.  
**Pa.** Desplome por falla de estructura problemas de salubridad. Contaminación de agua, peligro para infantes y menores.

En esta clasificación hacemos abstracción del tipo de suelo respecto a su composición y características de granulometría, plasticidad, permeabilidad y otras que responden a la mecánica de suelos. Hacerlo significaría entrar a un análisis pormenorizado e individual de cada barrio o asentamiento.

La reducida masa de las edificaciones de bambú, demanda mínimas sollicitaciones a la resistencia del suelo y más bien son los impactos circunstanciales, como sismos, aluviones, fallas geológicas no conocidas y obras públicas mal planificadas, las que afectan a las viviendas.

Se analizarán las viviendas que se asientan en los tres tipos de suelos antes mencionados, visualizando su vulnerabilidad y las posibles soluciones, para minimizar aquellas.

## PROBLEMAS Y SOLUCIONES

### 1. SUELOS LIGERAMENTE INUNDABLES DE MANERA TEMPORAL

#### PROBLEMA 1.

Esta clase de edificaciones ubicadas en suelos generalmente planos sufren inundaciones estacionales, de corta duración, de bajas cotas (10 -30 cm) y de frecuencia variable.

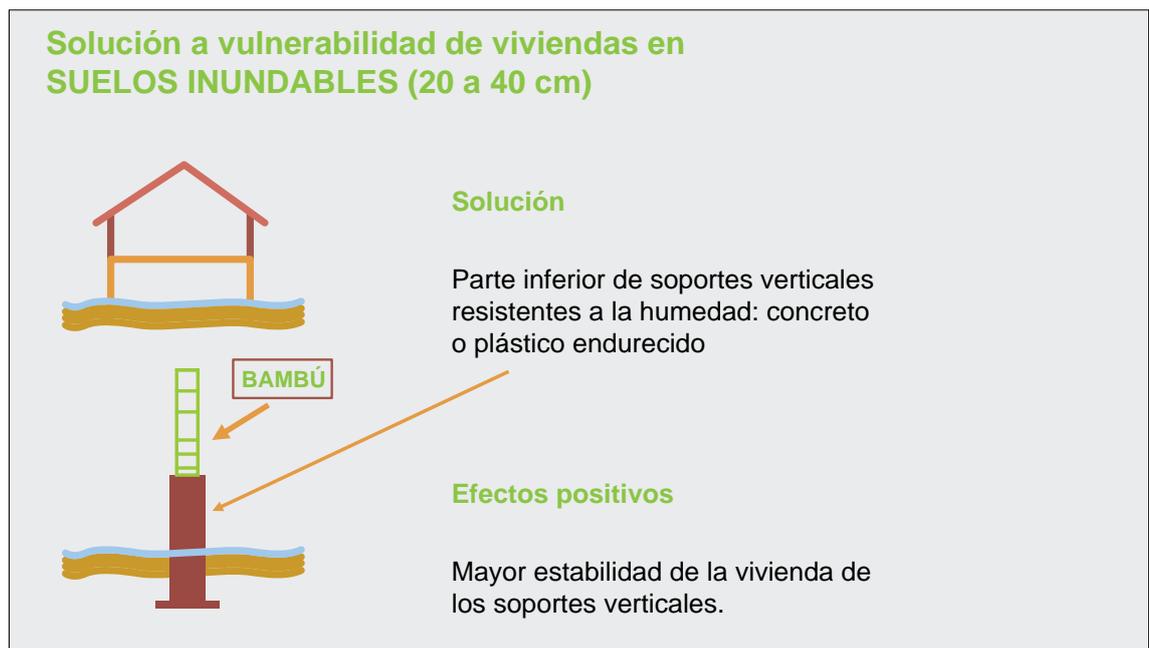
La vulnerabilidad de las viviendas correspondientes a la mencionada tipología, se encuentra en los elementos estructurales verticales o columnas de maderas de diferentes clases.

Aunque la visión física sea de aparente fortaleza de los soportes, aún en épocas secas, el subsuelo inmediato a la superficie conserva permanente humedad, con los siguientes efectos:

- Disminución progresiva de su resistencia a los esfuerzos de compresión.
- Generación por la humedad, de hongos, bacterias y xilófagos.
- Reducción de su sección en el área de secado y humedad alterno.
- Pérdida de su verticalidad .

Los efectos mencionados traen consigo, a mediano o corto plazo el desplome diferencial o total de la vivienda.

#### SOLUCIÓN 1. LA VULNERABILIDAD DE VIVIENDAS EN SUELOS INUNDABLES



La mayor vulnerabilidad de este tipo de viviendas ubicadas en suelos inundables por cortos períodos y en cotas menores, hemos determinado que se encuentran en los soportes estructurales verticales.

La solución se encuentra en la sustitución de los mencionados soportes o columnas por soportes resistentes a la humedad.

Los materiales resistentes a la humedad y que garantizan su durabilidad son el concreto o el plástico endurecido, los mismos que, en una dimensión apropiada y de menor volumen, pueden enterrarse y sobresalir a la cota de inundación.

Sobre los mencionados soportes es factible la colocación de los bambúes, siempre que se garantice la unión y continuidad de resistencia de unos y otros.

El concreto presenta las siguientes objeciones: el costo, la fabricación, la instalación y el peso, mientras que, las ventajas de los soportes plásticos tienen el costo como única objeción.

## 2. SUELOS EN PENDIENTE

### PROBLEMA 2

Los suelos en pendiente y sobre los cuales se levantan las edificaciones de bambú, se ven afectadas por la incidencia del agua de lluvia o que cae de la propia cubierta o de las escorrentías de agua proveniente de la lluvia que caen en las partes superiores de la pendiente.

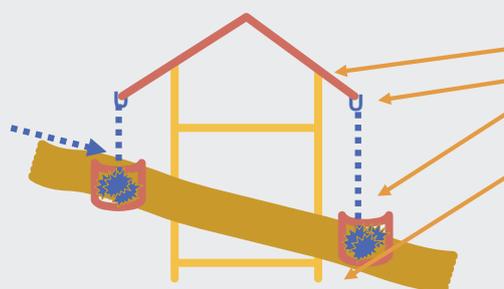
En ambos casos, la situación afecta no solo al propietario de la casa, sino a las edificaciones ubicadas en sitios más bajos y sobre la misma pendiente.

La planta baja de la casa, en las dos situaciones mencionadas se convierte en el sitio por donde el agua se desliza pendiente abajo y la erosión que produce socava los alrededores de los sitios donde se encuentran las columnas, que progresivamente pierden su resistencia y adhesión al suelo, con el consiguiente resultado: el colapso de la vivienda.

Otras consecuencias:

- El agua de lluvia que, se desliza por la pendiente se convierte en vehículo, no solo del agua, sino de tierra, basura, etc.
- La erosión causada por el agua, rompe el suelo y forma surcos o pequeños canales naturales de 20-30 cm de ancho por 20-40 cm de profundidad y que llevan hacia la parte inferior de la pendiente agua, tierra, piedrecillas
- Los surcos antes mencionados son el preámbulo de la formación de cárcavas y quebradas, por donde mas temprano que tarde, el agua en forma de riachuelo primero y luego como verdadero río o aluvión de agua, tierra, troncos y piedras que a su paso violento destruye cultivos, casas, y personas.

## Solución a vulnerabilidad de viviendas EN PENDIENTES



### Solución

- Aleros de mayor longitud en la cubierta
- Canales de captación de agua de cubiertas y de la pendiente para su derivación lateral
- Soportes verticales profundos y vigas de amarre inferiores (Riostras)

### Efectos positivos

- Mejor estabilidad y duración de la vivienda
- Evita inundaciones en planta baja y casas vecinas

## SOLUCIÓN 2

Las soluciones que se pueden plantear al problema mencionado son las siguientes. (Algunas soluciones fueron expresadas en el tema de vulnerabilidad de las cubiertas).

- Aleros : de mayor longitud
- Colectores o canalones, ubicados en la parte mas baja de las cubiertas, para recoger el agua lluvia y mediante bajantes.
- Canales de captación de agua, en la pendiente de mayor cota y en la inferior. Estos canales hechos de bloques o de suelo-cemento, permiten coleccionar el agua de las bajantes de la cubierta y de las partes superiores de la pendiente.
- Los canales antes mencionados permitirán derivar lateralmente el agua hacia colectores mayores o a las cunetas y sumideros de calles.
- Esta solución demanda decisión y trabajo comunitario.

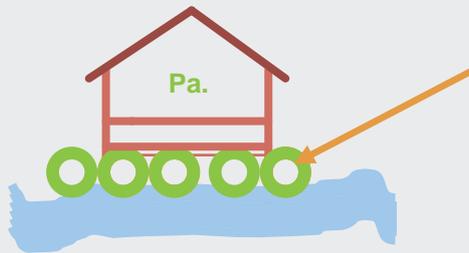
## 3. SUELOS INUNDABLES DE FORMA PERMANENTE

### PROBLEMA 3

Las viviendas que se construyen en sitios de permanente inundación, como orillas de lagos, brazos de mar y otras, se encuentran en permanente vulnerabilidad y en riesgo de colapsos con trágicas consecuencias.

A la crítica y no encontrada solución higiénica para la eliminación de excretas, se suman los frecuentes accidentes que involucran desde la pérdida de vidas hasta el desplome de la vivienda.

## Solución a vulnerabilidad de viviendas PALAFÍTICAS



### Solución Alternativa

Resaneamiento en sitios aptos

- Uso de flotadores para mayor seguridad de ocupantes y estabilidad de viviendas
- Permanente contaminación del agua y peligro latente para sus ocupantes

### Efectos positivos

- Los flotadores evitarán el desplome repentino de las viviendas palafíticas

## SOLUCIÓN 3

Las soluciones técnicas se enmarcan desde los rellenos hidráulicos, hasta diseños de viviendas ubicadas en plataformas construidas en H.A., pero que requieren la instalación de servicios conexos de abastecimientos conexos de agua, energía, comunicación y de evacuación de excretas.

Las dos soluciones son técnicamente ejecutables.

La primera a base de relleno hidráulico se han generado en algunos barrios de Guayaquil y Babahoyo, con relativo éxito, mientras que las segundas se han construido a alto costo en algunos países árabes. (ver Galería Fotográfica).

La primera es de menor costo que la segunda, si embargo y para la economía de nuestros países es más factible, realizar un reasentamiento de la población a sitios adecuados y menos vulnerables.

Para el autor la solución técnica y humana es el reasentamiento de la población a sitios aptos para la edificación y la vida.



# VULNERABILIDAD FÍSICA DEL ENTORNO INMEDIATO



## INTRODUCCIÓN

La vulnerabilidad abarca un conjunto de concepciones, de las cuales solo enfocamos aquella que tiene relación con el desastre al que pueden llegar las viviendas ante el cambio climático. Wilches-Chaux (1) clasifica la vulnerabilidad en diferentes esferas, una de esas concepciones se adapta al objetivo de este documento:

Por vulnerabilidad física se refiere a *“la localización de la población en zona de riesgo físico, condición provocada por la pobreza y la falta de oportunidades para una ubicación de menor riesgo (condiciones ambientales y de los ecosistemas, localización de asentamientos humanos en zonas de riesgo”*.

Por la caracterización del concepto citado es el que mejor que se acondiciona al referirnos a la vulnerabilidad de la vivienda de bambú ya que retrata con claridad la situación de los asentamientos humanos de la costa del Ecuador en general y de Guayaquil en particular.

Hemos utilizado la expresión *Vulnerabilidad Física del Entorno Inmediato*, puesto que si bien es cierto, en éste y en otros documentos hacemos como objetivo del estudio la situación de la vivienda como ente individual, pero no es menos cierto que solo es una particularización de un modelo arquitectónico de tipo común que se encuentra, con pocas variantes, en todos los asentamientos de bambú.

El entorno inmediato o también denominado la vecindad de las viviendas sean éstas edificadas en áreas rurales o en poblaciones y ciudades de cualquier región o país es el colectivo de partida para determinar la mayor o menor vulnerabilidad de las viviendas.

Todos los entornos naturales o primigenios que, rodean las viviendas construidas con cualquier tipo de material, ha sido progresivamente trastocados en procesos de cambio y adaptación, procesos de cientos o miles de años en el pasado y que en el presente son cuestión de meses o pocos años por las poli actividades del ser humano.

La explotación de los recursos naturales, bióticos y abióticos, se inició con la evolución del homínido al Homo Sapiens, quien en procesos elementales de supervivencia, elaboró su primer cobijo.

Era una vivienda natural, de acuerdo al clima y a los recursos naturales de su entorno. Era la vivienda bioclimática autosuficiente que hoy es el sueño no cumplido y añorado por arquitectos y estudiantes de arquitectura.

(1) Wilches-Chaux, Gustavo. (1989) *Desastres, ecologismo y formación profesional: herramientas para la crisis*. Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA Popayán (Colombia)

A la fecha –primeros años del siglo XXI–, la población humana, ha crecido de manera exorbitante en todos los continentes y con ello, la demanda de viviendas, alimentos, servicios básicos, la movilidad en extremo, todo ello bajo el nombre de pobreza, ha impulsado la ocupación irregular del suelo y con ello se generan y consolidan causas y efectos de graves problemas para la vida de sus ocupantes en particular, de la ciudad y del planeta en general.

No importó la calidad del suelo, ni su topografía, ni los bosques primarios o secundarios existentes, lo que importó era ocupar el suelo o mejor destruir el paisaje natural ya que, la clave y el mensaje es: ocupar el suelo a cualquier costo.

Los potenciales riesgos a los que los usuarios serán sometidos a corto y mediano plazo no importan y lo paradójico del caso es que, aquellos están concientes de los riesgos a los que serán sometidos.

Es sin lugar a dudas un suicidio colectivo e inconcientemente aceptado por las víctimas.

Y si no les importa a ellos, tampoco importa a los gobiernos locales que soslayan la obligación moral y legal de impedir asentamientos no controlados y en sitios de potenciales desastres.

El costo y el clientelismo político están sobre el derecho y obligación legal y moral de los gobernantes de todo nivel sean éstos locales o centrales, de evitar suicidios en masa.

La explotación y la transformación de las materias primas para los materiales de construcción cada vez es más compleja. Por tanto es imprescindible usar equipos que requieren mayores cantidades de energía.

Tal aspecto lo soslayamos argumentado de que es *“verde porque procede del bambú”* sin mencionar que los productos, a más de excluir a los que menos tienen, contribuyen al cambio climático, por la emisión de CO<sub>2</sub> cuyo volumen es directamente proporcional al consumo energético y que, de manera conjunta con otros gases, provocan el efecto invernadero, causa sin discusión del calentamiento global y por ende del cambio climático.

Por tanto si, el entorno natural ha dejado de existir los despojos no son aptos para la vivienda de humanos.

Lavell, Allan (2) acuerda de que es necesario ampliar la concepción de vulnerabilidad mediante: *“una suma de los componentes de la vulnerabilidad global y que debe estar en el centro del debate sobre el modelo de prevención, mitigación y atención de desastres, reconociendo que estos son producto de la convergencia en un momento y lugar determinados de dos factores de riesgo: físico y vulnerabilidad humana”*.

Y entonces podremos delimitar esto de análisis de la vulnerabilidad ya que necesariamente se nos remitirá de la dimensión temporal de la vivienda a la dimensión del vecindario.

(2) Lavell, Allan (comp.) (1994) *Viviendo en riesgo: comunidades vulnerables y prevención de desastres en América Latina*. Flacso-LaRed-Cepredenac, Tercer mundo editores, Colombia, pp.75-77

## SITUACIONES DE VULNERABILIDAD DEL ENTORNO INMEDIATO

### VULNERABILIDAD DEL ENTORNO INMEDIATO

La vulnerabilidad de las viviendas está en función de la vulnerabilidad de su entorno o vecindad



La vulnerabilidad de una vivienda -del material que sea- se puede disminuir, pero si aquella se encuentra en sitios de riesgo, **lo prioritario** es eliminar la vulnerabilidad de su entorno

## ENTORNOS VULNERABLES A LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS

Como entornos vulnerables a los asentamientos humanos se pueden considerar a los sitios que tienen claros indicativos de amenazas de desastres, sean estos de origen natural o antrópico.

Comentamos sobre algunos sitios indicando las amenazas, la vulnerabilidad y los riesgos latentes que en algunos casos se concretaron con desastres.

### ENTORNOS A VOLCANES ACTIVOS

Caso de asentamientos ubicados en laderas o al pie del volcán Tungurahua, que inició su actividad eruptiva desde hace 12 años y que a la fecha se mantiene constante, intercalando periodos de silencio con los de actividad.

Ocasiona a menudo desastres por afectación a carreteras, puentes, caminos, cultivos, animales y viviendas. Las poblaciones asentadas como Bilbao, ubicada al pie del volcán, a pesar de la declaración de constante riesgo, se mantiene –en su mayoría– en la localidad.

Los especialistas en vulcanología predicen una alta amenaza en caso de una erupción sorpresiva y expresan que en caso de lahares que se desprendan por la ladera del volcán, arrasaran a viviendas y ocupantes de Bilbao en cuestión de segundos.

En la situación mencionada, solo hay la opción de un reasentamiento de la población.

## COLINAS DESPOJADAS DE PROTECCIÓN VEGETAL

La situación mencionada es común en la Provincias de Manabí, Los Ríos esmeradas y El Oro.

Las colinas de alta pendiente, al perder la cobertura vegetal y ser reemplazada ésta por cultivos de ciclo corto, o ser usada como áreas de pastoreo y aun levantar viviendas en sus laderas o al pie de la colina son claras invitaciones a desastres.

La formación de surcos causados por lluvias son inicio de deltas de varias ramas por donde corren pequeños caudales de agua lluvia, que impulsados por la energía hidrodinámica de la gravedad arrastran piedras, ramas, en pequeña escala, para luego de lluvias constantes convertirse en riachuelos y más tarde en verdaderos ríos de fango.

Agua + Tierra + Piedras + Ramas se convierte en un aluvión que arrasa a su paso con personas, animales, cultivos y viviendas, causando pérdidas humanas y materiales.

## RIVERAS DE RÍOS CERCANOS A MONTAÑAS

Los asentamientos humanos, ubicados a orillas de ríos que provienen de montañas ubicadas a aguas arriba, como son los casos de ríos Cayapas, Santiago, Ónzole y otros, de la Provincia de Esmeraldas son afectados debido al aumento del caudal de los ríos, que de manera imprevista aumentan su cota y se desplazan a gran velocidad destruyendo los bordes u orillas e inundando las poblaciones ribereñas.

Generalmente los ríos antes mencionados se desplazan a cotas inferiores -3 a 5m- de la cota de los asentamientos, requiriendo escaleras para acceder desde el río a la población.

Durante el fenómeno de El Niño, de 1998 y luego, en cada época de lluvias, la parroquia rural Anchayacu, del Cantón Eloy Alfaro, ubicada a orillas del Río Ónzole, al norte de la Provincia de Esmeraldas, sufre inundaciones sorpresivas, que alcanzan de uno a dos metros a partir de la cota de asentamiento de la comunidad.

La única solución es el reasentamiento previsto de la población hacia una colina cercana, hecho que permitirá salvar vidas y evitarla destrucción de sus casas.

## BOSQUES CON SEQUÍAS TEMPORALES

Los bosques secos tropicales de la costa o los páramos y bosques de la región sierra son objeto de incendios forestales, ya sea causados de manera intencional, casual o natural.

Lo mas común es de que, los asentamientos no controlados, ubicados en los límites de los bosques, acudan al fuego para obtener materia prima para carbón, material de construcción espacio para tierra de cultivo o nuevos vecinos.

Los bosques de Cerro Blanco, cercano a Guayaquil; las laderas de los bosques del Pichincha a pocos kilómetros de Quito son ejemplo de incendio forestales.

No solamente se aumenta la vulnerabilidad de grandes colectivos humanos, sino ponen en riesgo a los asentamientos vecinos a los bosques, ya que los impredecibles cambios de la dirección de viento, pueden afectar a los mencionados asentamientos.

## PLANICIES CERCANAS A VOLCANES – NEVADOS.

La ubicación de asentamientos en planicies cercanas a volcanes que tienen nieve en sus coronas y glaciales en sus faldas es un riesgo que no solamente se manifiesta en caso de erupciones con los consiguientes efectos propios del fenómeno eruptivo: lava, lahares, flujos etc. sino que acarrea otros desastres.

El Nevado del Ruiz, nombre con el que se conoce al volcán ubicado entre los límites departamentales de Caldas y Tolima. Ubicado a regular distancia se encontraba la población de Armero.

El 13 de Noviembre de 1985 y en horas de la noche, el volcán produjo emisión de flujos piroclásticos, que se desplazaron por las faldas, fundiendo los glaciares y convirtiéndose en ríos de fango y lodo que se desplazaron por la planicie y por los ríos cercanos.

Total, 23 000 víctimas fatales y destrucción total de Armero y parcial de Chinchiná.

La ausencia de avisos previos y alarmas tempranas, fue la principal causa del desastre. Posteriores erupciones del Nevado del Ruiz y del Nevado del Huila, ocasionaron ligeros daños, gracias a los mecanismos de prevención y avisos tempranos, desarrollados e implementados luego del desastre de 1985.

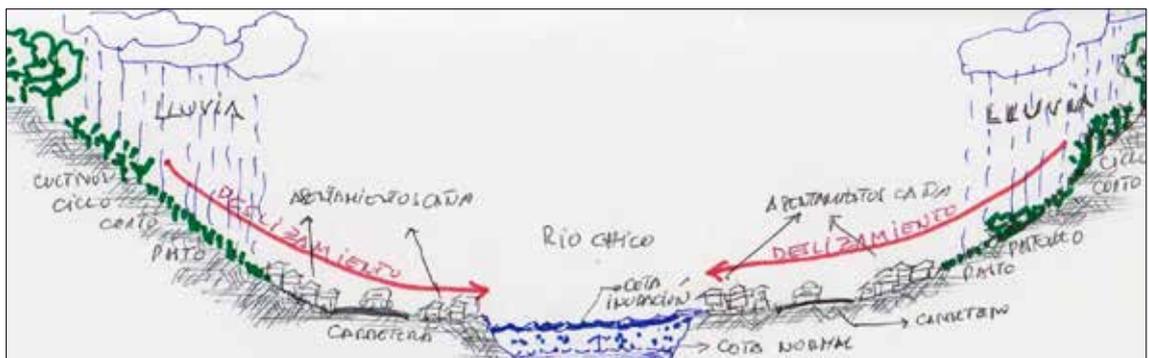
## ZONAS CON FALLAS GEOLÓGICAS O SÍSMICAS

Presencia de fallas geológicas agravadas con las cargas o masa de las Edificaciones asentadas sobre las fallas y agravadas por el agua de lluvias, o filtraciones acuíferas y obras de vialidad como caminos o puentes, se producirán los colapsos de viviendas, cual sea el material de construcción predominante.

Cuenca tiene en sus barrios periféricos asentamientos que sufren de forma permanente los efectos antes citados.

Si la falla es de reducida magnitud, se la puede estabilizar, pero si aquella es de magnitud, la única solución es el reasentamiento de la vecindad

## EJEMPLO: VULNERABILIDAD SITIO RESBALÓN (Prov. Manabí) SITUACIÓN, PROBLEMAS Y PREVENCIÓN



## LA SITUACIÓN

Se ilustra este caso con un ejemplo que permite examinar la amenaza, la vulnerabilidad, el riesgo y la prevención de un potencial desastre en la población rural denominada Resbalón, ubicada a pocos kilómetros de la cabecera cantonal de Rocafuerte, en la Provincia de Manabí

La situación, expresada en el esquema precedente, muestra la común situación que se repite en varias poblaciones aguas arriba del Río Chico.

Como eje fluvial el Río Chico se desplaza hacia la planicie del Río Portoviejo, en sus orillas se asientan pequeñas poblaciones y recintos rurales.

Sendas carretera se desplazan por ambos lados del río, al igual que dos cadenas montañosas de poca altura que como el carretero, el río y las poblaciones forman un paisaje paralelo.

Las laderas de las cadenas montañosas, orientadas hacia el río, antes llenas de especies forestales, progresivamente han sido despojadas de su cobertura natural.

Los árboles fueron talados en procura de madera y carbón y sustituidos por cultivos de ciclo corto como maíz, maracuyá entre otros, por algo de ganadería, que convirtió en partes de la zona en áreas de pastoreo.

Los asentamientos humanos ocuparon las orillas del río, los 2 bordes de la carretera y lentamente llegaron viviendas y equipamientos como la Iglesia, el cementerio, locales comerciales y otros, iniciaron su ascenso por las partes bajas de las colinas.

## EL PROBLEMA

Durante la época invernal o cuando llega el fenómeno climático de El Niño, llegan fuertes precipitaciones pluviales, que se desplazan como capa superficial de agua y se orientan en su recorrido hacia el Río Chico

La lluvia, en función de su intensidad y frecuencia forma en las laderas, un delta de canales de poca profundidad y ancho (20 x 30 cm) por donde se desplaza el agua, en unión de pequeñas piedras y tierra.

Los canales antes mencionados llamados surcos con el pasar del tiempo se convierten en verdaderos riachuelos que socavan el suelo y arrastran piedras más grandes y mayor cantidad de tierra

Los surcos son preámbulo de desastres. Dejan de ser surcos y se transforman en quebradas de mayor ancho y profundidad, por donde se deslizan con velocidad, mayor volumen de agua, de tierra y piedras.

La fuerza de gravedad pone su ingrediente en forma de energía y los desastres se suceden en momento inesperado.

Lo mencionado es el caso de las poblaciones de Alajuela, Cascabel y otras, que, situadas a pocos kilómetros del recinto Resbalón y en la orilla opuesta del Río Chico. Provincia de Manabí, sufrió el 2002 aluviones y deslizamientos, lecciones de dolor y muerte, que el paso del tiempo no ha borrado su recuerdo.

Otros efectos de estos deslizamientos son la interrupción de las carreteras, la inundación de las partes bajas de las colinas, la subida de nivel del Río Chico que ahora con mayor caudal y velocidad, destruye las orillas, puentes, cultivos y finalmente va llenando de fango el cauce del río.

La situación descrita, retrata la situación de poblaciones manabitas, ubicadas a las dos orillas del Río Chico y al pie de sendas elevaciones o colinas.

Lo sucedido en Alajuela y otras poblaciones son ejemplo y preámbulo de deslizamientos, aluviones e inundaciones a corto y mediano plazo.

## LA PREVENCIÓN

Las actividades de prevención desarrolladas por la comunidad en el sitio de Resbalón, fueron resultado del taller de capacitación realizado el 5 y 6 de Mayo del 2012. En donde se puso de manifiesto y en una práctica intensiva el empleo de disipadores de energía, -de bajo costo- que permitan eliminar reducir el impacto y eviten la formación de quebradas de magnitud.

### MEDIDAS EN ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Incorporación de elementos de diseño y mejores técnicas constructivas adaptadas al contexto de las viviendas

Nombre de la medida: Mejoramiento de las viviendas de bajo costo de madera y bambú en la costa del Ecuador y Perú

Objetivo de la medida y principales acciones: Aumentar la resiliencia de las familias que habitan zonas vulnerables a inundaciones y deslizamiento en la costa del Ecuador y Perú.

- Acción 1. Construcción de prototipos demostrativos de viviendas mejoradas en zonas periurbanas y zonas rurales.
- Acción 2. Incorporar diseños y técnicas constructivas mejoradas en las propuestas institucionales de empresas constructoras o iniciativas que promueven la vivienda social.
- Acción 3. Fortalecer las capacidades locales en el sector de la construcción (mano de obra calificada) para mejorar los diseños y técnicas constructivas de viviendas de madera y bambú en la costa del Ecuador y Perú.
- Acción 4. Formulación y presentación de una norma de construcción de viviendas mejoradas y adaptadas al cambio climático con madera y bambú. Esta norma ha sido presentada al comité nacional que elabora el código de construcción del Ecuador. En el caso del Perú la norma fue aprobada y ha sido publicada en el registro oficial.

## Bibliografía

1. **Proyecto GEF/ PNUD / Ministerio del Ambiente** “Segunda Comunicación Nacional para Cambio Climático (Sugerencias del Comité Interinstitucional de Cambio Climático” 292 p. Quito, Enero del 2011.
2. **Universidad Laica Eloy Alfaro.** “Análisis de los Principales Fenómenos Naturales Registrados en la Provincia de Manabí” 149 p. Manta, Noviembre 2000.
3. **PACC Proyecto de adaptación al Cambio Climático/PNUD/Ministerio del Ambiente.** “Estudio de Vulnerabilidad actual a los riesgos climáticos en el sector de los recursos hídricos en las cuencas de Los Ríos, Paute, Jubones, Catamayo, Chone, Portoviejo y Babahoyo.” 156 p. Quito, 2009.
4. **Silvetti F.** “Una Revisión Conceptual sobre la relación entre Campesinos y Servicios Eco sistémicos” Cuadernos de Desarrollo Rural 8 (66) Bogotá Colombia. (19,45) 2011.
5. **INEC** “Censos de Población y vivienda del 2001 y 2010”.
6. **ECHO CE / CRIC / CISP / TERRA NOVA** “Orientación para la Prevención y Atención de Desastres” 250 p. Portoviejo, Ecuador 200.5
7. **IDEAM / MDG/ IF /** “Metodología para el análisis de vulnerabilidad al cambio y a la variabilidad climática aplicada al área piloto” Documento de trabajo, 47 p. Versión 29/06/10 , Bogotá-Colombia.
8. **J.Morán Ubidia** “Apuntes Varios sobre desastres” p.40. 2000. Guayaquil.
9. **C.R. Sanquetta. Dalla A.P.** “The role of forests in climate change”. Quebracho, Vol 19 (1.2);84-96. Diciembre 2011 Paraná - Brasil.