

# **DIAGNOSTICO DE LA VIVIENDA DE BAJO COSTO Y SU RELACION CON LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LA REPUBLICA DOMINICANA**

**H. E. O' Reilly\***

## **RESUMEN**

Este trabajo se inicia describiendo las características que definen la Sismicidad del País, así como también cómo se distribuye la población. Define la producción de viviendas de bajo costo, tanto del Sector Público, como el informal. Las características estructurales, materiales usados en este tipo de viviendas y el comportamiento esperado cuando ocurra un evento sísmico, en la República Dominicana.

## **INTRODUCCION**

La amenaza sísmica en el mundo es permanente, por lo que nosotros debemos convivir con ella, haciendo todo nuestro esfuerzo para evitar en lo posible pérdidas de vidas humanas.

Las viviendas de bajo costo, son en casi todos los eventos sísmicos que se producen en el área de Latinoamérica y el resto del mundo, las más afectadas por su baja resistencia, debido básicamente a la mala calidad de los materiales usados y la falta de conocimiento en la elección de los sistemas resistentes.

El objetivo de este trabajo, es hacer un diagnóstico de la vivienda de bajo costo de la República Dominicana, para definir sus características estructurales y materiales predominantes usados en ellas. Con estos datos y definida la sismicidad del país,

tener una idea de la vulnerabilidad que presentan estas viviendas, a los eventos sísmicos.

## SISMICIDAD

### *Ubicación*

La República Dominicana esta localizada en la parte oriental de la isla de la Hispaniola, compartiendo ésta con la República de Haití. La Hispaniola es una de las Antillas Mayores y esta ubicada en el centro del Caribe, entre las coordenadas siguientes: al Norte latitud 20, al Sur latitud 1730', al Este longitud 6815' y al Oeste longitud 7450'. El país tiene un área aproximadamente de 48,000 kilómetros cuadrados.

Geográficamente tiene al Sur el Mar Caribe, al Norte el Océano Atlántico, al Este el Canal de la Mona y Puerto Rico y al Oeste el Canal de los Vientos, Cuba y Jamaica. Ver Fig. 1

### *Características Tectónicas*

La isla de la Hispaniola esta localizada sobre la placa del Caribe, la cual está limitada al norte, por las Fallas Transformes de Motagua en Guatemala, la Fosa del Caimán, que se extiende desde Yucatán hasta el sur de Cuba y la Trinchera de Puerto Rico, que se extiende desde el norte de la Hispaniola hasta las Antillas Menores, pasando por el norte de Puerto Rico; presentándose al final de esta, una zona donde es difícil distinguir el movimiento transforme con la subducción que se presenta en el arco de islas de las Antillas Menores, que es el límite de la Placa al Este.

Al Oeste, el límite queda definido por las Placas de Nazca y Cocos y al Sur por un complejo sistemas de fallas que se extienden por todo el norte de Venezuela, siendo algunas de estas muy activas. Debe hacerse notar, que al sur de las islas se encuentra la Fosa de los Muertos, estructura intraplaca que ha sido la responsable de los últimos eventos sísmicos de cierta importancia, en la zona sur del país. Ver Fig. 2

**Internamente la isla presenta un fallamiento intenso, consecuencia de las fuerzas tectónicas externas a que ha estado sometida, distinguiéndose los sistemas de fallas siguientes: Cibao, Bonao, La Hispaniola, Hatillo, Neiba, San Juan, Ocoa, Enriquillo y las del Este; Ver Fig 3. [6]**

**La falla del Cibao, es un sistema complejo de fallas normales con desplazamiento trascurrente, cuyo bloque en alto es la Cordillera Septentrional, que se extiende desde Montecriti hasta casi la bahía de Samana, marcando el borde norte del Graven del Cibao; su edad es Plio-Pleistoceno, con evidencias de actividad presente [6].**

**La Falla de Bonao, limita al suroeste el Graven del Cibao. Su edad es posterior al Cretáceo tardío, se extiende desde el límite oriental de la Provincia Estrelleta en dirección Este, hasta pasar por el Sur de Jarabacoa, donde toma la dirección Sur hasta llegar casi a San Cristóbal. Esta es una Falla Normal, que no ha mostrado grandes movimientos.**

**El Graven del Cibao, esta ocupado por todo el Valle de la Vega Real. Esta cuenca sedimentaria es la mas importante del país, con espesores de hasta 4,000 metros. [2]**

**La Falla de la Hispaniola, agrupa las Fallas de Amina e Inoa, estuvo probablemente activa desde los principios de la historia geológica del área; sin embargo no desplaza a las rocas miocénitas que la cubren. [6]**

**La Falla de San Juan, falla inversa de ángulo alto, forma parte del límite norte del Graven de San Juan; de edad Plioceno tardío.**

**La Falla de Ocoa, aparentemente continúa la falla de San Juan, es un sistema de fallas normales que se considera se inician en el Eoceno medio hasta el Pilo-Pleitoceno, con evidencias de actividad presente. Produce normalmente sismos pequeños pero superficiales y por tanto generan muchos daños locales.**

**La Falla de Neiba, es un sistema complejo de fallas inversas de alto ángulo, que continúa en la sierra de Martín García y junto con la de Enriquillo continúan la Trinchera de los Muertos, en el Mar Caribe al sur de San Pedro de Macoris. Este sistema constituye el borde sur del Gaven de San Juan. [6]**

La Falla de Enriquillo, está es un sistema de fallas inversas con posibles desplazamientos transcurrentes, las cuales continúan hasta Haití; su edad es Pilo-Pleistoceno.

Cabalgadura de Haitillo, considerada de edad Eoceno tardío, está expuesta en una longitud de 3 kilómetros, en ésta se ha registrado actividad sísmica reciente.

Fallas del Este, entre éstas se consideran las de Samaná, que entra en la Bahía de Samaná por la pequeña Bahía de San Lorenzo con rumbo Sureste llegando hasta Seybo y la otra va desde la Bahía de Yuma hasta la Laguna del Limón, dividiendo la Provincia de la Altagracia con rumbo Norte-Noreste.

### *Eventos Sísmicos*

Vistas las estructuras Tectónicas de la Isla de la Hispaniola, tanto externas como internas, es de suponerse que la actividad sísmica es importante. Las primeras noticias que tenemos de fenómenos Sísmicos en la Isla, datan de 1551, recogidas en Crónicas Parroquiales. De ahí en adelante son constantes los reportes hechos por religiosos a sus superiores, dando noticias de los daños que producían en sus parroquias y zonas circundantes.

Haciendo una evaluación de los datos de daños reportados, se pudo hacer una estimación de las intensidades. De todos estos, dieciséis tuvieron intensidades iguales o mayores de VIII, cuatro de los cuales se pueden considerar réplicas o precursores de grandes terremotos; Tabla 1. Once de estos afectaron mayormente la región sur y tan solo cinco la región norte. Ver Fig. 4. [2]

Hay que hacer una mención especial de los sismos ocurridos el 18 de octubre de 1751 y el 7 de mayo de 1842. Dentro de los Sismos Históricos, estos han sido los de mayor importancia, tanto por la gran área donde fueron sentidos, como por los daños que produjeron, en ambos hubo maremotos; el 1751 afectó toda la zona sur del país, incluyendo Haití y el de 1842 afectó toda la parte norte de la Isla, sintiéndose en Santiago de Cuba. Se le asocian entre 5000 a 6000 muertos.

En la Fig. 5, pueden observarse los eventos sísmicos que se han producido en el País desde el 1900 al 1976, de acuerdo a datos de la Red Mundial. [8] Como puede observarse hay una clara diferencia con la localización de los sismos Históricos, coincidiendo estos con las zonas norte y noroeste donde existen las estructuras tectónicas de mayor importancia. Esta contradicción probablemente pueda atribuirse a la fecha de información, debido a la despoblación que existía en la zona norte en la época de la Colonia, producto de una decisión política de abandonar esas áreas, para que los habitantes de la Isla no tuvieran contacto con los Bucaneros y Filibusteros, que azotaban las costas del norte.

Hay que hacer notar, que los sismos instrumentales no coinciden exactamente con las estructuras tectónicas existentes, habiendo cierta dispersión, ver Fig. 5 [8]; esto es atribuible a la falta de precisión en la ubicación de los epicentros, ya que los datos no han sido dados por una red local, sino por la Red Mundial. Si suponemos que la precisión es de mas o menos 20 kilómetros, en nuestro caso esto lo pudiera pasar de un sistema de falla a otro, dadas las dimensiones de la Isla. En la Fig. 6, aparecen los Sismos registrados por las estaciones locales para el año 1987. [1]

La mayoría de los eventos sísmicos en la Isla son superficiales, exceptuando la zona al este por el Canal de la Mona, donde aparecen sismos con profundidades focales importantes.

En este siglo han habido tres eventos de mucha importancia, estos son: 4 de agosto de 1846 de  $M_s = 8.1$ , en 1948 de  $M_s = 7.3$  y en 1953  $M_s = 6.8$ ; todos en la zona norte del país. Ver Fig. 7 [2]. El sismo de 1946, produjo un maremoto en la zona norte, que virtualmente arrasó con el poblado pesquero de Matancitas; este y otros datos de daños, fueron ocultados por el gobierno de la época.

Lo anterior refleja que la zona norte tiene un alto potencial para producir eventos importantes, más aún, el hecho de que se produzca uno de ellos, no limita que al poco tiempo pueda producirse otro de casi igual magnitud.

#### *Amenaza Sísmica.*

Con los datos de los eventos sísmicos existentes, se realizó un análisis de amenaza, usando el Proceso estocástico de Poisson, para un Período de 50 años y una

Probabilidad de excedencia de un 10% los resultados aparecen en al Fig. 8 [8], donde se evidencia que las zonas de mas amenaza sísmica, están ubicadas en la parte norte, noreste y central del país. Coincidiendo con las características Tectónicas y los registros sísmicos instrumentales.

Hay que hacer notar, que los datos fueron incompletos para la realización de este análisis, ya que no ha habido una continuidad de observación en la Red Sísmica local y mas que eso, no hay ni siquiera un registro acelerográfico, lo cual nos imposibilita tener una Relación de Atenuación con cierto nivel de confiabilidad. Sin embargo los resultados obtenidos, muestran un nivel de coincidencia con estudios hechos para Proyectos Específicos y están en concordancia con la sismicidad observada en el presente siglo; a nuestro juicio los resultados son adecuados, hasta tanto se obtengan datos que permitan ejecutar estudios más precisos en ese sentido.

## POBLACION

### *Características Territoriales*

La República Dominicana tiene un área de 48,442 kilómetros cuadrados, dividida en 30 Provincias y el Distrito Nacional (Capital de la República).

Las características topográficas mas relevantes del territorio, están dadas por tres cadenas montañosas que cruzan el país de oeste-este, dejando entre si valles con tierras muy fértiles en la zona central y norte, no así en el sur-oeste (la Cuenca del lago Enriquillo) donde las tierras son un poco áridas. En el sureste, este y norte se desarrollan las llanuras costeras, siendo las más importantes las que cubren todo el este del país.

Estas características territoriales, influyen de manera determinante en el desarrollo poblacional del país.

### *Distribución Poblacional.*

La población estimada en el país para el año de 1990 es de 7,169,846 habitantes, ver tabla 2. De esta población el 56.9% es urbana y el 43.1% es rural, concretándose

el 88.33% equivalentes a 6,334,075 habitantes en las zonas sureste y centro-norte (Cibao) y el 11.67% equivalentes a 836,453 habitantes en la zona suroeste, coincidiendo con la calidad de las tierras y facilidades de desarrollo ver Fig. 9 (4).

Podemos notar si comparamos la Fig. 9 con la Fig. (8), que hay coincidencias también, entre los centros mas poblados y las zonas de mayor amenaza sísmica. Esto tiene mucha lógica, ya que por ejemplo, el valle de la Vega Real (localizado en el Graven del Cibao) posee las tierras mas fértiles del país, siendo esa zona la responsable de producir la mayoría de los alimentos agrícolas. Excepción hecha por la ciudad de Santo Domingo, que a pesar de tener una gran concentración de habitantes, la amenaza sísmica es menor que en la zona central y norte.

El primero de habitantes crecerá en el país, a una tasa estimada de un 2.00% para el quinquenio de 1990-1995 y de 1.72% en el de 1995- 2000, lo que nos haría tener una población estimada para el año 2000, de 8,620,870 habitantes, produciendo una densidad de 177.97 hab./km<sup>2</sup>, que sería uno de los mas altos de América.

Como en la mayoría de los países Latinoamericanos, en la Capital se concentra el 33.6% de la población, equivalentes a 2,411,895 personas, debido a una migración masiva de los Sectores de menos ingreso y calidad de vida, en búsqueda de mejores condiciones .

Estos viven hacinados en tugurios o en los llamados Cinturones de Miseria, en cantidades que a veces exceden el 60% de la población de la ciudad, como es el caso de la ciudad de Santo Domingo.(5)

Este fenómeno migratorio viene en ascenso, de forma tal que la tasa de crecimiento urbana actual es de 1.87 veces la rural y para el año 2000 será de 2.60 lo que predice un crecimiento de un 39% (4).

Debido a sus condiciones económicas, estos habitantes se ven precisados a hacer uso de terrenos de desechos, que pudieran ser anegados o cenagosos, en laderas de colinas con mucha pendiente, barrancos , etc., en la mayoría de los casos inadecuados para la construcción; o buenos terrenos del Estado, materializando las llamadas invasiones. También se da el caso de ocupación ilegal de terrenos privados, pero menos frecuente.

Esto produce un aumento desproporcionado del área ocupada por la ciudad, que ha llevado a la ciudad de Santo Domingo de 62 km<sup>2</sup> en 1960, a 162 km<sup>2</sup> en 25 años, es decir un 160% de aumento; (5) incrementando la demanda de servicios públicos, de los muy precarios que disponemos como en casi toda Latinoamérica.

## VIVIENDAS

### *Producción de Viviendas*

Los Sectores que intervienen en la producción de viviendas, pudieran agruparse en, Sector Formal y Sector Informal.

El Sector formal esta constituido por todas las Instituciones Públicas y Privadas, dedicadas a prestación de los servicios habitacionales, el Sector informal está constituido fundamentalmente por las familias, que construyen sus soluciones habitacionales, por sus propios medios, sin utilizar los canales institucionales existentes en el país, para prestar esos servicios habitacionales. (10)

El Sector formal de la vivienda , se caracteriza por el uso intensivo del Capital, de Técnicos calificados, materiales industrializados, mano de obra asalariada, disponibilidad y financiamientos institucionales, acceso y/o propiedad de terrenos y ausencia de participación del usuario.

El Sector informal se caracteriza, por no tener acceso a las instituciones de financiamiento, el uso intensivo de la mano de obra familiar no calificada, sin asistencia técnica, o desarrolladas por constructores empíricos, uso de materiales locales, naturales y/o artesanales en su mayoría y muchas veces de desechos o reciclados, ocupación precaria y a veces ilegal del suelo. Estas características hacen, que la mayoría de las viviendas producidas por este Sector, sean deficitarias en los aspectos técnico-constructivo, y por tanto sujetas a ser afectadas por lo fenómenos naturales.

La cantidad de viviendas producidas cada año aumenta. En la década de 1960-1970, se produjeron 32,000 unidades anuales y en la década de 1970-1980 cerca de 40,000.

Hay que hacer notar que en el década de los 70, el Sector formal tal solo produjo un 17.4% de las viviendas, mientras que el informal produjo un 82.6%, es decir casi 5 veces mas. Ver Tabla 3. (3). También se observa, que el 82.6% de las viviendas fueron construidas en la zona urbana y que el Sector Privado no produjo ninguna solución habitacional en la zona rural.

Los recursos financieros utilizados por Sector Informal para vivienda, en la década de los 70, se estiman en unos 55 millones de pesos, equivalentes al 11% del total del total de los recursos usados por el Sector Vivienda. Esto quiere decir que el Sector Informal, produjo cinco veces más viviendas que el Sector Formal, usando una inversión siete veces menor. (5)

Si queremos tener una idea, de la gran capacidad del Sector Informal para producir viviendas, en la década de los 70 produjo 33,071 unidades por año, lo que arroja un total de casi 45 unidades/hora.

No obstante a esto, el déficit habitacional crece a un ritmo acelerado, según las proyecciones para el año 2000, este habrá aumentado a 1.5 millones de unidades, lo que significa tener que construir un número exorbitante de soluciones habitacionales anuales. (5)

Las viviendas de bajo costo objeto de este Seminario, como vemos son construidas en su mayoría por el Sector Informal y otras por Instituciones Públicas.

El Estado desarrolla planes de vivienda de bajo costo, tanto en las zonas urbanas como en las rurales. El sistema urbano es el llamado multifamiliar, normalmente son edificios de dos a cuatro pisos, en mampostería reforzada; en la zona rural son vivienda unifamiliares, en mampostería reforzada techadas con concreto armado o láminas de zinc.

Las viviendas construidas por las Instituciones Públicas, son diseñadas por técnicos con especialidad en esa disciplina, cumpliendo con los requerimientos normativos y construidas por obreros calificados dirigidos por personal competente, usando los materiales especificados en cada caso. Una característica de esta vivienda, es que se construye el mismo tipo en todo el país, independientemente de las solicitudes a que pudieran ser sometidas.

De aquí en adelante, nos referiremos básicamente a las viviendas construidas por el Sector informal, que son la mayoría y para las cuales tenemos más incertidumbre. No obstante esto, cuando le sea aplicable, haremos los señalamientos a las viviendas de bajo costo ejecutadas por el Sector Público.

### *Estado de conservación de las viviendas*

Una de las características que permite definir la capacidad resistente de una vivienda, es su estado de conservación. La fig. 10 (4) observamos que solo el 12.5% de las viviendas del país están en buen estado de conservación, el 72.8% necesita ser recuperada (mejorada) y el 14.7% es transitoria no recuperable, lo cual aumenta el déficit habitacional existente.

Hay que hacer notar que en el 12.5% están contenidas las viviendas construidas por el Sector formal, lo que quiere decir que la mayoría de las viviendas construidas por el Sector informal necesitan de algún tipo de recuperación, para tener un desempeño adecuado.

## MATERIALES

Los materiales con que se construyen las viviendas de bajo costo del Sector informal, son para la estructura básicamente madera de palma, madera de pino, tejanamí, mampostería reforzada, en bloques de concreto y concreto armado; para los techos: zinc, palma cana, yagua, cartón, etc. Debe mencionarse que el ladrillo cocido se usa muy poco en su mayoría como material decorativo.

### *Descripción de los materiales*

La madera de palma. Son piezas de madera, que se extraen en forma artesanal de la corteza de la Palma Real, árbol autóctono del país. Esta corteza soporta muy bien los agentes del intemperismo, sin necesidad de pintarse y tiene una resistencia adecuada para ser usada como elementos de cierre en muros. A la fecha no se dispone de ensayos de este material, sin embargo hay casas que tienen más de treinta años de haberse construido usando esta madera. Ver fig. 11 (7).

El tejamaní se usa como elemento de cierre en los muros, está constituida por ramas de arbustos, que son tejidas entre los paralelos de madera más resistente y rígida, luego este tejido se recubre con lodo o estiércol, dando una terminación hermética, normalmente se le da el acabado pintándola con cal. Tampoco se han hecho ensayos con este material, pero es evidente que su resistencia es muy limitada, Ver fig12 (7).

Concreto armado. Se usa en las construcciones del Sector informal, en a forma como lo conocemos en ingeniería, para paredes estructurales y techos, la mayoría de las veces sólo se construyen las paredes exteriores; esto en construcciones de cierto nivel económico. En las construcciones de bajo costo se utiliza el concreto armado con alambre de púas, en paredes de cierre sin ninguna función para resistir cargas verticales. Ver fig. 13 (7). El concreto armado con púas funciona rellenando los huecos dejados por una estructura básica de madera, que es la encargada de resistir las cargas verticales.

Techos de Palma Cana. Está constituida por las hojas de éste árbol, que son amarradas y clavadas a las correas, que a su vez se apoyan en los elementos principales del techo. Este techo resulta ser mucho más pesado que el zinc, debido al traslape que hay que darle a las hojas para que sea impermeable y aislante térmico, resultando de un grosor que muchas veces llega a los 20 cm., Ver fig. 14 (7).

Yagua para techos. Este material es simplemente la cobertura del fruto de la Palma Real, que resulta ser una lámina de aproximadamente 0.60 m. de ancho por 1.50 m. de largo, cubierta con una cera natural. Las láminas se colocan sobre las correas sin ningún tipo de fijación; para evitar que se vuelen por el viento, colocan sobre las láminas unos pedazos de madera. Normalmente este tipo de techo, se usa en construcciones de muy bajo nivel económico, en construcciones temporales o utilitarias, en las zonas rurales. Ver fig. 15 (7). Bloques. Los bloques normalmente usados en el país son de concreto con huecos, con 40 cms. de largo, 20 cms. de altura y 10, 15 y 20 cms. de ancho. Los de arcilla cocida con las mismas dimensiones, sólo son usados en la ciudad de Santo Domingo y en cantidades muy reducidas (menos de un 5%).

Normalmente, los que usa el Sector informal no están manufacturados por industrias, sino que son construidos por fábricas un tanto artesanales, usando equipos

de no muy buena calidad fabricados en su gran mayoría en el país, o compactando el concreto manualmente, esto sobre todo fuera de la ciudad de Santo Domingo.

Se realizó un estudio en la Universidad Autónoma de Santo Domingo, dirigido por el autor, en el cual se hizo una evaluación, tanto de los bloques que se producían en Santo Domingo y la Provincia de San Cristóbal, distante a 25 km., así como los morteros usados en la construcción. (9)

Los resultados encontrados en este estudio fueron, que fábricas que poseen máquinas para producir hasta 1500 unidades por día, producen bloques con una resistencia característica a la compresión, para la unidad, de 23.8 kg/cm<sup>2</sup> (con relación a área bruta), lo que denotaba la mala calidad de los agregados, una mezcla inadecuada y curado deficiente.

En muretes formados por tres bloques, la resistencia caía a 11.55kg/cm<sup>2</sup>, debido básicamente a la imperfección de los bloques, en cuanto a sus características geométricas, motivado por el uso de moldes inadecuados, que impedían fabricar muretes, aún en laboratorio, que conservaran la verticalidad adecuada para transmitir la carga satisfactoriamente. (9)

Para los bloques producidos manualmente, la resistencia cae dramáticamente, hasta valores de 6.0 kg/cm<sup>2</sup> en muretes de tres unidades. Lamentablemente en las zonas rurales estos son los bloques que más se utilizan.

Es interesante destacar que bloques construidos por fábricas de bajo nivel de rendimiento, son muchas veces usados en el interior del país en los proyectos del Estado. Esto es así, porque hay muchas provincias que no tienen fábricas adecuadas.

Las normas de mampostería, establecen como resistencia mínima de los bloques, la de 60 kg/cm<sup>2</sup>. Como observamos, ninguno de los bloques usados en las construcciones de Sector informal cumple con las Normas establecidas. Ver tabla 4 (11).

## TIPOLOGIA DE VIVIENDAS

La selección de materiales de paredes y techo, así como la estructuración de las viviendas desarrolladas por el Sector informal, son muy dependientes de las condiciones climatológicas, socio-económicas, culturales, tradiciones, influencias extranjeras y el desarrollo actual en la zona.

Los constructores populares dominan las variables más influyentes, como son: clima, pluviometría, uso de los recursos y materiales locales, técnicas constructivas elementales y además incorporan elementos arquitectónicos culturales, tales como color, detalles copiados de viviendas de mayores recursos, etc.

En la fig. 16 (7) se muestran las tipologías más frecuentes para diferentes zonas del país. Las tipologías usadas en las zonas urbanas, son una adaptación y mezcla de las mismas usadas en las zonas rurales. Esto es lógico, puesto que quienes las construyen y van a usarlas, en su mayoría son las personas que han emigrado de los Sectores rurales. En todo caso la vivienda predominante es la unifamiliar con un solo nivel.

### Estructuración y Materiales

Resumiendo todas las tipologías de viviendas producidas por el Sector informal, podemos resumirlas en dos; las que usan paredes portantes para cargas verticales y las que usan pares (columnas) a distancias muy cortas entre sí, con una viga de coronación también en madera que recibe las cargas verticales. Ver fig. 17 (7)

Las estructuras de techo son similares en ambos casos (excepción de los techos de concreto armado) en los cuales hay una estructura de elementos principales que forman una cumbra (limatesa) apoyados mutuamente y sobre los muros o vigas perimetrales, sin constituir tijerillas (armaduras), aunque la forma así lo insinúe.

Esta característica produce empujes indeseados en los elementos perimetrales, generando desplazamientos horizontales en los toques de los muros y flexión normal al plano de cierre, que someten a esfuerzos de tracción la viga de coronación para cargas gravitacionales. Evidentemente este detalle le quita resistencia para soportar

cargas, ya que dependen básicamente de la resistencia del anillo de coronación y además tienen una resistencia a cargas laterales cuestionable.

Muchas veces estos tipos estructurales se mezclan en una sola vivienda. Por ejemplo, el cierre frontal y parte de los laterales, en muros portantes de bloques y el resto con columnas y vigas de coronación.

También surgen variantes en el tipo estructural de columnas y viga de coronación, dependiendo del tipo del material usado en el cierre: en todos los casos los constructores suponen que esos materiales actuarán sólo como cierres, no destinándoles ninguna función resistente a cargas verticales. Sin embargo dependiendo del tipo de material, podrían desarrollar una alta resistencia a carga laterales. Generalmente, las fundaciones de toda la estructura se hacen en concreto ciclopeo.

Los cierres más usados en ese tipo estructural son los siguientes:

- Tabla de palma
- Madera de pino (importada)
- Parte inferior de bloques y superior en tabla de palma
- Tejamaní
- Concreto armado con alambre de púas

Ver figs. 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19 (7)

Las características de las paredes de bloques reforzados , que normalmente son usados, tienen refuerzos verticales en los huecos de los bloques, constituidos por una barra de 3/8" cada 0.80m. y en los dos últimos huecos de cada muro que forman una esquina o cruce, luego se llenan los huecos que contienen el acero con un concreto pobre. No se coloca acero horizontal. El mortero-se hace en proporción de 1:4 sin cal.

Luego que se ha llegado a la altura definitiva, se coloca una viga de coronación (viga de amarre), normalmente de ancho igual al espesor de los bloques y 0.20m. de altura, con acero mínimo. No se hacen vaciados de columnas contenidas dentro del muro, cuando el techo es liviano.

La cantidad y distribución de viviendas de acuerdo a los diferentes tipos estructurales y materiales en paredes y techos, se resumen en las tablas 5 y 6. (3)

En esta podemos observar, que hay un predominio de paredes de bloques de concreto en las zonas urbanas, con un 48.1%, mientras en la zona rural lo es la madera de palma, con un 50.1%. En los techos predominan las láminas de zinc, tanto a nivel urbano como rural, siendo los techos de concreto el 22.5% en las zonas urbanas y sólo el 3.3% en las zonas rurales.

## NORMAS SISMICAS

En la República Dominicana existen las "Recomendaciones Provisionales para el Análisis Sísmico de Estructuras", que es de aplicación obligatoria desde 1979. En el caso de las construcciones de bajo costo producidas por el Sector informal, no tienen ninguna aplicación, ya que no intervienen los profesionales de la ingeniería y la arquitectura; más aún, son construcciones ilegales en su mayoría y usan materiales que no están regulados, de los cuales no se tiene ningún tipo de estudio disponible.

## VULNERABILIDAD DE LAS VIVIENDAS DE BAJO COSTO

Para definir la vulnerabilidad de las viviendas de bajo costo, es necesario cuantificar la demanda y la capacidad sísmica de las estructuras, para determinar por comparación el nivel de daño esperado, lo que pudiera plantearse en términos probabilísticos.

En nuestro caso es posible cuantificar la demanda sísmica, utilizando simplemente nuestras "Recomendaciones Provisionales para el Análisis Sísmico de Estructuras", sin embargo en la determinación de la capacidad de las estructuras, tenemos mucha incertidumbre, ya que para un gran número de ellas, no conocemos las propiedades de los materiales a cargas estáticas, mucho menos a efectos dinámicos.

## CONCLUSIONES

Todo lo expuesto anteriormente con relación al problema "Vivienda de Bajo Costo y su Relación con la Realidad Sísmica Dominicana", entendemos que puede expresarse como sigue:

-Dada la secuencia con que se han producido los eventos sísmicos en el tiempo y el lapso transcurrido sin que se produzca uno de magnitud importante, suponemos que la República Dominicana está abocada a recibir uno en un futuro no muy lejano, que se acerca cada vez más a medida que nos acercamos al fin del siglo.

-Si bien es cierto que las estructuras tectónicas más importantes del país están fuera de la isla, no es menos cierto que un sismo de menor magnitud producido en la falla de Cibao, causaría daños catastróficos, dada la cercanía con los centros de mayor población del país.

-Las viviendas de bajo costo producidas por el Sector informal, tanto por los materiales que usa, como por la carencia de capacidad técnica, son deficientes en términos de su capacidad resistente.

-A pesar de no haber hecho un análisis de vulnerabilidad, no es aventurado decir, que en caso de la ocurrencia de un evento sísmico de importancia, las construcciones de bajo costo producidas por el Sector informal se comportarán inadecuadamente; ya sea produciéndose colapsos o daños estructurales importantes que las dejarán inhabitables. En otras palabras tendremos muchas personas que habrán perdido sus hogares, aunque creemos que no habrá en ese Sector un número importante de pérdidas de vidas, ya que las viviendas no tienen mucho peso.

-Las construcciones de bajo costo construidas por el Estado, tendrán comportamiento aleatorio, dependiendo de la calidad de los materiales usados y la responsabilidad con que el contratista haya ejecutado la obra.

-El Estado debe implementar programas de desarrollo en las zonas rurales, que disminuyan la migración de los pobladores rurales a los centros

urbanos. Evitándose de esta manera la creación de los cinturones de miseria.

-El Sector informal tiene una gran capacidad creadora, para adecuar las soluciones de vivienda a las necesidades de la familia, siempre a muy bajo costo. Creemos que deben tomarse en cuenta las organizaciones populares e incorporarse a los planes gubernamentales, para dar solución al problema de la vivienda.

-Deben implementarse programas dirigidos a conocer las características y propiedades de los materiales usados en la construcción informal popular rural, que en la práctica se han comportado adecuadamente; así como también con los bloques ampliamente usados en las zonas urbanas.

-Como el constructor popular aprende empíricamente, debe implementarse un programa de capacitación y consulta para ese Sector, a fin de orientarlos en la elección de las estructuras, uso adecuado de los materiales disponibles, tipo de uniones, etc. Con la práctica este conocimiento se va extendiendo, resultando en definitiva una disminución del riesgo.

## REFERENCIAS

1. Boletín del Instituto Sismológico Universitario. Santo Domingo, República Dominicana.
2. Chalas J., "Marco Sismológico de la Isla Hispaniola", V Seminario Latinoamericano de Ingeniería Sismo-Resistente, Puerto Plata, República Dominicana. octubre 1988.
3. "Estadísticas Básicas Sector Vivienda, República Dominicana 1970/1981, Anexo Diagnóstico del Sector Vivienda", Informe OPLAN-INVI-DOM 81/003, Instituto Nacional de la Vivienda, Santo Domingo, República Dominicana, enero 1984.
4. "Estadísticas Básicas Sector Vivienda, República Dominicana 1980-1985", Instituto Nacional de la Vivienda, Santo Domingo, República Dominicana. agosto 1987.
5. Gatón M. et.al, "La Producción de Vivienda de Bajo Costo del Sector Informal". Seminario Internacional Vivienda de Bajo Costo en el Sector Informal. Santo Domingo, República Dominicana. febrero 1985.
6. Llinas r., I. Tavares, "Marco Geológico y Tectónico de la República Dominicana". V Seminario Latinoamericano de Ingeniería Sismo-Resistente, Puerto Plata, República Dominicana. octubre 1988.
7. Moya R., "Evaluación Producción Informal de Viviendas", Informe DOM/81/003/16, Instituto Nacional de la Vivienda INVI, Santo Domingo, República Dominicana. julio 1985.
8. O'Reilly H., S.López, "Obtención de una Zonificación Sísmica y un Espectro de Diseño para la República Dominicana", Boletín de la Sociedad Dominicana de Sismología e Ingeniería Sísmica, Año 3 No.2, mayo 1983.

9. Pérez F. et al, "Determinación de las Características Geométricas y Mecánicas de Bloques y su Ensamble con Mortero en el Distrito Nacional". Universidad Autónoma de Santo Domingo, Santo Domingo, República Dominicana, 1990.
  10. Quiroga H. et al, "Diagnóstico del Sector Vivienda, República Dominicana". Informe DOM/81/003/2, Instituto Nacional de la Vivienda, Santo Domingo, República Dominicana. diciembre 1985.
  11. "Recomendaciones Provisionales para el Análisis Sísmico de Edificaciones de Mampostería". Departamento de Normas, Reglamentos y Sistemas. Secretaría de Estado de Obras Públicas y Comunicaciones. Boletín N° 10/80.
- 
- \* Profesor, Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Autónoma de Santo Domingo, Ciudad Universitaria, Santo Domingo, República Dominicana.
  - \* Secretario de la Sociedad Dominicana de Sismología e Ingeniería Sísmica.

T A B L A # 1

SISMOS HISTORICOS DEL 1551 AL 1900 CON I = V111

<u>NUN</u>	<u>FECHA</u>	<u>INT</u>	<u>ZONAS</u>	<u>CIUDADES AFECTADAS</u>
1	2 DIC. 1562	IX	LA VEGA Y SANTIAGO DESTRUIDAS, PUERTO PLATA	SUFRE DAÑOS MURIERON COMO 16 PERSONAS REPLICADAS POR 30 DIAS
2	8 SEPT. 1615	IX	STO. DOMINGO DESTRUIDA, LA MAYORIA DE LAS EDIFICACIONES FUERON DESTRUIDAS.	REPLICAS POR 40 DIAS
3	9 MAYO 1673	IX	STO. DOMINGO DESTRUIDA, GRANDES DAÑOS.	MURIERON COMO 24 PERSONAS. REPLICAS POR MAS DE 40 DIAS
4	1684	VIII	AZUA Y STO. DOMINGO,	SERIAMENTE DAÑADAS
5	1691	IX	AZUA DESTRUIDA,	DAÑOS EN SANTO DOMINGO
6	18 OCT. 1751	X	DESTRUCCION DE AZUA, GRANDES DAÑOS EN STO. DOMINGO, EL SEYBO, SENTIDO EN HAITI.	RAS DE MAREA
7	21 NOV. 1751	IX	DESTRUCCION DE PORT-AU-PRINCE, RUINAS CONSIDERABLES EN EL CULDESAC (REPLICA)	
8	23 NOV. 1751	VIII	SISMO TAN FUERTE COMO EL ANTERIOR. RUINAS EN PORT-AU-PRINCE (REPLICA)	
9	28 OCT. 1761	VIII	EN STO. DOMINGO CASI TODOS LOS EDIFICIOS SUFRIERON DAÑOS - EN ESPECIAL IGLESIAS, MONASTERIOS Y HOSPITALES. REPLICA POR CASI 30 DIAS	
10	21 NOV. 1761	IX	AZUA DESTRUIDA, SE ABRIÓ LA TIERRA ENTRE AZUA Y SAN JUAN, - SENTIDO EN STO. DOMINGO, LA VEGA Y COTUI	
11	3 JUN. 1770	VIII	CATASTROFE EN PORT-AU-PRINCE Y PETIT-GOAVE, SENTIDO EN STO. DOMINGO, PORT-DE-PAIX. CAP HAITIEN	
12	7 MAYO 1842	X	DAÑOS EN TODA LA ISLA, DESTRUCCION DE PORT-DE-PAIX, MOLR - SAINT-NICOLAS, SANTIAGO, 5000 a 6000 MUERTOS, RAS DE MAREA	
13	8 MAYO 1842	VIII	AFECTADAS LAS MISMAS REGIONES (REPLICAS)	
14	8 ABRIL 1860	VIII	RUINAS CONSIDERABLES EN PETIT-GOAVE, ANSE-A-VEAU FUERTES SUCESOS	
15	23 SEPT. 1887	VIII	DESASTRE EN MOLES SAINT NICOLAS, PORT-DE-PAIX Y CAP-HAITIEN, SENTIDO EN TODO HAITI, RAS DE MAREA EN LAS COSTAS NORDESTE	
16	29 DIC. 1897	IX	DAÑOS EN STGO., CATEDRAL, CAPILLAS Y PALACIO DEL GOBERNADOR EN RUINAS. EN CORDILLERA SEPTENTRIONAL, SENTIDO EN GUAYUBIN GUANABANO-ABAJO, ALTAMIRA, NAVARRETE	

**TABLA # 2**

**DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LA POBLACION TOTAL,  
URBANA Y RURAL POR REGIONES Y PROVINCIAS EN REP. DOM.  
(1990 estimado)**

Regiones y Provincias	Población	o/o	Población Urbana	o/o	Población Rural	o/o
<b>TOTAL</b>	<b>7,169,848</b>	<b>100.0</b>	<b>4,079,843</b>	<b>56.9</b>	<b>3,090,203</b>	<b>43.1</b>
<b>Región Sureste</b>	<b>3,748,846</b>	<b>100.0</b>	<b>2,603,925</b>	<b>69.5</b>	<b>1,144,238</b>	<b>30.5</b>
<i>Distrito Nacional</i>	<i>2,411,895</i>	<i>100.0</i>	<i>1,970,378</i>	<i>81.7</i>	<i>441,517</i>	<i>18.3</i>
<i>San Cristóbal</i>	<i>320,821</i>	<i>100.0</i>	<i>135,610</i>	<i>42.3</i>	<i>185,311</i>	<i>57.5</i>
<i>El Seybo</i>	<i>97,590</i>	<i>100.0</i>	<i>37,556</i>	<i>38.5</i>	<i>60,034</i>	<i>61.5</i>
<i>Perava</i>	<i>186,810</i>	<i>100.0</i>	<i>62,528</i>	<i>33.5</i>	<i>124,282</i>	<i>66.5</i>
<i>San Pedro de Macoris</i>	<i>197,862</i>	<i>100.0</i>	<i>117,302</i>	<i>59.3</i>	<i>80,560</i>	<i>40.7</i>
<i>La Altagracia</i>	<i>111,241</i>	<i>100.0</i>	<i>47,438</i>	<i>42.6</i>	<i>63,803</i>	<i>57.4</i>
<i>La Romana</i>	<i>169,223</i>	<i>100.0</i>	<i>158,407</i>	<i>93.6</i>	<i>10,816</i>	<i>6.4</i>
<i>Hato Mayor</i>	<i>77,823</i>	<i>100.0</i>	<i>39,483</i>	<i>49.4</i>	<i>39,340</i>	<i>50.6</i>
<i>Monteplata</i>	<i>174,799</i>	<i>100.0</i>	<i>36,224</i>	<i>20.7</i>	<i>138,375</i>	<i>79.3</i>
<b>Región Cibao</b>	<b>2,585,229</b>	<b>100.0</b>	<b>1,108,182</b>	<b>42.9</b>	<b>1,477,047</b>	<b>57.1</b>
<i>Santiago</i>	<i>704,835</i>	<i>100.0</i>	<i>391,204</i>	<i>55.5</i>	<i>313,631</i>	<i>44.5</i>
<i>La Vega</i>	<i>303,047</i>	<i>100.0</i>	<i>168,199</i>	<i>55.6</i>	<i>134,848</i>	<i>44.4</i>
<i>Duarte</i>	<i>261,725</i>	<i>100.0</i>	<i>105,917</i>	<i>40.5</i>	<i>155,808</i>	<i>59.5</i>
<i>Puerto Plata</i>	<i>229,738</i>	<i>100.0</i>	<i>86,890</i>	<i>37.8</i>	<i>142,848</i>	<i>62.2</i>
<i>Españillat</i>	<i>182,248</i>	<i>100.0</i>	<i>46,009</i>	<i>25.2</i>	<i>136,239</i>	<i>74.8</i>
<i>Sánchez Ramírez</i>	<i>140,635</i>	<i>100.0</i>	<i>42,818</i>	<i>30.4</i>	<i>97,817</i>	<i>69.6</i>
<i>Ma. Trinidad Sánchez</i>	<i>125,148</i>	<i>100.0</i>	<i>39,522</i>	<i>31.6</i>	<i>85,626</i>	<i>68.4</i>
<i>Salcedo</i>	<i>110,216</i>	<i>100.0</i>	<i>18,966</i>	<i>17.2</i>	<i>91,250</i>	<i>82.8</i>
<i>Valverde</i>	<i>111,470</i>	<i>100.0</i>	<i>56,811</i>	<i>51.0</i>	<i>54,659</i>	<i>49.0</i>
<i>Montecristy</i>	<i>92,678</i>	<i>100.0</i>	<i>34,175</i>	<i>39.1</i>	<i>58,503</i>	<i>63.1</i>
<i>Samaná</i>	<i>73,002</i>	<i>100.0</i>	<i>15,876</i>	<i>21.7</i>	<i>57,126</i>	<i>78.3</i>
<i>Dejebón</i>	<i>64,123</i>	<i>100.0</i>	<i>21,888</i>	<i>34.1</i>	<i>42,235</i>	<i>65.9</i>
<i>Santiago Rodríguez</i>	<i>61,570</i>	<i>100.0</i>	<i>20,319</i>	<i>33.0</i>	<i>41,251</i>	<i>67.0</i>
<i>Monseñor Nouel</i>	<i>124,794</i>	<i>100.0</i>	<i>59,588</i>	<i>47.7</i>	<i>65,206</i>	<i>52.3</i>
<b>Región Suroeste</b>	<b>836,453</b>	<b>100.0</b>	<b>367,535</b>	<b>43.9</b>	<b>468,918</b>	<b>56.1</b>
<i>San Juan</i>	<i>266,628</i>	<i>100.0</i>	<i>102,858</i>	<i>38.6</i>	<i>163,770</i>	<i>61.4</i>
<i>Barahona</i>	<i>152,405</i>	<i>100.0</i>	<i>90,433</i>	<i>59.3</i>	<i>61,972</i>	<i>40.7</i>
<i>Azua</i>	<i>195,420</i>	<i>100.0</i>	<i>115,854</i>	<i>59.3</i>	<i>79,566</i>	<i>40.7</i>
<i>Bahoruco</i>	<i>87,376</i>	<i>100.0</i>	<i>4,932</i>	<i>5.6</i>	<i>82,444</i>	<i>94.4</i>
<i>Elias Piña</i>	<i>72,651</i>	<i>100.0</i>	<i>18,204</i>	<i>25.1</i>	<i>54,447</i>	<i>74.9</i>
<i>Independencia</i>	<i>43,077</i>	<i>100.0</i>	<i>26,148</i>	<i>60.7</i>	<i>16,929</i>	<i>39.3</i>
<i>Pedernales</i>	<i>18,896</i>	<i>100.0</i>	<i>9,106</i>	<i>48.2</i>	<i>9,790</i>	<i>51.9</i>

FUENTE: Elaborado por OPLAN/INVI en base a datos del Censo Nacional de Población y Vivienda 1981 y del documento República Dominicana en Cifras 1986, publicados por la Oficina Nacional de Estadísticas (ONE)

**TABLA # 3**  
**PRODUCCION DE VIVIENDAS SEGUN SECTORES FORMAL E INFORMAL**  
**POR ZONAS AÑOS 1970-1980**

ZONAS	TOTAL VIVIENDA	SECTOR FORMAL PUBLICO	%	PRIVADO	%	SECTOR INFORMAL	%
TOTAL GENERAL	399,451	44,679	11.2	24,991	6.2	330,170	82.6
ZONA URBANA	256,043	42,992	16.8	24,991	9.8	188,060	73.4
ZONA RURAL	143,401	1,298	0.9	-	-	142,110	99.1

**NOTA:**

1) Oficina Nacional de Presupuesto - estimaciones Sector Público

2) Congreso Nacional

3) Instituto Nacional de la Vivienda

4) Banco Nacional de la Vivienda

5) Estadísticas y Censo 1970 y 1981

La cifra de la producción del Sector Informal se obtuvo por diferencia entre el inventario usado y la producción formal.

FUENTE: Elaborado por OPLAN-INVI en base a datos obtenidos de:

TABLA 4

Espesamiento de buzones líneas de normaliza (H)	RESISTENCIA NOMINAL A COMPRESION DE MUROS											
	f'c = 40 kg/cm <sup>2</sup>		f'c = 70 kg/cm <sup>2</sup>		f'c = 80 kg/cm <sup>2</sup>		f'c = 90 kg/cm <sup>2</sup>		f'c = 90 kg/cm <sup>2</sup>		f'c = 90 kg/cm <sup>2</sup>	
	Muros Acabados verticalmente y confinados	Muros Acabados en dos direc- ciones	Muros Acabados verticalmente y confinados	Muros Acabados en dos direc- ciones	Muros Acabados verticalmente y confinados	Muros Acabados en dos direc- ciones	Muros Acabados verticalmente y confinados	Muros Acabados en dos direc- ciones	Muros Acabados verticalmente y confinados	Muros Acabados en dos direc- ciones	Muros Acabados verticalmente y confinados	Muros Acabados en dos direc- ciones
0.00	35	35	30	40	35	45	40	45	40	45	40	50
0.00	30	40	35	45	40	50	45	50	45	50	45	55
0.40	35	45	40	50	45	55	50	55	50	55	50	60
0.20	40	50	45	55	50	60	55	60	55	60	55	65

RESISTENCIA DEL MURO

TEORIA ELASTICA

$$\sigma_m = 0.2 \sigma'_m \left[ 1 - \left( \frac{H}{400} \right)^2 \right]$$

$$\sigma'_c = 0.33 \sigma'_m$$

$$W_u \text{ adm} = 0.277 \sqrt{\sigma'_m}$$

TEORIA DE ROTURA

$$\sigma_m = 0.35 \sigma'_m \left[ 1 - \left( \frac{H}{400} \right)^2 \right]$$

$$W_u \text{ rot} = 0.33 \sqrt{\sigma'_m}$$

**TABLA # 5**

**NUMERO DE VIVIENDAS PARTICULARES OCUPADAS SEGUN MATERIALES  
PREDOMINANTES EN LAS PAREDES EXTERIORES, POR REGIONES Y PROVINCIAS  
(1981)**

REGIONES Y PROVINCIAS	MATERIAL PREDOMINANTE EN LAS PAREDES EXTERIORES				
	TOTAL	PALMA	MADERA	BLOQUE O CONCRETO	OTROS MATERIA- LES
<b>TOTAL</b>	<b>1,118,789</b>	<b>342,498</b>	<b>336,814</b>	<b>348,703</b>	<b>92,774</b>
Urbano	583,698	74,419	199,320	260,624	29,355
Rural	535,091	268,079	137,494	66,079	53,439
<b>SURESTE</b>	<b>559,118</b>	<b>103,149</b>	<b>180,820</b>	<b>242,688</b>	<b>32,459</b>
Distrito Nacional	322,452	11,815	107,009	185,833	17,795
El Seybo	36,051	21,989	6,972	3,851	3,239
La Altagracia	19,028	9,316	5,601	3,766	345
La Romana	24,883	2,583	9,866	11,825	628
Peravia	32,598	12,029	9,937	7,657	3,075
San Cristóbal	89,706	40,948	25,982	17,193	5,583
San Pedro de Macorís	34,298	4,489	15,453	12,562	1,794
<b>CIBAO</b>	<b>432,288</b>	<b>187,468</b>	<b>123,110</b>	<b>86,556</b>	<b>35,154</b>
Dajabón	11,061	5,245	4,068	1,141	607
Duarte	44,962	29,541	7,157	6,617	2,547
Españat	31,475	16,959	6,986	4,401	3,130
La Vega	71,147	26,154	24,651	17,315	3,027
María T. Sánchez	23,912	13,784	2,485	5,192	2,451
Monte Cristi	18,277	6,241	7,132	2,163	2,741
Puerto Plata	43,152	23,616	7,034	6,356	5,946
Salcedo	17,942	12,876	2,353	1,502	1,211
Samaná	13,515	7,637	3,187	1,385	1,306
Sánchez Ramírez	23,539	14,978	1,945	4,334	2,282
Santiago	101,294	17,316	45,673	32,024	6,281
Santiago Rodríguez	10,566	4,373	3,935	943	315
Valverde	21,446	6,449	6,502	3,183	3,310
<b>SUROESTE</b>	<b>127,385</b>	<b>51,881</b>	<b>32,884</b>	<b>17,459</b>	<b>25,161</b>
Azua	25,577	6,722	5,683	8,188	4,984
Bahoruco	13,153	5,085	2,976	1,762	3,310
Barahona	24,999	5,222	12,672	3,874	3,231
Independencia	6,995	3,291	1,735	703	1,266
Elías Piña	11,690	7,420	1,996	207	2,065
Pedernales	3,161	134	1,633	1,056	338
San Juan	41,810	24,007	6,189	1,647	9,967

FUENTE: OPLAN-INVI con datos ONE del Censo 1981

**TABLA # 6**  
**NUMERO DE VIVIENDAS SEGUN MATERIALES PREDOMINANTES EN TECHO,**  
**POR REGIONES Y PROVINCIAS (1981)**

REGIONES Y PROVINCIAS	MATERIALES PREDOMINANTES EN EL TECHO					
	TOTAL	ZINC	CANA	YAGUA	CONCRETO	OTROS
<b>TOTAL</b>	<b>1,118,789</b>	<b>713,204</b>	<b>105,851</b>	<b>92,070</b>	<b>149,071</b>	<b>58,593</b>
Urbano	583,698	392,536	22,791	8,940	131,210	28,221
Rural	535,091	320,668	83,060	83,130	17,861	30,372
<b>SURESTE</b>	<b>559,116</b>	<b>370,581</b>	<b>6,699</b>	<b>29,454</b>	<b>123,037</b>	<b>29,345</b>
Distrito Nacional	322,452	196,937	37	3,899	103,694	17,885
El Seybo	36,051	22,336	416	11,331	400	1,568
La Altagracia	19,028	12,989	2,928	1,035	1,372	704
La Romana	24,863	18,474	18	94	4,192	2,105
Peravia	32,698	26,790	3,026	647	1,157	1,078
San Cristóbal	89,705	67,954	257	10,772	6,935	3,788
San Pedro de Macorís	34,298	25,101	17	1,676	5,287	2,217
<b>CIBAO</b>	<b>432,288</b>	<b>283,393</b>	<b>65,716</b>	<b>44,432</b>	<b>16,352</b>	<b>21,793</b>
Dajabón	11,061	5,943	3,822	470	58	768
Duarte	44,962	33,530	711	7,442	1,444	1,835
Españat	31,475	18,720	7,203	4,107	1,087	358
La Vega	71,147	53,064	6,358	1,864	3,234	3,627
María T. Sánchez	23,912	12,399	318	9,429	235	1,531
Monte Cristi	18,277	9,243	8,294	153	151	436
Puerto Plata	43,152	24,168	6,203	10,821	1,340	620
Salcedo	17,942	11,685	3,989	1,457	129	682
Samaná	13,515	8,605	153	3,194	347	1,216
Sánchez Ramírez	23,539	17,076	372	3,614	206	2,263
Santiago	101,294	74,160	14,639	1,055	7,817	3,623
Santiago Rodríguez	10,566	4,603	4,606	217	137	1,003
Valverde	21,446	10,197	9,044	609	765	831
<b>SUROESTE</b>	<b>127,385</b>	<b>59,230</b>	<b>33,434</b>	<b>18,184</b>	<b>9,062</b>	<b>7,400</b>
Azua	25,577	11,131	5,263	2,145	4,961	2,157
Bahoruco	13,153	3,972	6,530	1,546	370	605
Barahona	24,999	10,694	8,997	599	1,962	2,727
Independencia	6,995	1,639	3,930	340	433	653
Elías Piña	11,690	6,166	333	4,840	105	246
Pedernales	3,161	1,121	791	17	995	237
San Juan	41,810	24,507	7,570	6,597	336	600

FUENTE: OPLAN-INVI. Datos ONE del Censo 1981.