

Seguridad en el Hogar ante Terremotos y Huracanes



**Agosto de 2020: recurso de capacitación sobre terremotos para
profesionales del diseño / construcción y propietarios de viviendas**

Equipo de Desarrollo de Contenido



Laurie Schoeman

Directora Nacional, Resiliencia y Recuperación de Desastres para Enterprise Community Partners



Yanel de Angel

FAIA, Principal, Perkins and Will / co-fundadora ResilientSEE-PR



Danniely Staback

Conferenciante en University of Illinois y Rhode Island School of Design / ResilientSEE-PR



Pedro Sifre

PE, Senior Principal, Ingeniero Estructural, Simpson Gumpertz & Heger / ResilientSEE-PR



Eddie Guerra

PE, Ingeniero Estructural Senior, Arup / co-fundador Voluntariado de Ingenieros



Jesabel Rivera

MPH, CHES, Community Impact & Engagement Solutions, co-fundadora y Directora Ejecutiva del Voluntariado de Ingenieros





Enterprise: Who We Are

Create opportunity for low- and moderate-income people through fit, affordable housing in diverse, thriving communities.





15 Years of Work in Housing Resilience, Recovery, Rebuilding Disasters Impact Housing Security

Hurricane Katrina
August 23, 2005
800K Homes

Super Storm Sandy
October 22, 2012
650K Homes

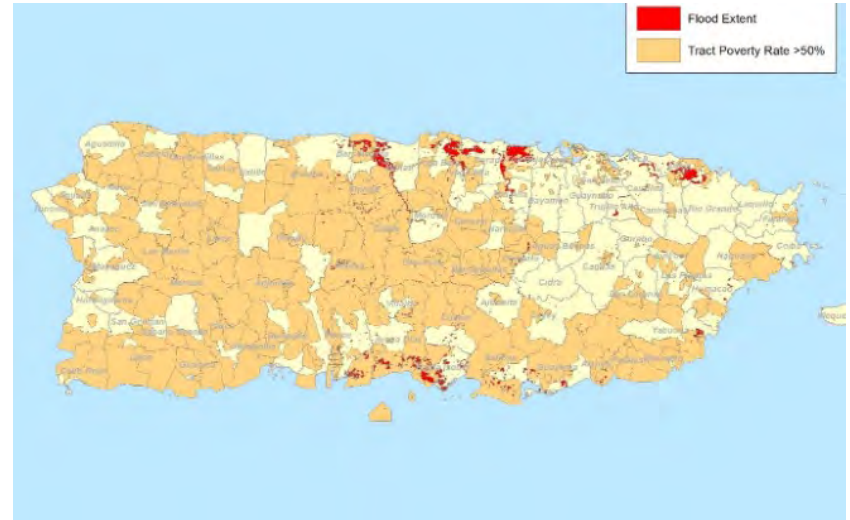
Hurricane Harvey-
Houston
August 17, 2017
135K Homes

Hurricane Maria-
Puerto Rico/USVI
September 20, 2017
370K Homes

Fires, California
October 2017, 2018,
2019 60K Plus

Housing Affordability Crisis

- Homeowners in Puerto Rico have a median income of only \$25,200, and renters, with a median income of \$11,300.





Natural Hazards Aggravate Affordable Housing Shortage





KEEP SAFE

A GUIDE FOR RESILIENT
HOUSING DESIGN IN
ISLAND COMMUNITIES

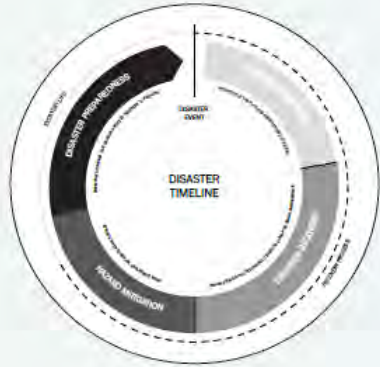


MANTÉNGASE SEGURO

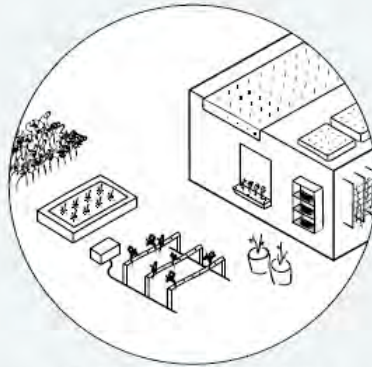
UNA GUÍA PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS
RESILIENTES EN COMUNIDADES ISLEÑAS



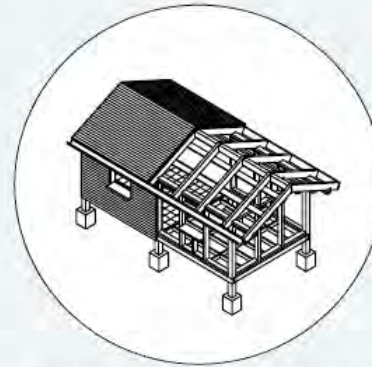
KEEP SAFE



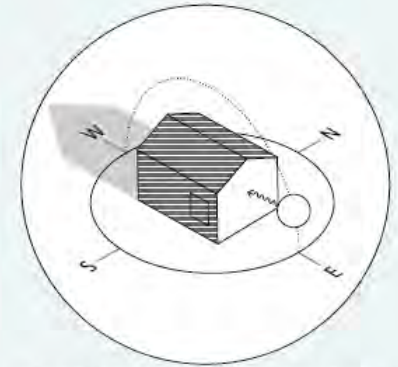
Introduction



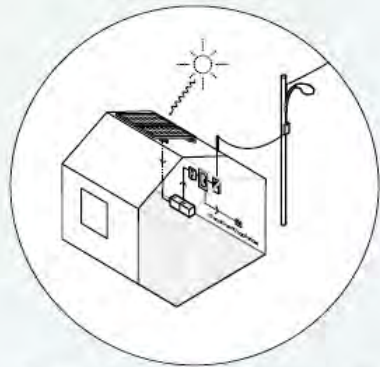
Chapter 1: A Safer Site



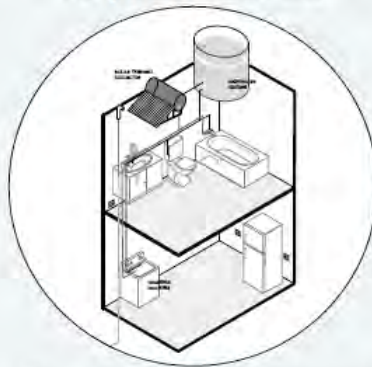
Chapter 2: Building Protection



Chapter 3: Passive Habitability



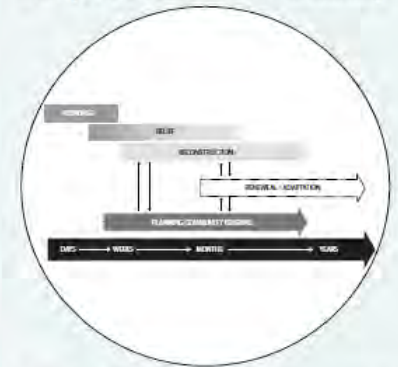
Chapter 4: Energy Generation



Chapter 5: Water Management



Chapter 6: Household Preparedness



Chapter 7: Community Engagement



Rapido Temp to Perm
Housing Houston, Texas



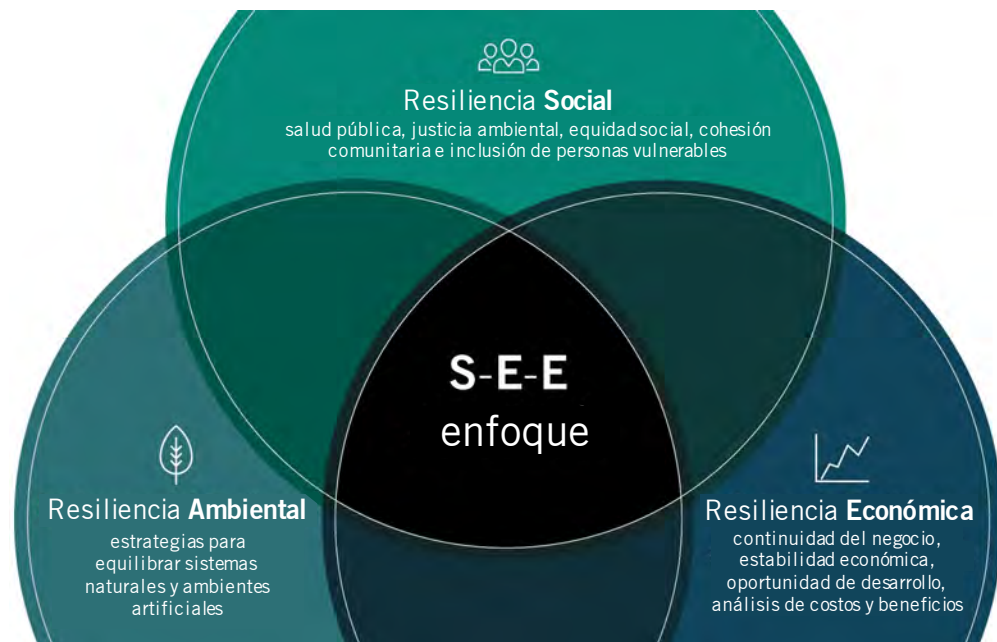
ResilientSEE-PR

Somos una alianza global comprometida con el diseño y la reconstrucción de un Puerto Rico resiliente y sostenible.

Brindamos recursos de diseño, planificación y educación resilientes pro bono a comunidades en Puerto Rico.

Para obtener más información sobre nuestros proyectos, visite resilientSEE-PR.com

→ resilientSEE-PR.com es una iniciativa de AreaRESEARCH.org



Créditos

Equipo de Desarrollo de Contenido

Pedro Sifre, PE, Ingeniero Estructural Senior y Principal, Simpson Gumpertz & Heger / ResilientSEE-PR

Danniely Staback, Conferenciante en University of Illinois y Rhode Island School of Design / ResilientSEE-PR

Yanel de Angel, FAIA, Principal, Perkins and Will / co-fundadora ResilientSEE-PR

Equipo Asesor

Eddie Guerra, PE, Ingeniero Estructural Senior, Arup / co-fundador Voluntariado de Ingenieros

Jesabel Rivera, MPH, CHES, Community Impact & Engagement Solutions, co-fundadora Voluntariado de Ingenieros

Laurie Shoeman, Directora Nacional, Resiliencia y Recuperación ante Desastres Enterprise Community Partner



Reunión de desarrollo de contenido en Perkins and Will Boston Studio

Introducción

Fosa de Puerto Rico y Falla Montalva, tipos de movimientos y efectos sísmicos

Parte 1

Evaluación del hogar para el reingreso: protección de la vida / protección de la propiedad

Parte 2

¿Quién puede evaluar mi casa?

Parte 3

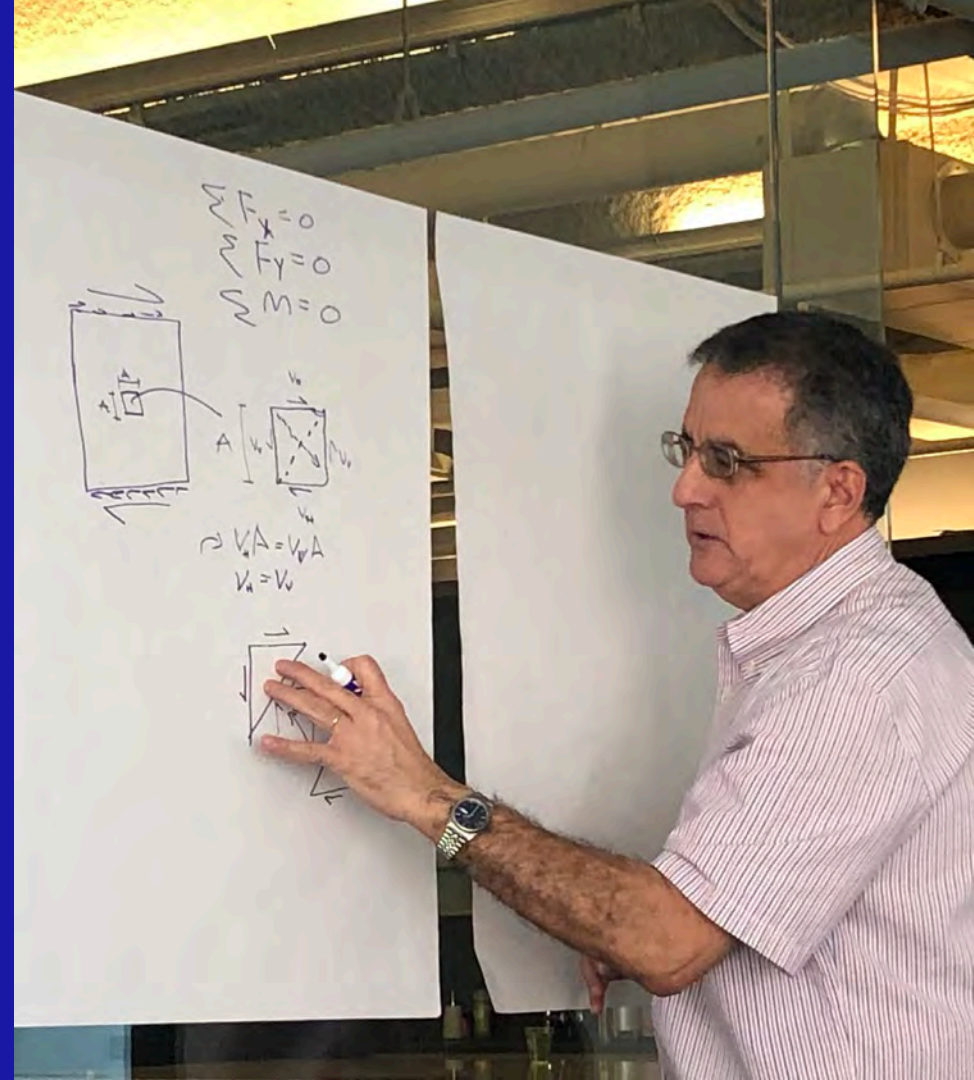
Fallas estructurales más comunes en Puerto Rico, sus causas y métodos de reparación

Parte 4

Técnicas de construcción para soportar eventos sísmicos y de viento

Parte 5 / Consejos para la temporada de huracanes

El ingeniero estructural, Pedro Sifre, explica cómo ocurre la falla típica de mampostería "X".



Introducción



Fosa de Puerto Rico y Falla
Montalva, tipos de
movimientos y efectos sísmicos

Estar consciente de algo se define como el interés bien informado de una situación o asunto.

Recursos clave de capacitación

Durante esta capacitación sugerimos consultar los siguientes recursos:

[Keep Safe: A Guide for Resilient Housing in Island Communities, 2019, led by Enterprise Community Partners with many partners and collaborators](#)

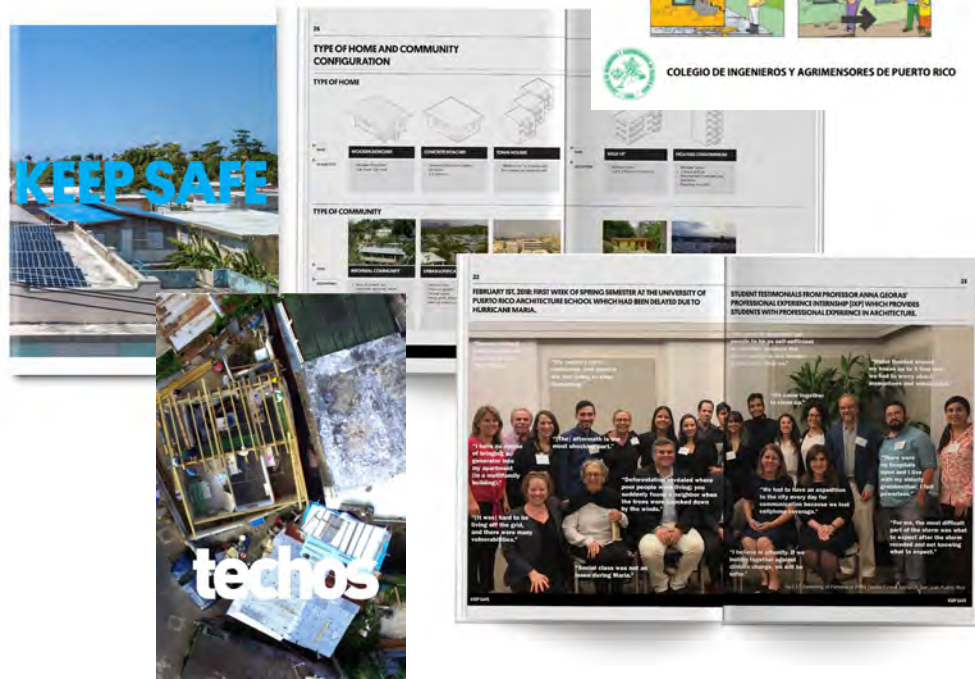
[Recomendaciones para la Rehabilitación Sísmica de Viviendas en Puerto Rico, Edición #1, Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico, 2011](#)

[Techos: Prototyping Resilience Design Guide, 2019, MIT School of Architecture and Planning, Case Study led by Danniely Staback with many partners and collaborators](#)



Manténgase Seguro: Guía para Viviendas Resilientes en Comunidades Isleñas.

<https://keepsafeguide.enterprisecommunity.org/>



Riesgos en Puerto Rico

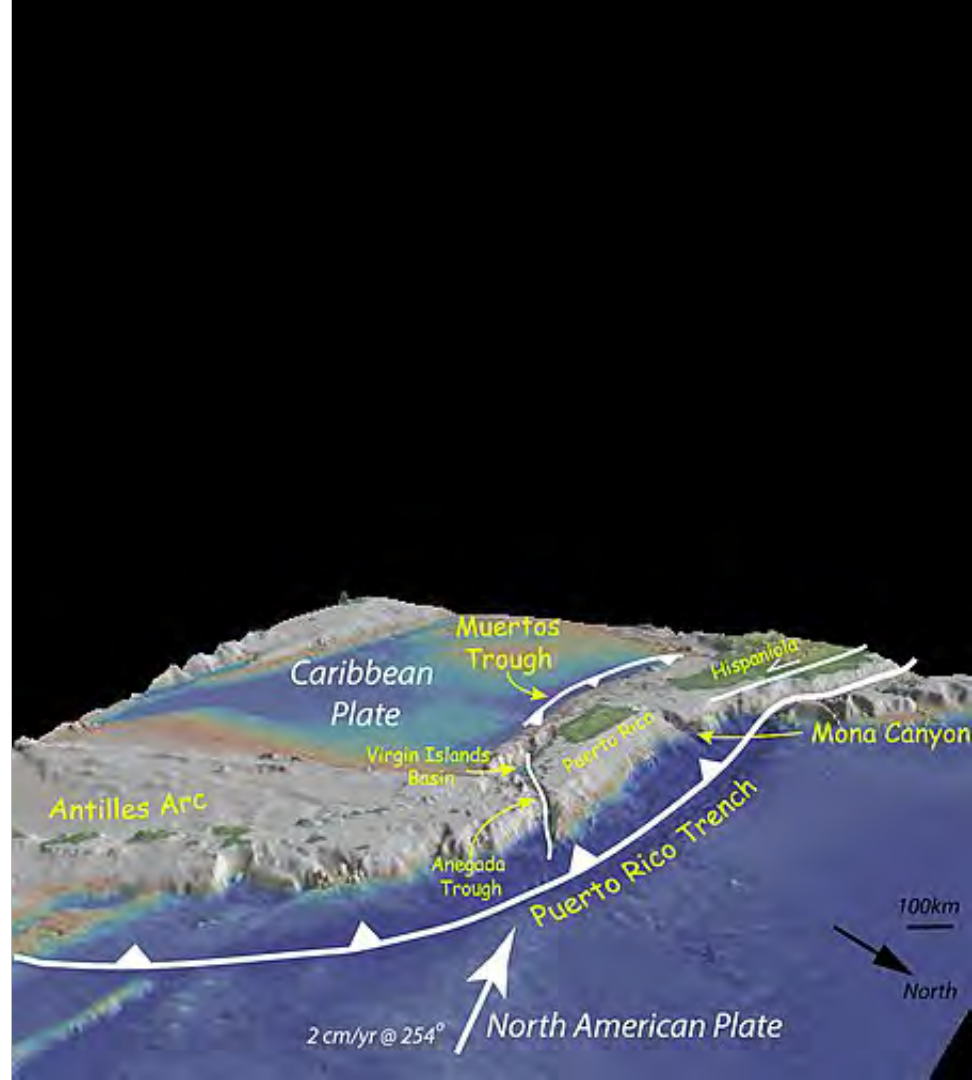


Ver la Introducción de la guía Manténgase Seguro.

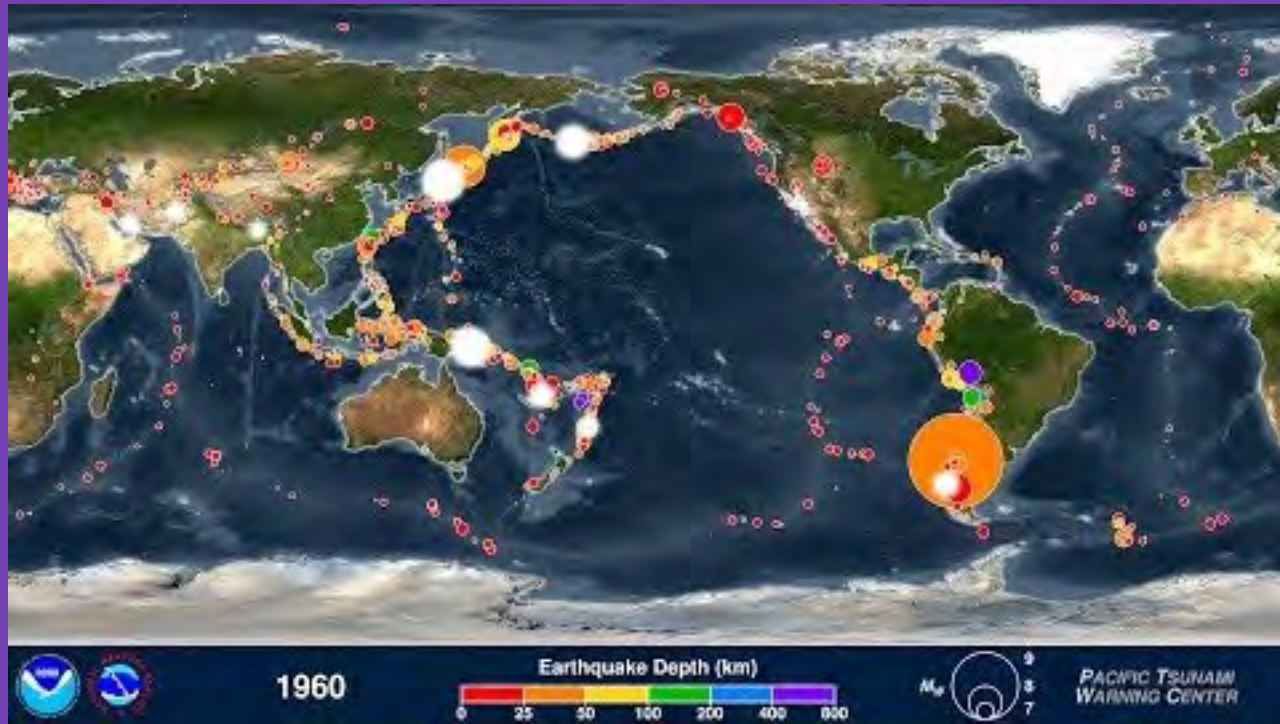


La mayoría de los terremotos ocurren en el contacto entre grandes placas tectónicas. Puerto Rico se encuentra en el límite entre las placas de América del Norte y el Caribe.

Placas caribeñas y norteamericanas, fallas importantes y límites de placas.
Crédito de la imagen: Wikipedia.



Animación de terremotos global del siglo XX

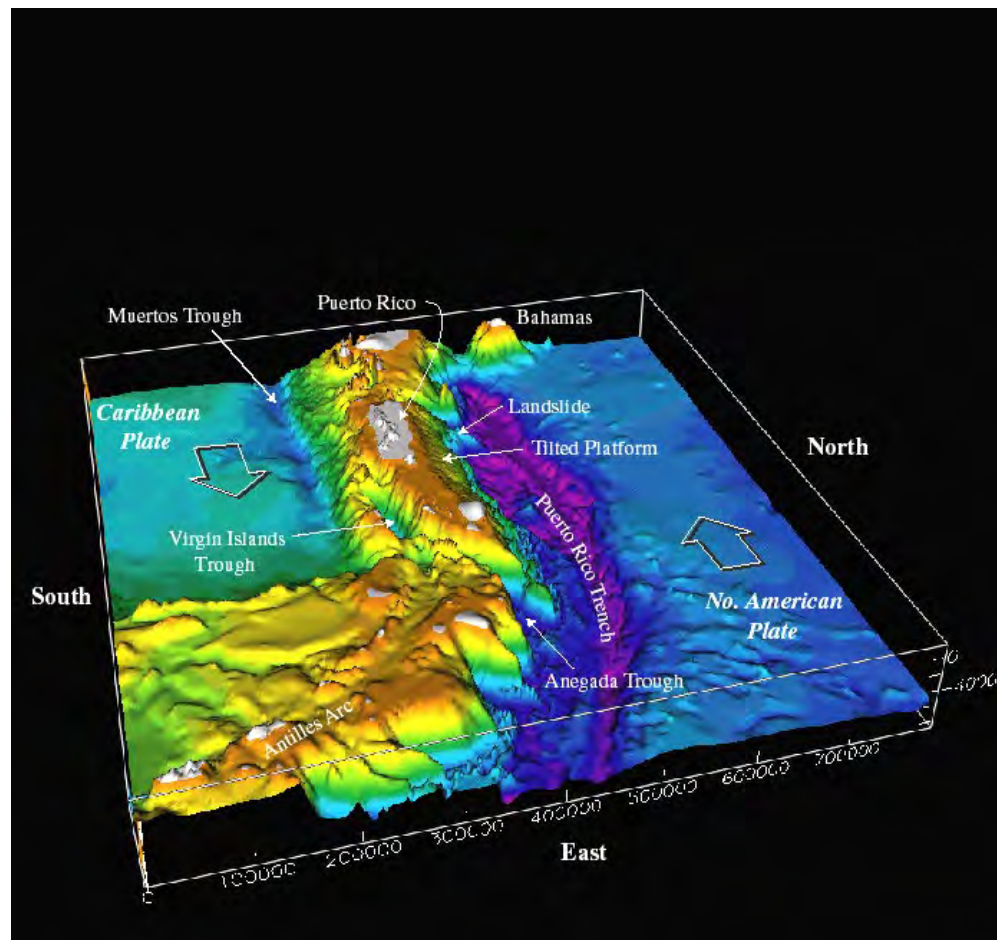


NOAA/NWS/Pacific Tsunami Warning Center

Fosa de Puerto Rico y Falla Montalva - La actividad sísmica se concentra en 8 zonas

1. Puerto Rico trench
2. Fallas de pendiente en el norte y sur de PR
3. 'Zona Sombrero' en el Noroeste
4. Hacia el oeste, en el Cañón de Mona
5. Paso Mona
6. Al este, en la depresión de las Islas Vírgenes y Anegada.
7. Depresión de los Muertos hacia el sur
8. Suroeste de PR

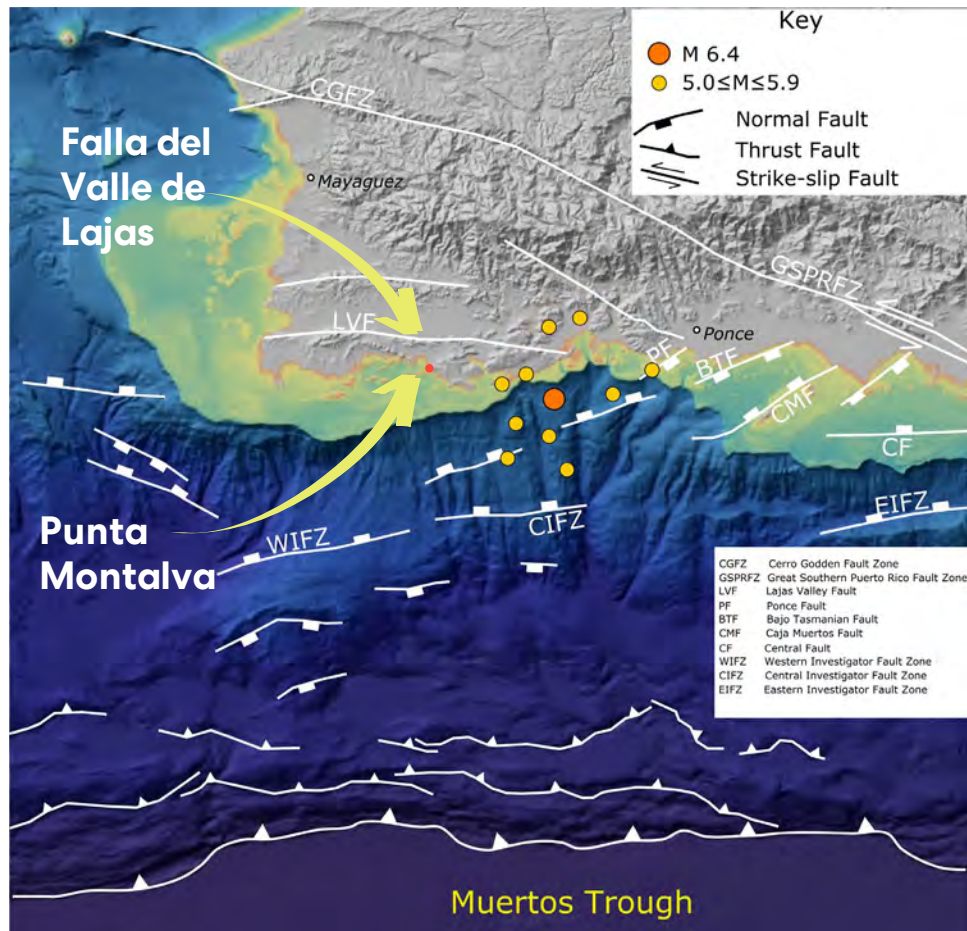
→
Batimetría de la esquina noreste de la placa caribeña.
Imagen cortesía de U.S.Geological Survey.



Fosa de Puerto Rico y Falla Montalva - La actividad sísmica se concentra en 8 zonas

1. Puerto Rico trench
2. Fallas de pendiente en el norte y sur de PR
3. 'Zona Sombrero' en el Noroeste
4. Hacia el oeste, en el Cañón de Mona
5. Paso Mona
6. Al este, en la depresión de las Islas Vírgenes y Anegada.
7. Depresión de los Muertos hacia el sur
8. Suroeste de PR

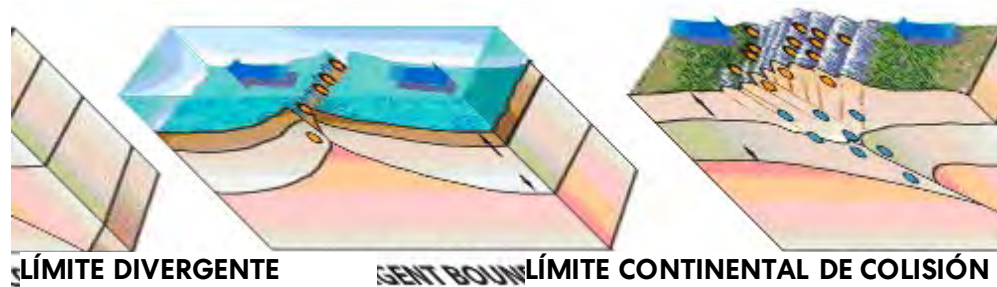
Mapa que muestra la ubicación de los terremotos más grandes en el 2019-2020
Secuencia de Puerto Rico con topografía y fallas.
Crédito: Mikenorton



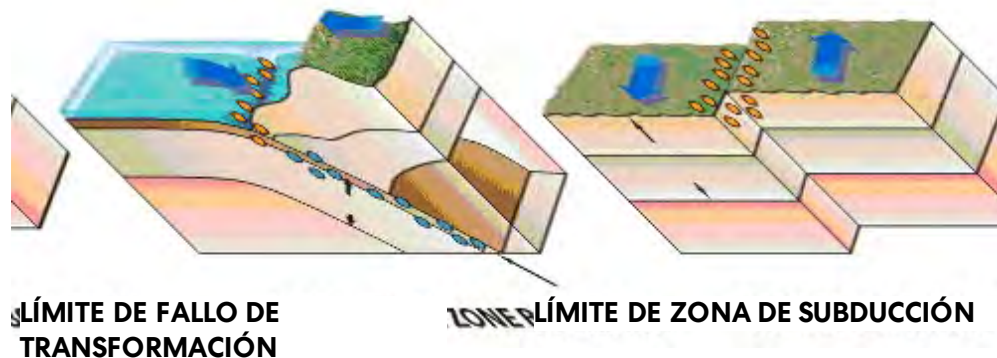


Tipos de Movimiento Sísmico

- Sacudiendo en una sola dirección horizontal
- Sacudiendo en múltiples direcciones horizontales
- Temblando arriba y abajo



La Falla del Valle de Lajas se mueve así!



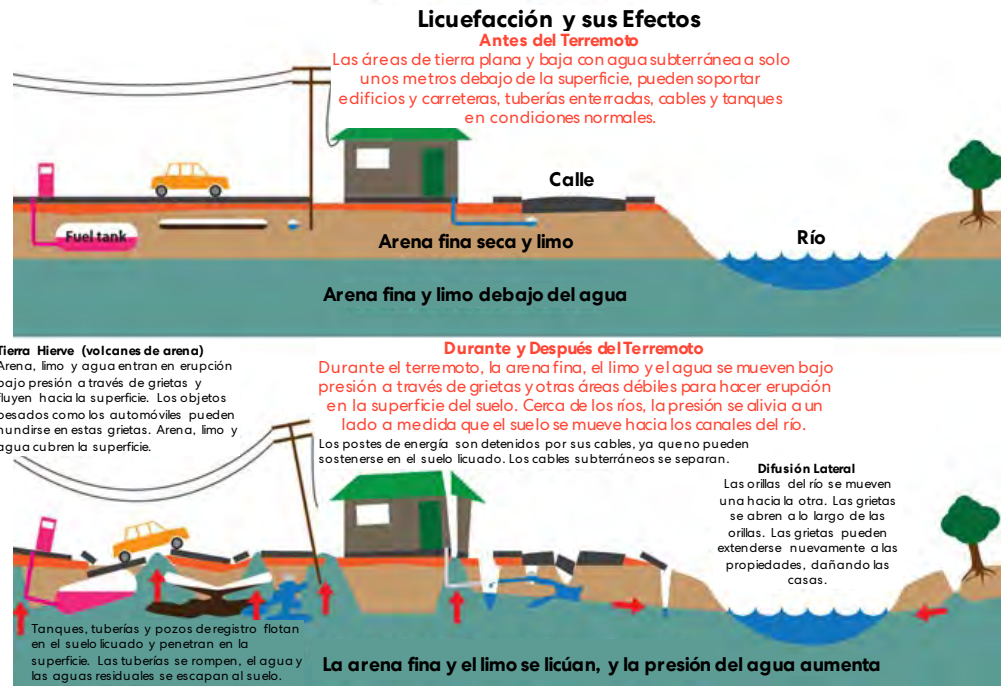
Tipos de fallas sísmicas.



Otros efectos sísmicos de un terremoto

- **Licuefacción**
- **Deslizamiento de tierra**
- **Ruptura del suelo**
- **Tsunami**
- **Incendio / escape de gas**

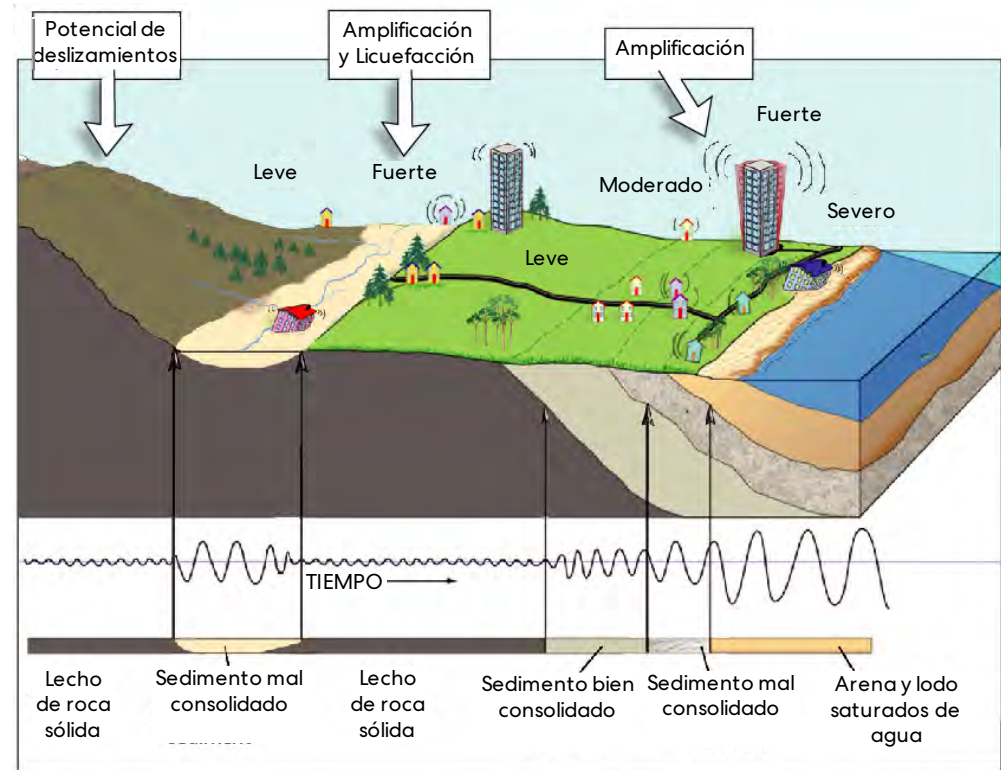
Licuefacción y sus efectos. Crédito: IPENZ (now Engineering New Zealand) (2011).



Tipos de Efectos Sísmicos

- **Licuefacción**
- **Deslizamiento de tierra**
- **Ruptura del suelo**
- **Tsunami**
- **Incendio / escape de gas**

Los deslizamientos de tierra, la amplificación y la licuefacción son todos los peligros potenciales del terremoto, especialmente en suelos blandos y húmedos.



→
Crédito de imagen: SERC

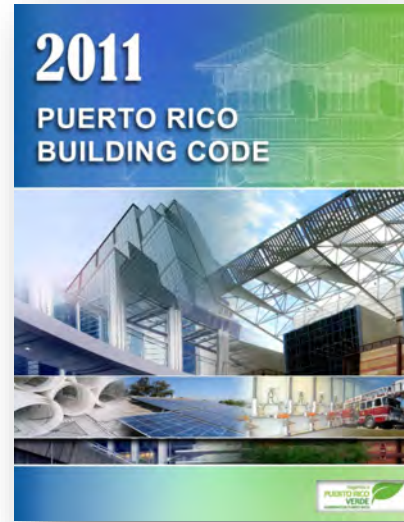
Parte 1



Evaluación del Hogar para el
Reingreso: Protección de la
Vida / Protección de la
Propiedad

Protegiendo la Vida

Los códigos de construcción juegan un papel importante en el mantenimiento de la seguridad de las comunidades con énfasis en la salud, la seguridad y el bienestar de los ocupantes del edificio. Los códigos de construcción dan instrucciones a arquitectos, ingenieros, contratistas y propietarios para construir edificios seguros.



La prioridad de un código de construcción es proteger la vida. En el caso de un terremoto, el edificio podría deformarse pero no colapsar para dar tiempo a los ocupantes para la evacuación.

El Cumplimiento del Código

La construcción en Puerto Rico debe cumplir con el Código de Construcción Internacional y los códigos de construcción locales para la Categoría de Diseño Sísmico D.



D ₀ Marrón claro	Podría experimentar temblores muy fuertes (cuanto más oscuro es el color, más fuerte es el temblor).	Sacudida muy fuerte - Daño leve en estructuras especialmente diseñadas; daños considerables en edificios sustanciales comunes con colapso parcial. Daño grande en estructuras mal construidas.
D ₁ Marrón más oscuro		
D ₀ Marrón más oscuro		

Tipos de falla de construcción

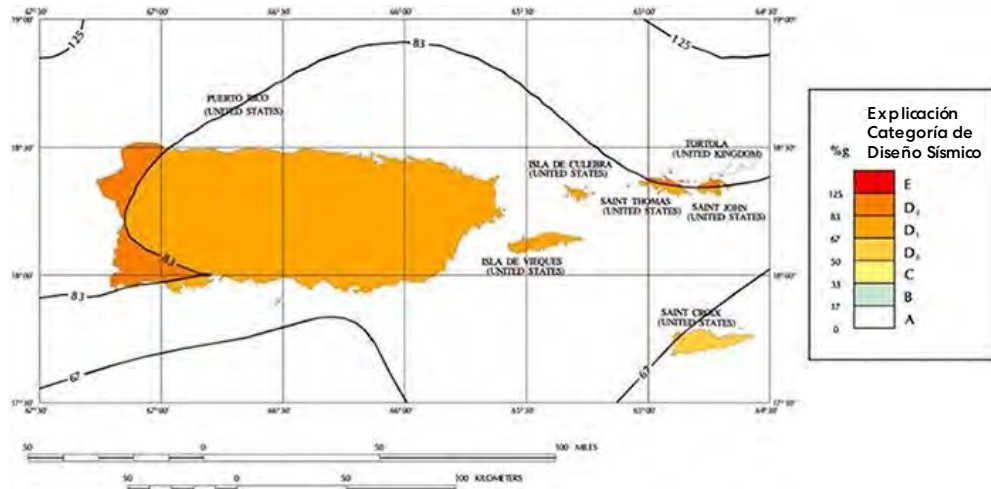
Colapso Total

Mal diseño y construcción, pérdida de vidas.

Colapso Parcial de Edificios y Enmarcados

El colapso del primer piso y aquellos en ese piso podrían morir.

El hecho de que un edificio tenga refuerzos no significa que sea segura.



Mapa de COSUDE de Puerto Rico, las Islas Vírgenes de los Estados Unidos y Tortola para ocupación de baja altura Estructuras de Categoría I y II ubicadas en sitios con condiciones de suelo aluvial promedio.

Protegiendo Propiedad

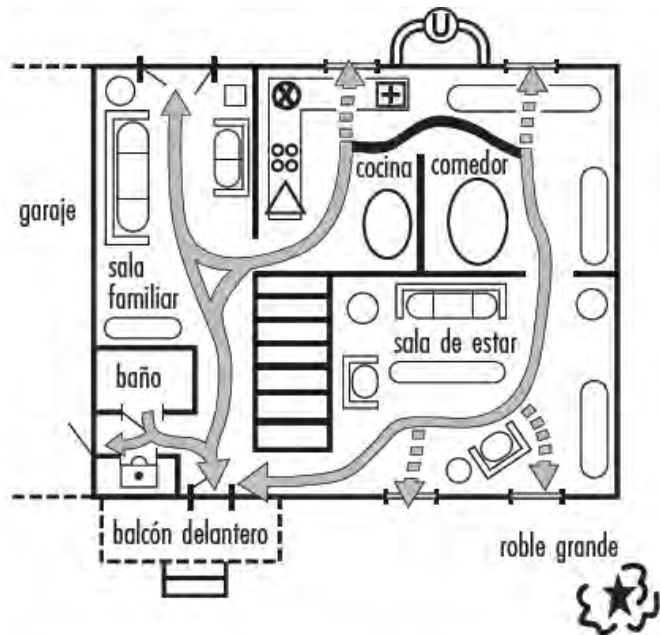


Podemos diseñar y construir de manera que los daños menores puedan repararse sin tener que demoler toda la estructura, economizando tiempo, dinero y posible trauma a cada familia afectada.



Las estructuras con detalles dúctiles, redundancia y regularidad son favorecidas por la resistencia a la fuerza sísmica.

Antes



Consulte a un ingeniero estructural profesional sobre la seguridad de su hogar. Produzca un plan para adaptar o reforzar cualquier elemento inadecuado.

Realice simulacros familiares, mantenga un kit de suministros de emergencia para el hogar

Anclar a la pared muebles altos y pesados u objetos del techo con sujetadores flexibles.

No almacene objetos pesados en estantes altos. Estos objetos pueden caer sobre alguien.

Visualice su ruta de escape y asegúrese de que no haya objetos que puedan caer y obstruir su salida.

Si puede salir fácilmente de su hogar, hágalo.

Si está en un edificio alto, puede buscar refugio inmediato debajo de una mesa (dejarse caer, cubrirse y esperar). Después de los temblores, vaya a la escalera de salida más cercana y evacúe el edificio.

Artículos de emergencia para tener a mano en una mochila

¡Mantén en tu mesa de noche!



Kit de Terremotos para Tener a Mano Mochila de Emergencia	zapatos linterna pito espejuelos medicinas licencia de conducir
	Artículos Personales Importantes dinero tarjetas de crédito pasaporte
	Diversos Artículos radio comida enlatada agua baterías celular cargador
	Ropa ropa toallas guantes
	Primeros Auxilios primeros auxilios gazas papel inodoro papel / wippies

Los iconos en este cuadro provienen de <https://thenounproject.com/>

¿CÓMO ACTUAR ANTE UN SISMO?

PREVENCIÓN

- REVISAS LAS INSTALACIONES
- PASADIZOS LIBRES
- IDENTIFICA ZONAS SEGURAS
- PLANIFICA Y PARTICIPA

DURANTE

- CONSERVA LA CALMA
- NO USES ASCENSORES
- ALÉJATE DE LAS VENTANAS
- UBÍCATE EN ZONA SEGURAS

DESPUÉS

- REVISAS EL LUGAR
- PUNTO DE ENCUENTRO
- SOLO USA LINTERNA
- PERSONAS HERIDAS

MOCHILA DE EMERGENCIA

CAJA DE RESERVA

USA MENSAJES DE TEXTO

NÚMEROS DE EMERGENCIA

ppp NOTICIAS Fuente: INDECI Grupo RPP - 2015 Elaborado por: Iván Schmitt

Ilustración de INDECI

Practica un plan de emergencia.

Practica cómo protegerte.

Examina y usa tu entorno.

Prepare y mantenga sus provisiones.

<http://redsismica.uprm.edu/>



Durante

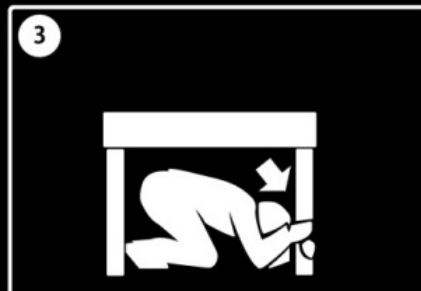
¡Protégete!



¡Agáchate!



¡Cúbrete!



¡Sujétate!

Si estás dentro de un vehículo, detente y para. Pon tu freno de estacionamiento.

Si estás en la cama, ponte boca abajo y cúbrete la cabeza y el cuello con una almohada.

Si está afuera, manténgase alejado de los edificios.

No obstruyas rutas de escape.

No corras hacia afuera.

Después



<https://www.earthquakecountry.org/step6/>

Evalúa el estado de tu familia, amigos y vecinos.

Apague cualquier incendio o chispa, o llame al 911 si el fuego es un incendio.

Cierre el suministro de agua y gas.

Revise su casa por daños. Evalúa si es más seguro quedarse o buscar refugio en otro lugar.

Prepárese para una posible réplica.

Parte 2



¿Quién puede evaluar mi casa?

Un profesional capacitado puede hacerle saber si su casa es fuerte y segura para ser habitada.



CIAPR
Colegio de Ingenieros y Agrimensores



**COLEGIO DE
ARQUITECTOS Y
ARQUITECTOS PAISAJISTAS
DE PUERTO RICO**

Foto cortesía de José Sánchez y Eddie Guerra.



Responsabilidad de cada profesional por disciplina



Arquitecto

Planifica, diseña y supervisa el equipo multidisciplinario y la construcción de un proyecto



Ingeniero Geotécnico

Entiende la mecánica del suelo / roca, interpreta el comportamiento de los componentes de la tierra



Ingeniero Estructural

Analiza, diseña, planifica e investiga componentes y sistemas estructurales



Contratista

Supervisa un sitio de construcción, gestiona los vendedores y la mano de obra que construye el proyecto





Voluntariado de Ingenieros y Profesionales de Puerto Rico

El Voluntariado cuenta con ingenieros y profesionales **voluntarios para facilitar la prevención, respuesta, mitigación y recuperación** de desastres naturales que **impactan la vivienda en Puerto Rico**. Después de los terremotos de enero, el Voluntariado recibió más de 10,000 solicitudes de inspecciones (tagging). Hoy, con el apoyo de ConPRmetidos, The Voluntariado ha evolucionado para proporcionar además servicios de administración de **casos que ayudan a las familias a través del proceso de inspección, certificación y restauración de su hogar**. Los esfuerzos también incluyen abogados y psicólogos para ayudar a las familias con cualquier otra necesidad relacionada.



↑ Voluntariado de Ingenieros Civiles, Info@ingenierospr.org, (786)292-2388

<https://www.ingenierospr.org/>

Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico

Guías y manuales educativos están disponibles para descargar. Hay una lista de profesionales que se pueden buscar por disciplina y experiencia.

Visitar: <https://www.ciapr.org/guias-y-manuales-de-orientacion/>



CIAPR

Colegio de Ingenieros y Agrimensores



CIAPR, el G-8 y Unidos por Puerto Rico comienzan construcción Mi Casa Resistente.



Colegio de Arquitectos y Arquitectos Paisajistas de Puerto Rico

CAAPPR organiza conferencias educativas para profesionales y la comunidad. Estos se publican en el calendario del sitio web. Hay un directorio profesional en línea.



<https://www.caappr.org/>



Instituto Americano de Arquitectos, Puerto Rico

AIA Puerto Rico ha desplegado profesionales capacitados para etiquetar casas en los vecindarios del sur de la isla. Esto permite a las familias comprender qué casas son seguras, necesitan reparaciones o tienen daños estructurales importantes. ¿Por qué es esto importante como acción a corto plazo? Elimina la incertidumbre que enfrentan muchas familias en cuanto a la seguridad de su hogar.



Eugenio Ramírez, Presidente del AIA Puerto Rico, inspeccionando casas con un equipo.

<https://www.aiapr.com/home>



El Programa de Asistencia por Desastre de AIA equipa a los arquitectos con el conocimiento y las habilidades para mitigar, prepararse, responder y recuperarse de un desastre. <https://www.aia.org/resources/69766-disaster-assistance-program>

Entrenamiento del SAP

El Safety Assessment Program (SAP) utiliza voluntarios y recursos de ayuda mutua para proporcionar ingenieros profesionales, arquitectos e inspectores de edificios certificados para ayudar a los gobiernos locales en la evaluación de seguridad de su entorno construido después de un desastre. El programa es administrado por Cal OES, en cooperación con organizaciones profesionales. Cal OES emite tarjetas de identificación de registro a todos los Evaluadores de SAP que hayan completado con éxito los requisitos del programa.



ATC-20 Evaluación detallada del formulario de evaluación de seguridad.
Ejemplo de tarjeta de identificación.

ATC-20 Detailed Evaluation Safety Assessment Form

Inspection: Inspector ID: _____ Final Posting from page 2: Inspected Restricted Use Unsafe

Building Description: Building name: _____ Address: _____ Building contact(s): _____

Evaluation: Investigate the building for the conditions below and check the appropriate column. There is room in the second page for a sketch.

	Minor/None	Moderate	Severe	Comments
Overall hazards:				
Collapse or partial collapse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Building or story leaning	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Other	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Structural hazards:				
Foundations	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Roofs, floors (vertical loads)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Columns, pilasters, walls	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Chimneys, horizontal bracing	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Walls, vertical bracing	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Roof connections	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Other	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Nonstructural hazards:				
Parapets, ornamental	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Chimneys, gables	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ceilings, light fixtures	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Interior walls, partitions	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Elevators	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Stairs, exits	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Electric, gas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Other	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Geotechnical hazards:				
Slope failure, debris	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ground movement, fissures	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Other	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
General Comments:				

ATC-20 Detailed Evaluation Safety Assessment Form Page 2

Building name: _____ Inspector ID: _____

Sketch (optional): Provide a sketch of the building or damaged portions, indicate damage points.

Estimated Building Damage: If required by the jurisdiction, estimate building damage repair cost - replacement cost, excluding contents.

None
 0-1%
 1-10%
 10-50%
 50-100%
 100%

Posting: If there is an existing posting from a previous evaluation, check the appropriate box. Previous posting: INSPECTED RESTRICTED USE UNSAFE. Inspector ID: _____ Date: _____

If necessary, revise the posting based on the new evaluation and team judgment. Severe conditions endangering the overall building are grounds for an Unsafe posting. Local Severe and overall Moderate conditions may allow a Restricted Use posting. Indicate the current posting below and in the top of page one.

INSPECTED (green placard) RESTRICTED USE (yellow placard) UNSAFE (red placard)

Record any use and entry restrictions exactly as written on placard: _____

Further Actions: Check the boxes below only if further actions are needed.

Remedies needed in the following areas: _____

Engineering Evaluation recommended: Structural Geotechnical Other: _____

Other recommendations: _____

Comments: _____



Los arquitectos e ingenieros con licencia capacitados en SAP pueden evaluar su hogar.



Etiquetado del SAP

Evaluación de seguridad de edificios **después del terremoto ATC-20** (segunda edición)

Evaluación de seguridad **ATC-45** de edificios **después de tormentas de viento e inundaciones**



El etiquetado es una forma de comunicar el nivel de peligro después de la inspección.

PRoTECHOS

Misión

Brindar reconstrucción de techos y capacitación vocacional relacionada a los residentes de comunidades desatendidas en todo Puerto Rico.

¡Visite protechos.org o globalgiving.org para obtener más información y donar a este esfuerzo que cambia vidas!



El techo de la casa de Ramona fue destruido con María y PRoTECHOS la reconstruyó.



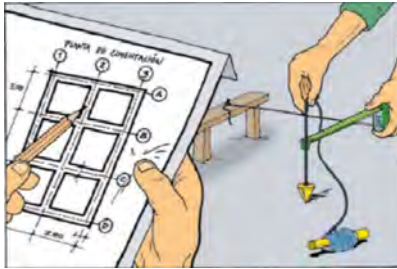
PRoTECHOS

Ejemplo de cómo asegurar el marco del techo a la pared a través de anclajes de fijación mecánica.

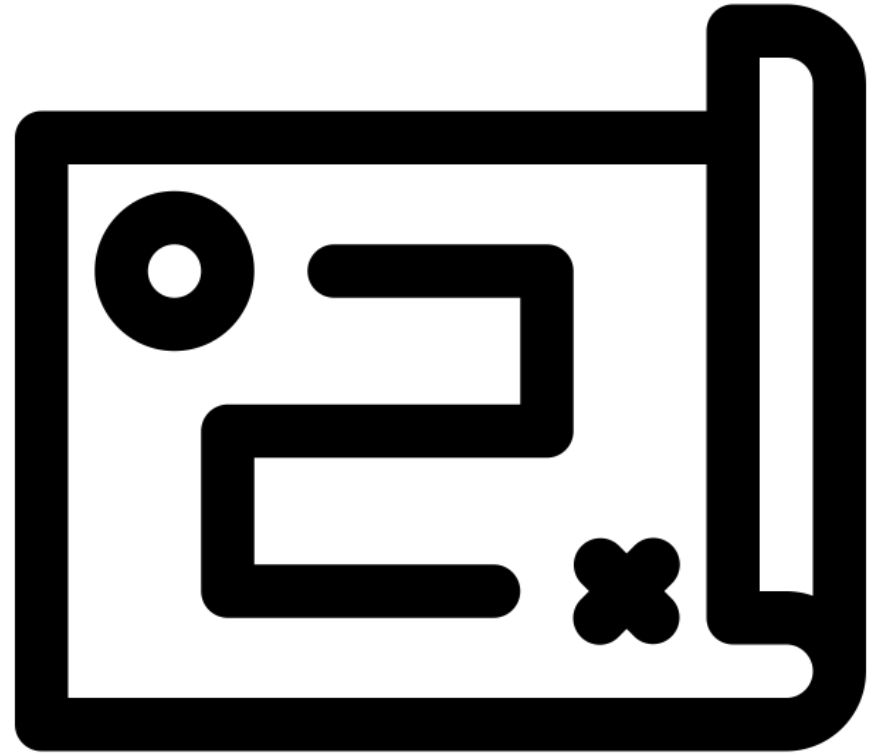


→ PRoTECHOS trabajando durante la pandemia de COVID-19.

Iniciar Hoja de Ruta



El proceso y la documentación son críticos para la planificación de un hogar seguro.



Parte 3



VOLUNTARIADO
DE INGENIEROS Y PROFESIONALES DE PUERTO RICO

Fallas estructurales más comunes
en Puerto Rico, sus causas y
métodos de reparación



VOLUNTARIADO

DE INGENIEROS Y PROFESIONALES DE PUERTO RICO

Nuestro Equipo

El equipo de VIP-PR está compuesto por una variedad de profesionales dedicados que brindan una perspectiva única a la mesa, pero todos con una cosa en común: estamos dispuestos a dar lo que sea necesario para ver a las familias puertorriqueñas en hogares seguros y saludables.

17,933 +
HORAS DONADAS



Jesabel Rivera, MPH

co-Fundadora &
Directora Ejecutiva



José Sanchez, P.E.

co-Fundador &
Ingeniero Estructural
Presidente



Eddie Guerra, P.E.

co-Fundador &
Ingeniero Estructural
Líder Equipo Voluntarios



**Lucero
Andújar-Iglesias**

Administradora de
casos & especialista
de programas



Victoria Mendez

Especialista en
relaciones y desarrollo
de fondos



Yanel De Angel, FAIA

Arquitecta
Voluntaria



Jesús Nuñez, P.E.

Structural Engineer
Volunteer



Edgar Marmolejo, P.E.

Structural Engineer
Volunteer



Ruben Velez, P.E.

Structural Engineer
Volunteer



Nannette Jover, P.E.

Structural Engineer
Volunteer



Luiber Lugo

Contractor
Volunteer



Ariel Irizarry, P.E.

Structural Engineer
Volunteer



Danielly Staback

Architect
Volunteer

Vulnerabilidades Identificadas



Acceso Limitado a Peritos en Ingeniería Estructural o Sísmica

Existe un acceso limitado a ingenieros estructurales o sísmicos en la isla. El acceso es aún menor para las familias de bajos ingresos.



Retos y Peligros de Construcciones Informales

La falta de acceso a asistencia profesional asequible ha dejado a los hogares vulnerables a los desastres.



Informes inadecuados para agencias federales

Se ha denegado un número significativo de solicitudes de ayuda federal debido a informes inconsistentes y procesos complejos.



Terremotos recurrentes

Miles de réplicas han llevado a que los hogares se continúen deteriorando, si no se toman medidas de mitigación adecuadas.



Orientación limitada sobre la reconstrucción de viviendas seguras

Los propietarios de viviendas enfrentan desafíos para acceder a recursos y materiales educativos para la reconstrucción de sus viviendas.



Demografía vulnerable

Los grupos demográficos de personas mayores y con necesidades especiales se ven afectados de manera desproporcionada por las barreras del sistema.



COVID-19

Cierres de emergencia de Covid-19 obliga a las familias a permanecer en hogares que pueden comprometer su seguridad.



Trauma y su impacto en la salud

Los desastres recurrentes y el proceso de recuperación es un abrumador determinante social que deteriora la salud.

Nuestra Misión

Trabajar con **profesionales e ingenieros voluntarios** para **facilitar la preparación, respuesta, mitigación y recuperación** de desastres naturales que impactan los hogares en Puerto Rico.

COVID - 19 Impacto en las operaciones



Trauma y su impacto en la salud



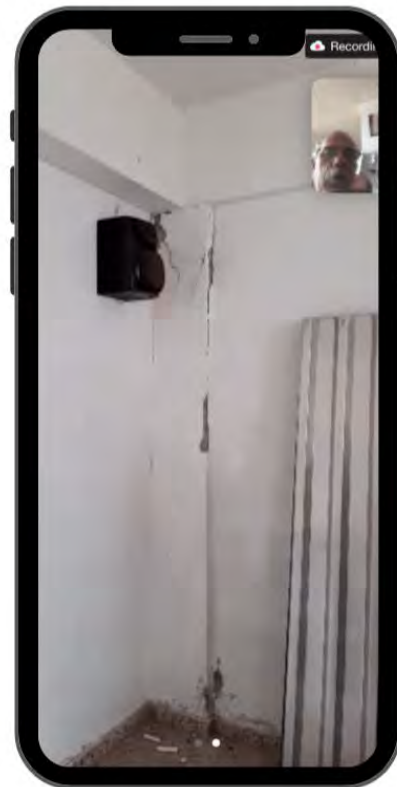
COVID-19

**El hogar debe ser un espacio de seguridad para los puertorriqueños ...
para miles ese no es el caso.**

Debido a las órdenes de seguridad de "quédate en casa", nuestro dedicado equipo ha estado realizando inspecciones de viviendas en línea, con el propósito de determinar la seguridad y habitabilidad de estas viviendas.

¿Porqué?

- Las réplicas continúan haciendo temblar la isla y el número de solicitudes de inspección aumenta en cada temblor.
- Ordenes de seguridad de "quédate en casa" obliga a las familias a permanecer en hogares que pueden comprometer su seguridad.
- Los desastres recurrentes y el proceso de recuperación abrumador deterioran la salud.



Nuestra Estrategia

TRANSFORMAR

Activamos nuestra red de profesionales y socios de la construcción para reconstruir hogares más seguros, asesoramos a colegas y propietarios sobre el diseño y la aplicación de la resistencia a desastres



Orientación Limitada sobre la Reconstrucción de Viviendas Seguras



Acceso Limitado a Peritos en Ingeniería Estructural o Sísmica

CONECTAR

Trauma y su Impacto en la Salud



Demografía Vulnerable



Terremotos Recurrentes



Se crean informes esenciales, se trabaja con nuestra red de expertos en recuperación de desastres y organizaciones asociadas para abordar las necesidades únicas de cada caso.



EVALUAR

Los participantes comienzan nuestro el programa Ruta a Una Casa Segura. Comenzamos brindando inspecciones de viviendas seguras con expertos, informes detallados de ingeniería estructural, todo mientras creamos una relación de confianza para mejor entender las necesidades de la familia.



COVID-19



Acceso Limitado a Peritos en Ingeniería Estructural o Sísmica



Informes inadecuados para agencias federales



Retos y Peligros de Construcciones Informales

PROGRAMA RUTA A UNA CASA SEGURA (RUCS)



MANEJO DE CASO

Los profesionales de recuperación de desastres manejan el caso de cada participante y el proceso de solicitud de FEMA.

Los participantes están conectados con el equipo de abogados pro bono, apoyo emocional y expertos en construcción de VIP-PR durante todo el programa RUCS.



INSPECCIÓN

Profesionales capacitados evalúan la vulnerabilidad de cada hogar mediante la realización de informes de daños e inspecciones de hogares virtuales ATC-20 complementarios.

Evaluación de Daños: Gratis



REPORTE DETALLADO

Los ingenieros estructurales y los profesionales de la construcción proporcionan informes detallados que cumplen con los estándares federales y privados.

Reporte de Ingeniero Estructural con Estimado de Costo (S.E.R): \$500*

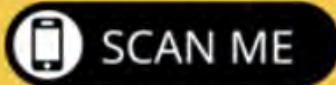
FEMA proporciona \$500 para S.E.R a sobrevivientes elegibles



RECONSTRUCCIÓN

Se coordina reconstrucción con ingenieros, contratistas y arquitectos experimentados que utilizan materiales de construcción sostenibles apropiados a nivel local y diseños resistentes a desastres.

ÚNETE AL EQUIPO



Forma parte de un equipo innovador de profesionales que están teniendo un impacto en la comunidad. ¡Únete a nosotros hoy!

Beneficios

- Impacta a quienes más lo necesitan
- Educación continua
- Foros técnicos semanales
- Capacitación relevante para la respuesta y recuperación ante desastres
- Mentoría entre colegas

Si desea solicitar nuestro servicio: visite nuestra página de internet, nuestra página de Facebook o envíenos un correo electrónico.



[linkedin.com/company/voluntariadopr](https://www.linkedin.com/company/voluntariadopr)



[@voluntariadodeingenieros](https://www.facebook.com/voluntariadodeingenieros)



[@ingenieros_pr](https://twitter.com/ingenieros_pr)



www.IngenierosPR.org



Info@IngenierosPR.org

Experiencia Reciente de las Inspecciones en Puerto Rico*



* Basado en experiencia de mas de 500 inspecciones hechas por el grupo de Voluntariados

En general, las residencias inspeccionadas en Puerto Rico presentan uno de los siguientes tres (3) diseños:



**Casa de 1 piso hecha de bloques /
pórticos de concreto**

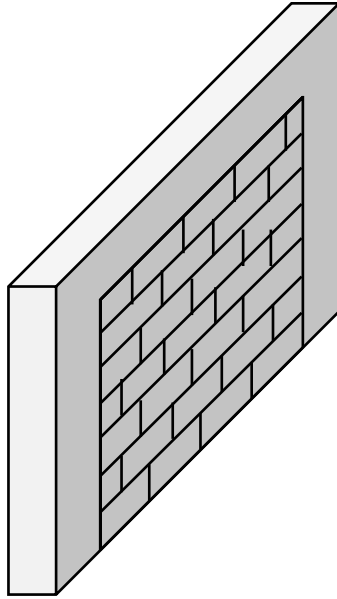


**Casa de 2 pisos hecha en bloques
y concreto**

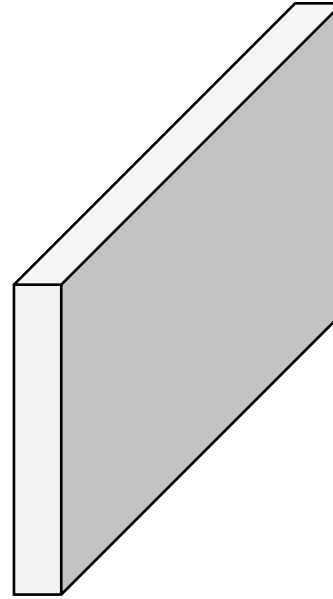


**Casa hecha en madera con
fundación en concreto**

Dos sistemas que resisten carga lateral típicos en residencias en Puerto Rico



**Pared de bloque no reforzada
en pórtico de concreto**



Pared de concreto reforzado

Fallas Típicas en Puerto Rico, sus Causas y Métodos de Reparación

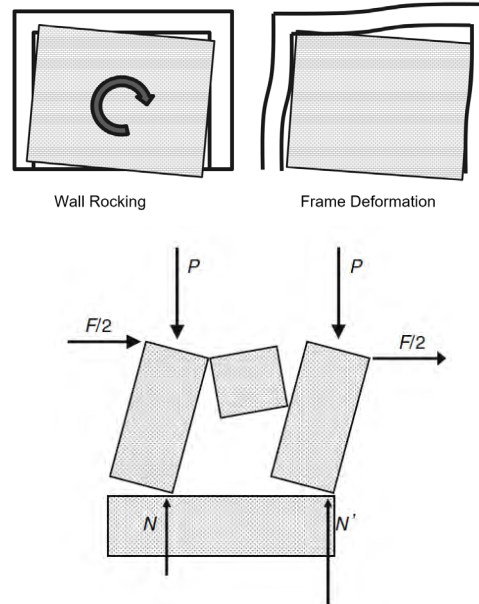
Falla #1

Separación en la Interface de Pared-Pórtico

¿Que veo?



¿Por qué sucede?



Métodos de reparo



Falla #2

Falla de Pared en Compresión

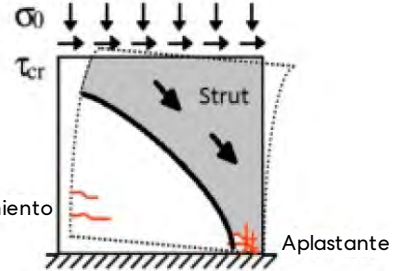
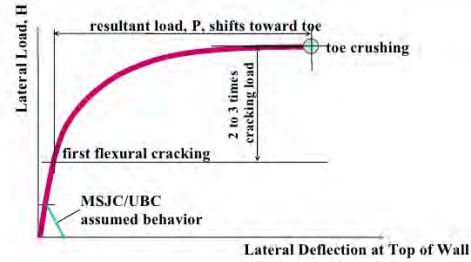
¿Que veo?



¿Por qué sucede?

URM Shear Walls

Post-Cracked Behavior



Métodos de reparo



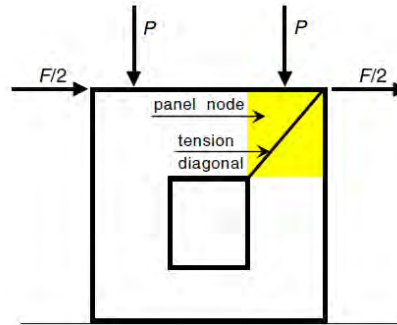
Falla #3

Grietas Diagonales en Esquinas

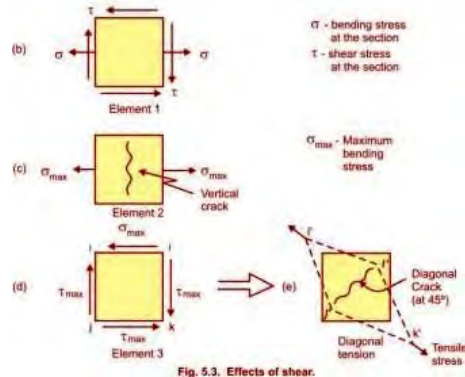
¿Que veo?



¿Por qué sucede?



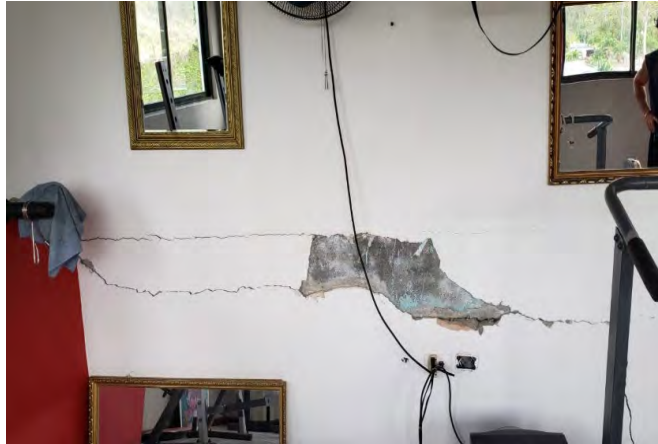
Métodos de reparo



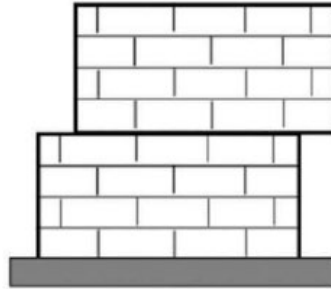
Falla #4

Grietas Horizontales en Paredes

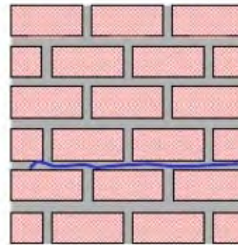
¿Que veo?



¿Por qué sucede?



Bajo esfuerzo de
compresión vertical



deslizándose a lo largo
de las articulaciones de
la cama horizontal

Métodos de reparo

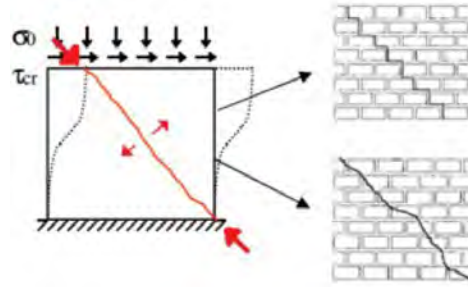


Falla #5 Grietas Diagonales en Paredes

¿Que veo?



¿Por qué sucede?



Grieta escalonada,
juntas de mortero
pobres

Grieta diagonal,
buenas juntas de
mortero

Métodos de reparo



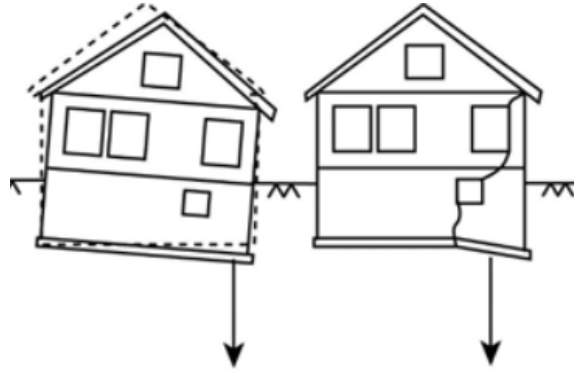
Falla #6

Fallas en Losa de Piso

¿Que veo?



¿Por qué sucede?



Métodos de reparo



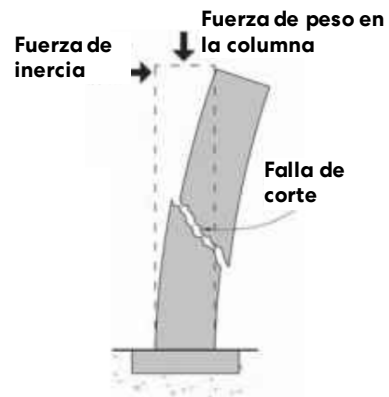
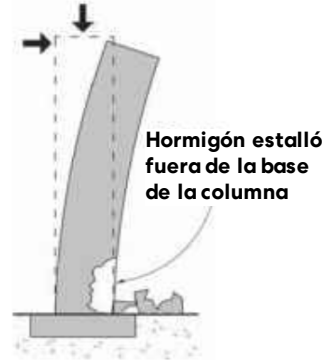
Falla #7

Fallas en Columnas

¿Que veo?



¿Por qué sucede?



Métodos de reparo



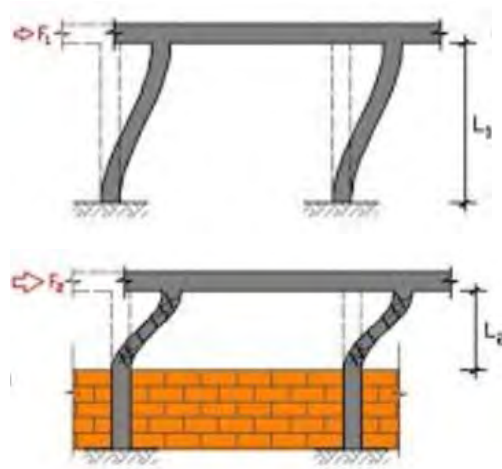
Falla #8

Falla de Columna Corta

¿Que veo?



¿Por qué sucede?



Métodos de reparo



Parte 4



Identificación de fallas
sísmicas estructurales y no
estructurales para casas de
concreto y madera

**Técnicas de construcción para
soportar eventos sísmicos**

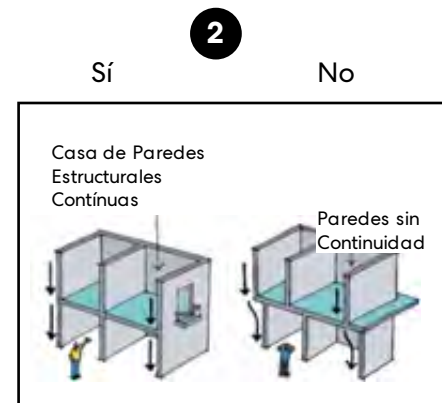
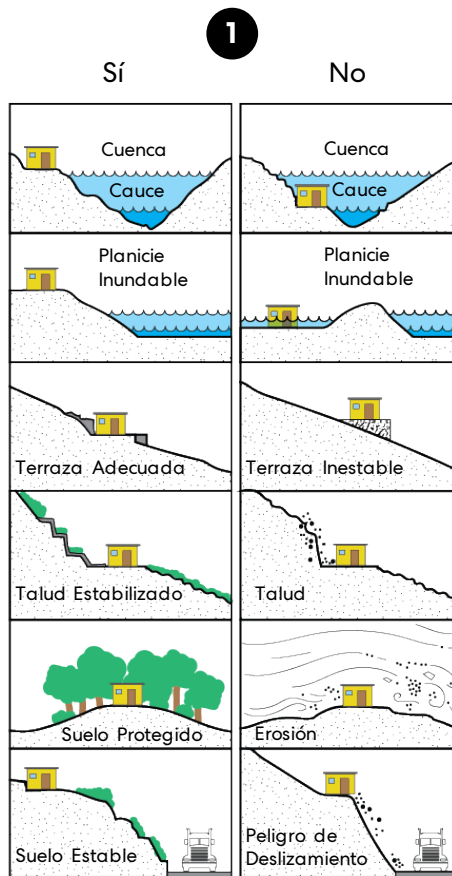
Construcción Segura

Las siguientes consideraciones son esenciales para la seguridad sísmica del hogar, y requieren evaluación profesional:

- 1. Evaluación de la selección del sitio:** calidad del suelo, nivel de planicie de inundación, pendiente y estabilidad del suelo, características naturales
- 2. Continuidad estructural:** crucial para disminuir el riesgo de fallas comunes
- 3. Redundancia y continuidad de la ruta de carga:** desde el techo hasta las vigas, las paredes, los pisos, los cimientos y el suelo.



Ubicación segura del sitio y redundancia estructural y continuidad de la ruta de carga.



Recomendaciones para la Rehabilitación Sísmica de Viviendas en Puerto Rico

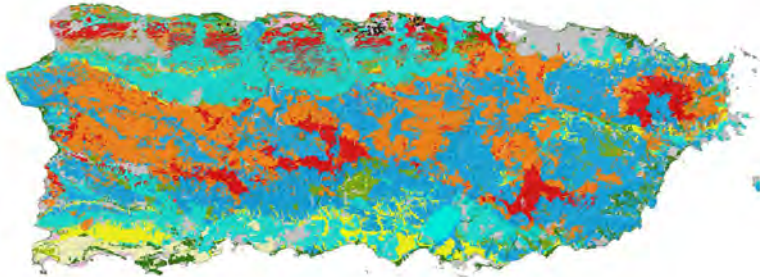
<https://www.yumpu.com/es/document/rea/d/63060487/18vivienda-small>

Resilientes en Comunidades Isleñas

<https://www.enterprisecommunity.org/solutions-and-innovation/disaster-recovery-and-rebuilding/mantengaseseguro>

Guía Manténgase Seguro

Propiedades de los Tipos de Suelo

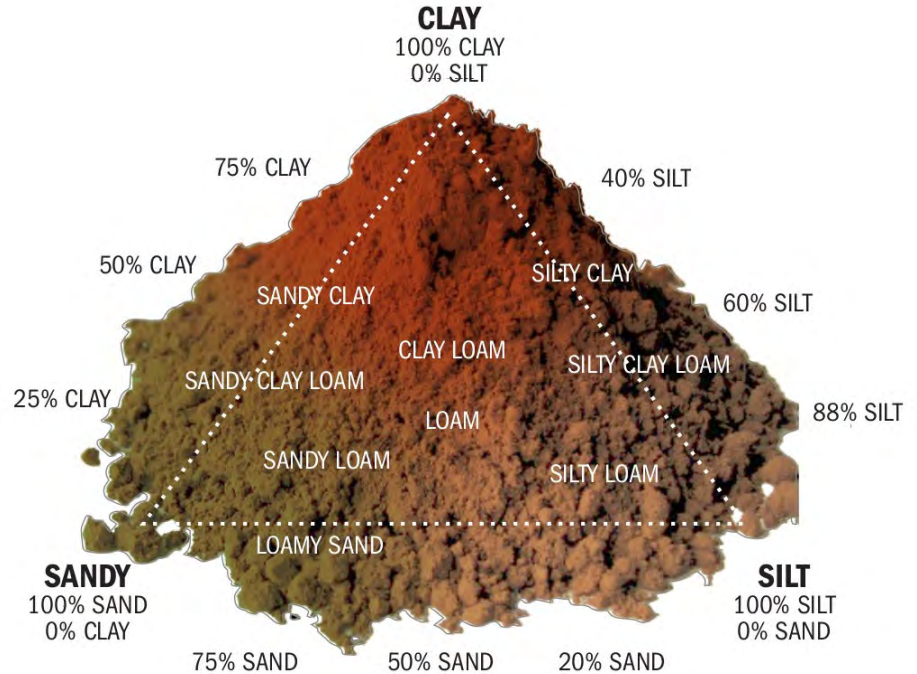


LEGEND

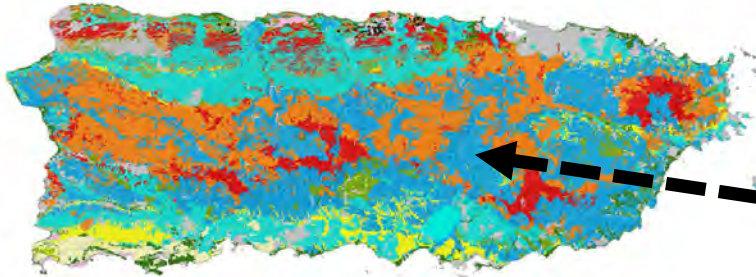
- Alfisols: semi-arid to humid areas
- Aridisols: arid or semi-arid climate
- Entisols: unconsolidated sediment or rock
- Histosols: organic materials
- Inceptisols: more developed unconsolidated sediment or rock
- Miscellaneous: Areas of human altered soil and non-soil areas
- Mollisols: semi-arid to semi-humid areas, typically under a grassland cover.
- Oxisols: tropical rain forest
- Spodosols: typical soils of coniferous or boreal forests
- Ultisols: product of continuous weathering of minerals in a humid, temperate climate
- Vertisols: high content of expansive clay minerals



Ver el Capítulo 1 de la guía Manténgase Seguro.



Soil Types Properties



LEGEND

- Alfisols: semi-arid to humid areas
- Aridisols: arid or semi-arid climate
- Entisols: unconsolidated sediment or rock
- Histosol: organic materials
- Inceptisols: more developed unconsolidated sediment or rock
- Miscellaneous: Areas of human altered soil and non-soil areas
- Mollisol: semi-arid to semi-humid areas, typically under a grassland cover.
- Oxisols: tropical rain forest
- Spodosols: typical soils of coniferous or boreal forests
- Ultisols: product of continuous weathering of minerals in a humid, temperate climate
- Vertisol: high content of expansive clay minerals

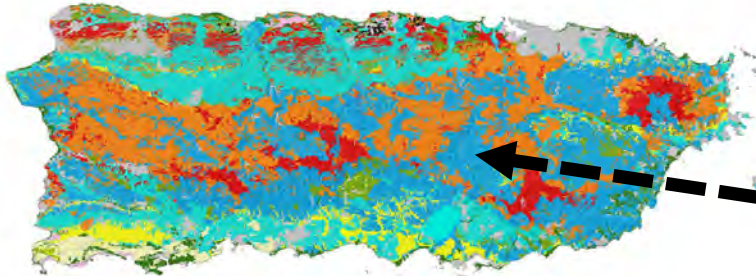


See Keep Safe guide, chapter 1.

LEGEND

- Alfisols: semi-arid to humid areas
- Aridisols: arid or semi-arid climate
- Entisols: unconsolidated sediment or rock
- Histosol: organic materials
- Inceptisols: more developed unconsolidated sediment or rock
- Miscellaneous: Areas of human altered soil and non-soil areas
- Mollisol: semi-arid to semi-humid areas, typically under a grassland cover.
- Oxisols: tropical rain forest
- Spodosols: typical soils of coniferous or boreal forests
- Ultisols: product of continuous weathering of minerals in a humid, temperate climate
- Vertisol: high content of expansive clay minerals

Soil Types Properties



LEGEND

- Alfisols: semi-arid to humid areas
- Aridisols: arid or semi-arid climate
- Entisols: unconsolidated sediment or rock
- Histosol: organic materials
- Inceptisols: more developed unconsolidated sediment or rock
- Miscellaneous: Areas of human altered soil and non-soil areas
- Mollisol: semi-arid to semi-humid areas, typically under a grassland cover.
- Oxisols: tropical rain forest
- Spodosols: typical soils of coniferous or boreal forests
- Ultisols: product of continuous weathering of minerals in a humid, temperate climate
- Vertisol: high content of expansive clay minerals



See Keep Safe guide, chapter 1.

LEGEND

- Alfisols: semi-arid to humid areas
- Aridisols: arid or semi-arid climate
- Entisols: unconsolidated sediment or rock
- Histosol: organic materials
- Inceptisols: more developed unconsolidated sediment or rock
- Miscellaneous: Areas of human altered soil and non-soil areas
- Mollisol: semi-arid to semi-humid areas, typically under a grassland cover.
- Oxisols: tropical rain forest
- Spodosols: typical soils of coniferous or boreal forests
- Ultisols: product of continuous weathering of minerals in a humid, temperate climate
- Vertisol: high content of expansive clay minerals





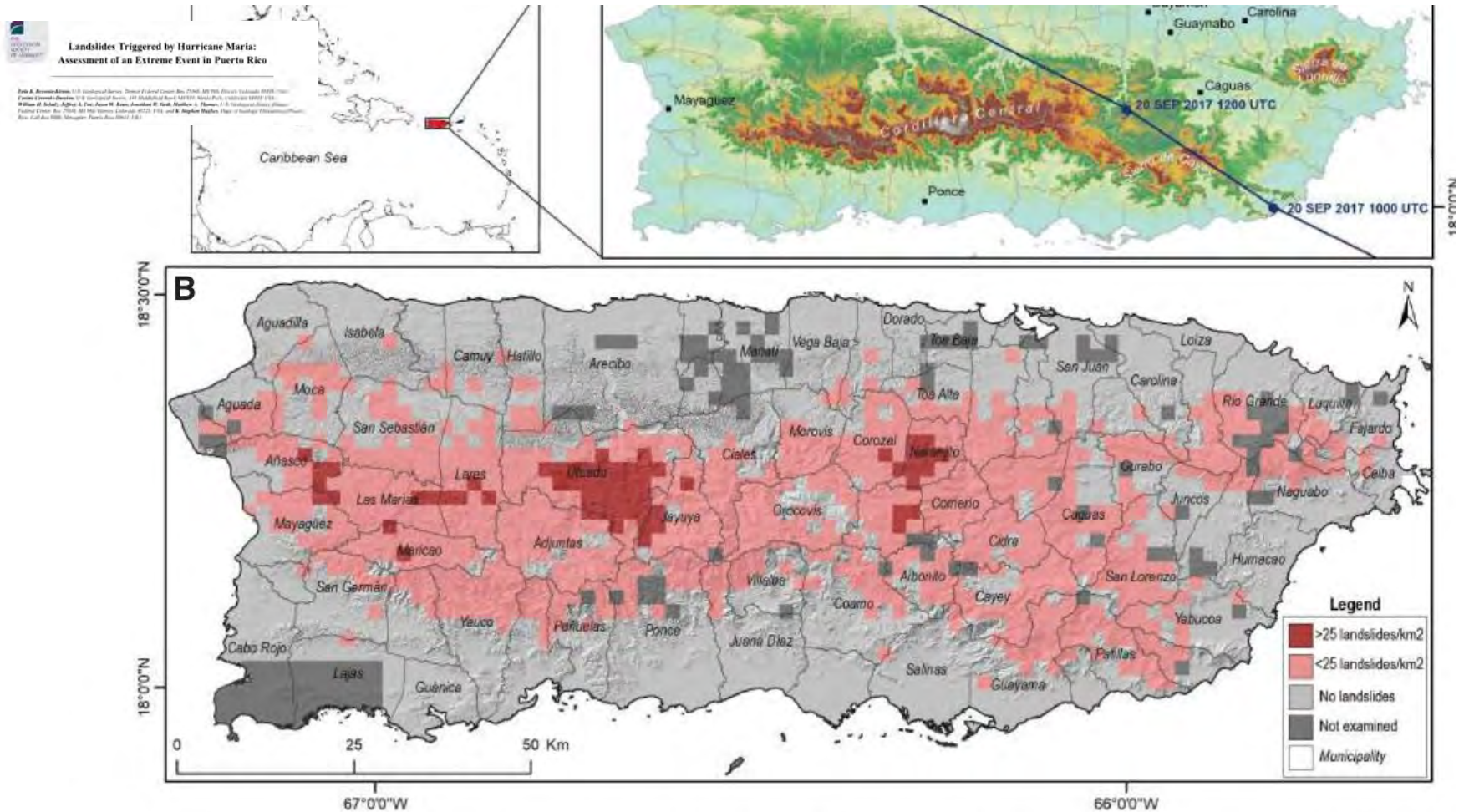


Figure 1. (A) Topographic map of Puerto Rico showing the storm track of Hurricane Maria. (B) Relative density of landslides mapped the rapid classification of satellite and aerial imagery and site visits following Hurricane Maria (updated from Bessette-Kirton et al., 2



Potencial de Licuefacción

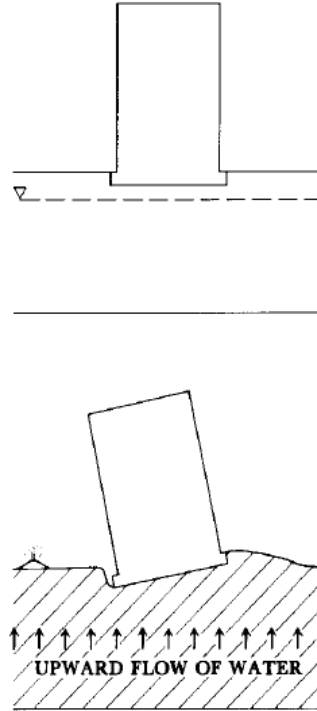
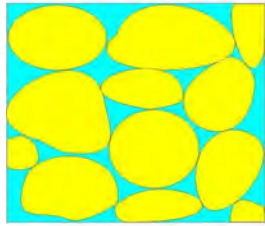
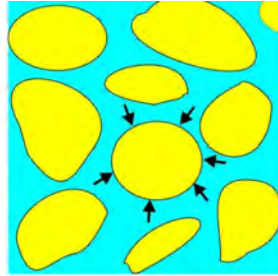



Ilustración de agua subterránea activada

Potencial de Licuefacción



Earthquake
cyclic shaking



Analogía del pozo de bolas

Potencial de Licuefacción



Arena Seca



En Agua Quieta



Agua Agitada - Olas Rompiendo

Potencial de Licuefacción

Pérdida de suelo

- En el epicentro
- 1999 Izmit EQ, Turquía
- Mag. 7.4
- Instituto de investigación de Ingeniería Sísmica, Resumen No 1 de Fundamentos Sísmicos - Licuefacción

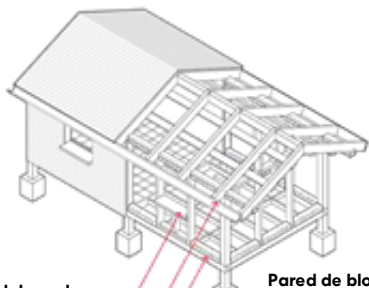


Colapso por Licuefacción.



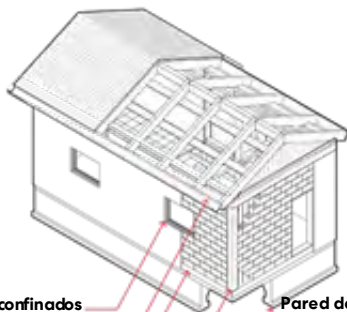
Tipos de Construcción

Madera



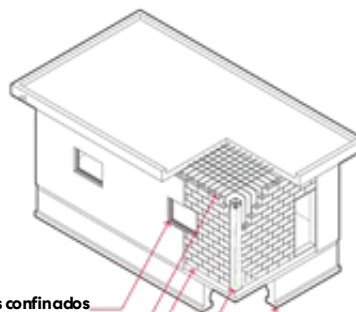
- Marco de pared de madera
- Viguetas de madera
- Suelo de madera
- Pie abierto

Bloque de Concreto + Madera



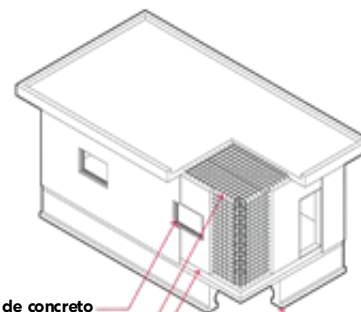
- Pared de bloques confinados
- Viguetas de madera
- Losa del suelo
- Columna vertida
- Zapata cerrada

Bloque de Concreto + Hormigón



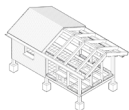
- Pared de bloques confinados
- Techo de hormigón
- Losa del suelo
- Columna vertida
- Zapata cerrada

Hormigón



- Pared de concreto
- Techo de hormigón
- Losa del suelo
- Zapata cerrada

Tipos de Construcción – Aspectos Positivos



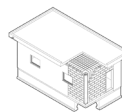
Madera

- **Inherentemente flexible:** fuerte pero elástico
- **Conexiones dúctiles:** capacidad de ceder y desplazarse sin fracturarse (las conexiones mecánicas son importantes)
- **Ligero:** reduce las fuerzas sísmicas de inercia que son proporcionales al peso, es más dúctil y menos peligroso en caso de terremoto.
- **Puede ser muy fuerte y rígido:** dependiendo del grosor de la madera maciza, los paneles, los sujetadores numéricos y el refuerzo de las paredes de corte para resistir la distorsión lateral
- **Menos costoso** y requiere mano de obra menos especializada
- **Secuestra naturalmente el carbono** y puede obtenerse de bosques gestionados de forma sostenible



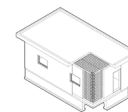
Bloque de Concreto + Madera

- Un techo de madera liviano sobre una pared de bloques de concreto es **apropiado, especialmente si los cimientos y las paredes no fueron diseñados para un techo más pesado**
- El bloque de concreto **puede reforzarse para ofrecer más resistencia y rigidez.**
- Los paredes de bloque **pueden soportar vientos debido a su peso y refuerzo lateral**, pero sólo si están bien construidas.
- Los **bloques de concreto** son inherentemente **resistentes al fuego.**
- Un **techo de madera** se puede anclar adecuadamente a **paredes de bloques de concreto.**



Bloque de Concreto + Hormigón

- El techo de hormigón armado **debe estar adecuadamente anclado a las paredes** de bloques de concreto para evitar que los elementos se deslicen
- Los bloques de concreto reforzado y el techo **pueden soportar vientos por su peso**, pero sólo si están bien construidos. De no ser así, se derrumbarán durante un terremoto.
- **Se desempeñan especialmente bien durante los huracanes** debido a su peso y su capacidad para resistir el impacto de proyectiles.
- **La mezcla de hormigón armado podría diseñarse con contenido reciclado**



Hormigón

- Un edificio de hormigón armado, **permite una mayor flexibilidad de diseño.**
- Puede ser muy **duradero** y soportar grandes eventos, como huracanes y terremotos.
- **Se desempeña especialmente bien durante los huracanes** debido a su peso y su capacidad para resistir el impacto de proyectiles.
- Permite la construcción de **varios niveles** si es diseñado adecuadamente.
- Gran opción si se cuenta con cimientos fuertes.
- El hormigón es **inherentemente resistente al fuego, no se descompone como la madera** y **proporciona un mejor control de sonido** en comparación con la construcción de madera simple

Tipos de Construcción – Aspectos Negativos



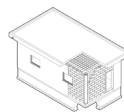
Madera

- **Puede ser especialmente susceptible a los huracanes** si no se construye correctamente.
- **Requiere muchos sujetadores y anclajes mecánicos** para cumplir con los códigos.
- **Los cimientos pueden ser pilotes de madera sobre cimientos de hormigón**, pero éstas son susceptibles a la descomposición.
- En la construcción tradicional de madera en Puerto Rico, la envolvente es más propensa a las filtraciones de aire y agua.
- En climas húmedos tropicales, la madera es más **propensa a pudrirse** o infestarse de insectos (comején y termitas). Tratarla a presión y con pintura puede ser costoso.



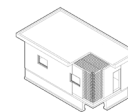
Bloque de Concreto + Madera

- Si las paredes de bloque de concreto están diseñadas de manera incorrecta, **no sostendrán un techo de concreto**. Se debe considerar usar un techo de madera.
- **No es estéticamente agradable si no se empañeta**, es cuestión de preferencia.
- **La zapata debe ser de concreto** para resistir el peso de la casa.
- La **lluvia con viento** puede ser un problema para las juntas si estas no se sellan bien y no se les da **mantenimiento**.
- Las varillas y refuerzos **expuestos** o mal protegidos por mortero con susceptibles a corroerse.



Bloque de Concreto + Hormigón

- El techo de hormigón armado debe estar **adecuadamente atado** a las paredes de bloques de concreto para evitar que los elementos se deslicen y fallen.
- Cuando se construye incorrectamente, **una casa de concreto puede ser particularmente susceptible al colapso en caso de terremoto**.
- **En zonas costeras**, proteger el refuerzo para que no se **oxide** con el tiempo puede requerir **galvanizado**, y el uso de **paredes más gruesas** de lo necesario estructuralmente.
- Si se diseñan mal, los refuerzos son vulnerables a la **corrosión**, lo cual genera **grietas** en el hormigón. Estas dejan colar más agua, que a su vez contiene cloruros que debilitan más el hormigón.



Hormigón

- **Requiere mano de obra más calificada y atención al detalle** (los errores de conexión de las barras de refuerzo pueden estar ocultos a la vista).
- **Requiere mucha agua en el proceso de mezcla y curado**.
- **Los vertidos deben ser monolíticos y bien coordinados**, para evitar juntas no deseadas.
- Construida incorrectamente, **una casa de concreto puede ser especialmente susceptible al colapso en caso de terremoto**.
- **La extracción ilegal de arena para concreto tiene un gran impacto ambiental** (en Puerto Rico, puede acelerar la erosión de playas y la vulnerabilidad de las costas). Esta arena obtenida de forma ilegal puede ser alta en contenido de cloruro, lo cual acelera la corrosión de los refuerzos.



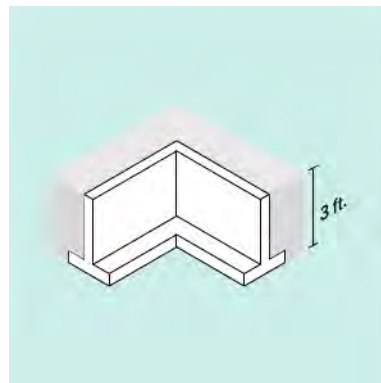
Construcción en Hormigón

Los cimientos deben soportar la "carga" del sistema de pared, techo y elementos interiores anticipados.

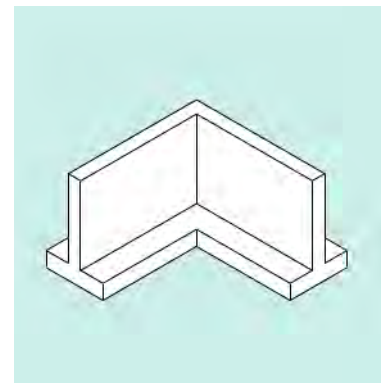


Consideraciones Importantes

- Velocidad del viento según la región
- Categoría de diseño sísmico
- Zona de inundación
- Tipo de suelo
- Nivel de terreno inundable
- Presupuesto

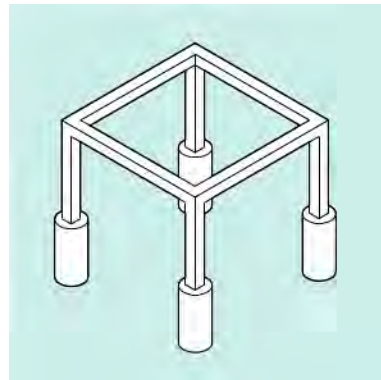


Cerrada

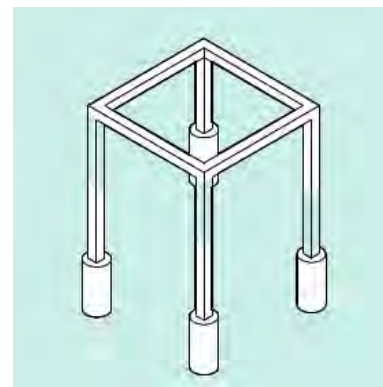


Profunda

Superficial



Abierta



Variedad de cimientos, Ver el Capítulo 2,
Estrategia 5 de la guía Manténgase Seguro.

¿Por qué fallan los cimientos?

Conexiones estructurales débiles entre paredes o pisos

Mezcla de hormigón inadecuada, barras de refuerzo inadecuadas y / o expuestas en cimientos de hormigón

Al corroerse, las varillas se expanden, lo cual genera grietas y rompe la capa externa del hormigón, exponiendo más la estructura al agua, lo que empeora la corrosión en un ciclo que acaba debilitando severamente la estructura

Deterioro y conexiones de zapatas incorrectas en cimientos de madera.

Suelos que no están preparados adecuadamente, lo que incluye su compactación y el dimensionamiento adecuado de zapatas para soporte estructural



Fallo de cimentación, casa en Yabucoa.



Mezcla de hormigón adecuada

A continuación se muestran algunas reglas y proporciones aproximadas para mezclar concreto. Una casa debidamente diseñada tendrá las mezclas especificadas por un profesional. Las mezclas comerciales de concreto (Ready Mix) suelen ser de mayor calidad y consistencia.

1. Lograr una **mezcla de concreto adecuada** es fundamental y debe hacerse con cuidado. Las **proporciones de cemento, arena y piedra triturada varían para cada elemento** (zapatas, columnas, vigas, pisos y dinteles).
2. Por consistencia, **los ingredientes deben medirse usando un mismo tamaño de recipiente**. Se debe agregar agua con cuidado, para **no aguar la mezcla**.
3. Una vez que se vierte el hormigón, **se debe hacer vibrar para eliminar las burbujas de aire o huecos entre el refuerzo**, que podrían debilitar la rigidez y la continuidad de cualquiera de los elementos.
4. **El concreto necesita tiempo para el curado**. El tiempo de curado puede ser generalmente de una semana. Durante este tiempo, debe protegerse del viento y el sol, y debe mantenerse lo más húmedo posible, especialmente durante los primeros días.

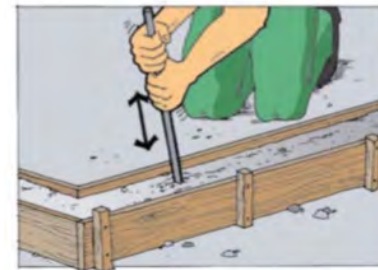
1

Dosificación del hormigón por volumen			
Elementos	Cemento	Arena limpia	Piedra
Zapatas	1 parte	2 partes	2 1/2 partes
Columnas y Vigas	1 parte	2 partes	2 partes
Pisos	1 parte	2 partes	3 partes
Dinteles	1 parte	2 partes	3 partes

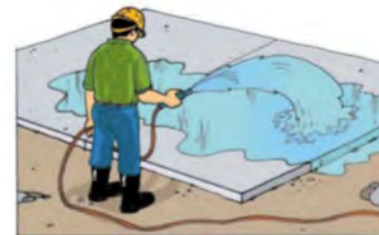
2



3



3



→

Recomendaciones para la Rehabilitación Sísmica de Viviendas en Puerto Rico

<https://www.yumpu.com/es/document/read/63060487/18vivienda-small>

Zapata Abierta: Poste de Madera sobre Concreto

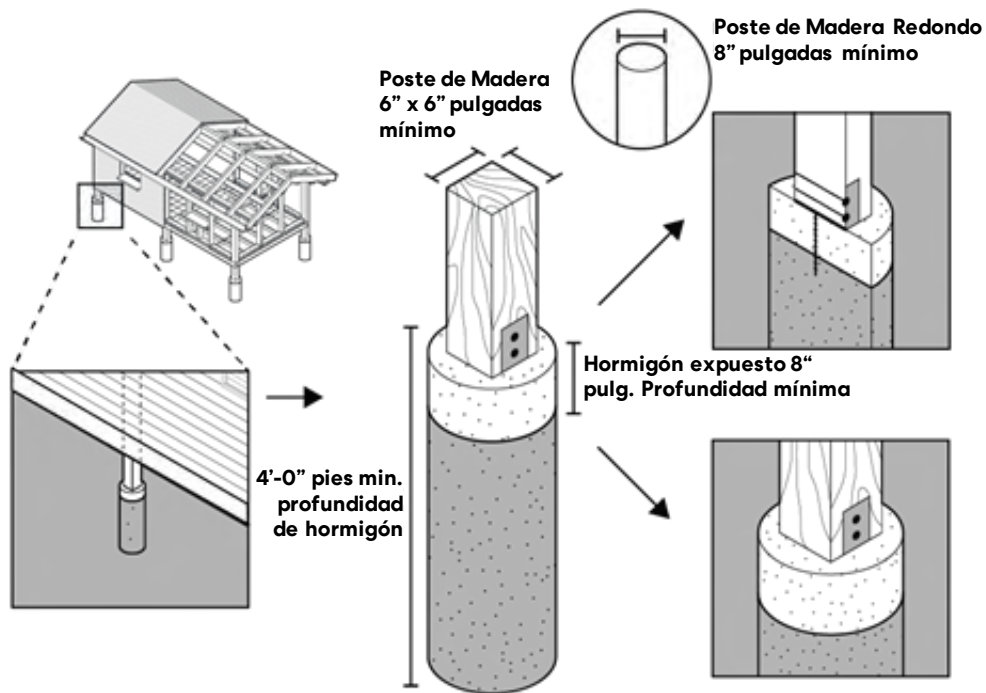
Este tipo de zapata solo admite casas de madera livianas de un piso.

Evite la que se deteriore y haya filtraciones causadas por la humedad levantando postes de madera sobre zapatas y pisos de concreto.

Pinte la madera y el acero expuesto con pintura resistente a la corrosión y al moho una vez al año para que el aire y la sal no los deterioren.

Utilice "madera tratada" siempre que sea posible.

Selle la madera con poliuretano, naftenato de cobre, sellador de lijado u otro sellador impermeable anualmente después de la temporada de lluvias. Asegúrese de sellar los extremos y las áreas donde la madera haya sido perforada o cortada. El mal diseño y detalles dificultan estos procesos de mantenimiento.



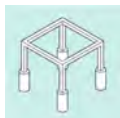
Ver el Capítulo 2, Estrategia 5 de la guía Manténgase Seguro.

Zapata Abierta: Concreto

Las siguientes imágenes solo deben usarse como referencia. Los cimientos y refuerzos verticales de una estructura deben ser diseñados por un profesional.

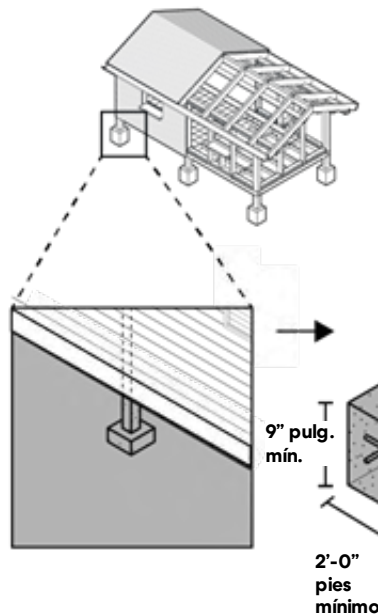
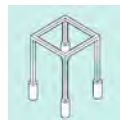
Superficial

- Se usa cuando las cargas estructurales son bajas y la capa superficial del suelo es fuerte en términos de capacidad de carga.
- Incrustación de cimientos poco profundos, típicamente 3' debajo del nivel de terminación.
- Los cimientos poco profundos, como losas niveladas y los cimientos de las paredes cortas elevadas, transfieren la carga a capas de suelo poco profundas.

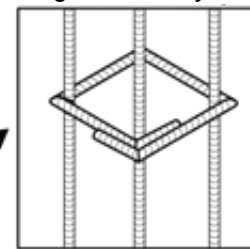


Terreno abierto e inclinado

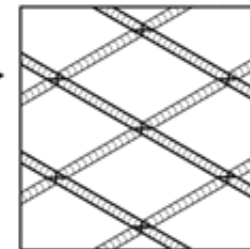
- Permite que el agua pase, minimizando la posibilidad de que el agua se acumule en áreas no deseadas.
- Reduce las cargas de inundación lateral que la base debe resistir.
- Menos propenso al daño por los escombros de la inundación, porque es menos probable que quede atrapado.



4 barras de refuerzo #
5, anillos cada 10
"pulgadas de espacio
asegurado en las juntas



4 barras de refuerzo #
3, espaciado de 6"
pulgadas, una encima
de la otra, aseguradas
en las juntas

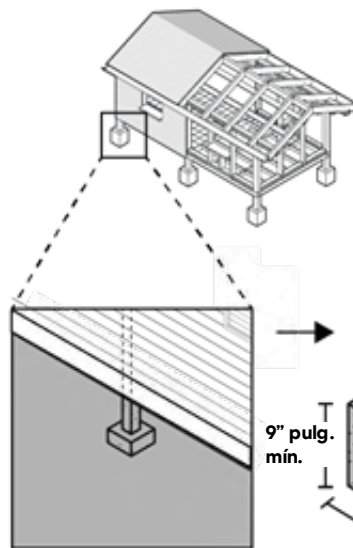
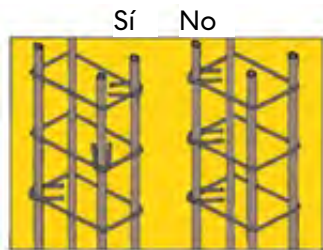


Ver el Capítulo 2, Estrategia 5 de la guía Manténgase Seguro.

Zapata Abierta: Hormigón

Las siguientes imágenes solo deben usarse como referencia. Los cimientos y refuerzos verticales de una estructura deben ser diseñados por un profesional.

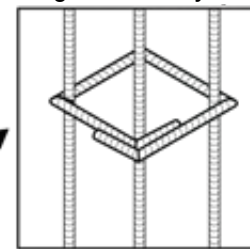
Las columnas deben tener estribos y anclajes adecuados para la losa, el techo y las paredes y así transferir cargas y resistir la deformación por flexión.



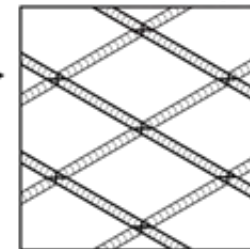
9" pulg.
mín.

2'-0"
pies
mínimo

4 barras de refuerzo #
5, anillos cada 10
"pulgadas de espacio
asegurado en las juntas



4 barras de refuerzo #
3, espaciado de 6"
pulgadas, una encima
de la otra, aseguradas
en las juntas



→
Ver el Capítulo 2, Estrategia 5 de la guía Manténgase Seguro.

Zapata Cerrada: Hormigón

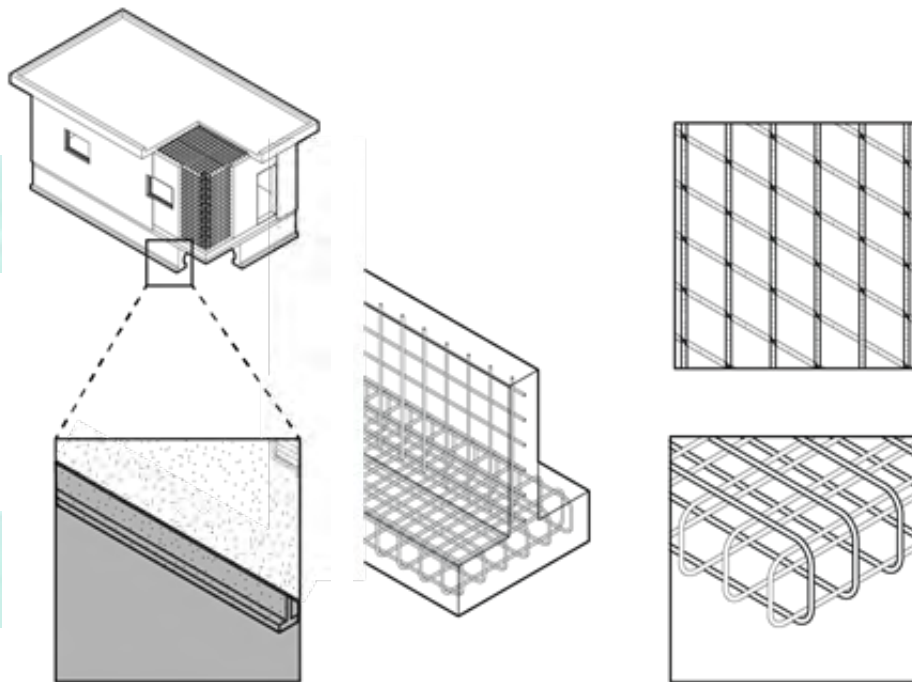
Profunda

- Se usa cuando las cargas estructurales son mayores o cuando la capacidad de soporte de la superficie del suelo es insuficiente.
- Normalmente se usa en suelos fangosos, sitios vulnerables a la erosión o zonas inundables.
- Se usa generalmente para edificios multifamiliares.
- Los cimientos profundos, como pilotes, transfieren la carga a las capas más profundas del suelo o hacia la roca madre.



No Profunda

- No permite el paso del agua, lo que puede crear una obstrucción al flujo.
- Crea mayor obstrucción al agua en movimiento durante una inundación, aumentando el nivel de erosión alrededor de las zapatas..
- Típicamente se construye usando las paredes de perímetro.



Ver el Capítulo 2, Estrategia 5 de la guía Manténgase Seguro.

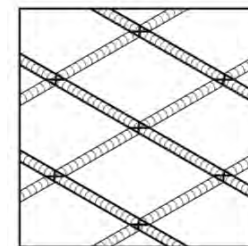
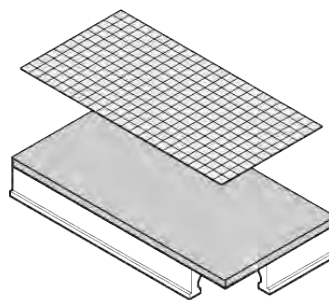
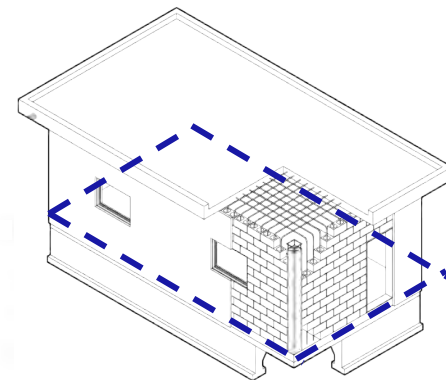
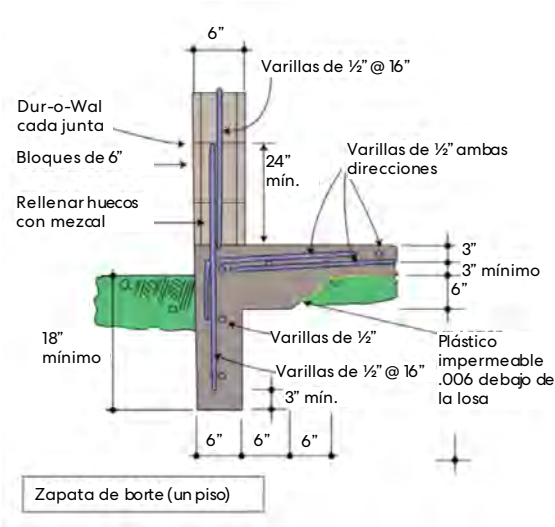
Losa de Hormigón Colado en sitio

Las siguientes imágenes solo deben usarse como referencia. Los cimientos y refuerzos verticales de una estructura deben ser diseñados por un profesional.

Una vez que los cimientos están en su lugar, se construye el piso.

Los amarres deben ser de acero galvanizado de alta calidad para mayor durabilidad.

Utilice siempre las distancias recomendadas entre amarres para posicionar los miembros.



→ Ver el Capítulo 2, Estrategia 5 de la guía Manténgase Seguro.

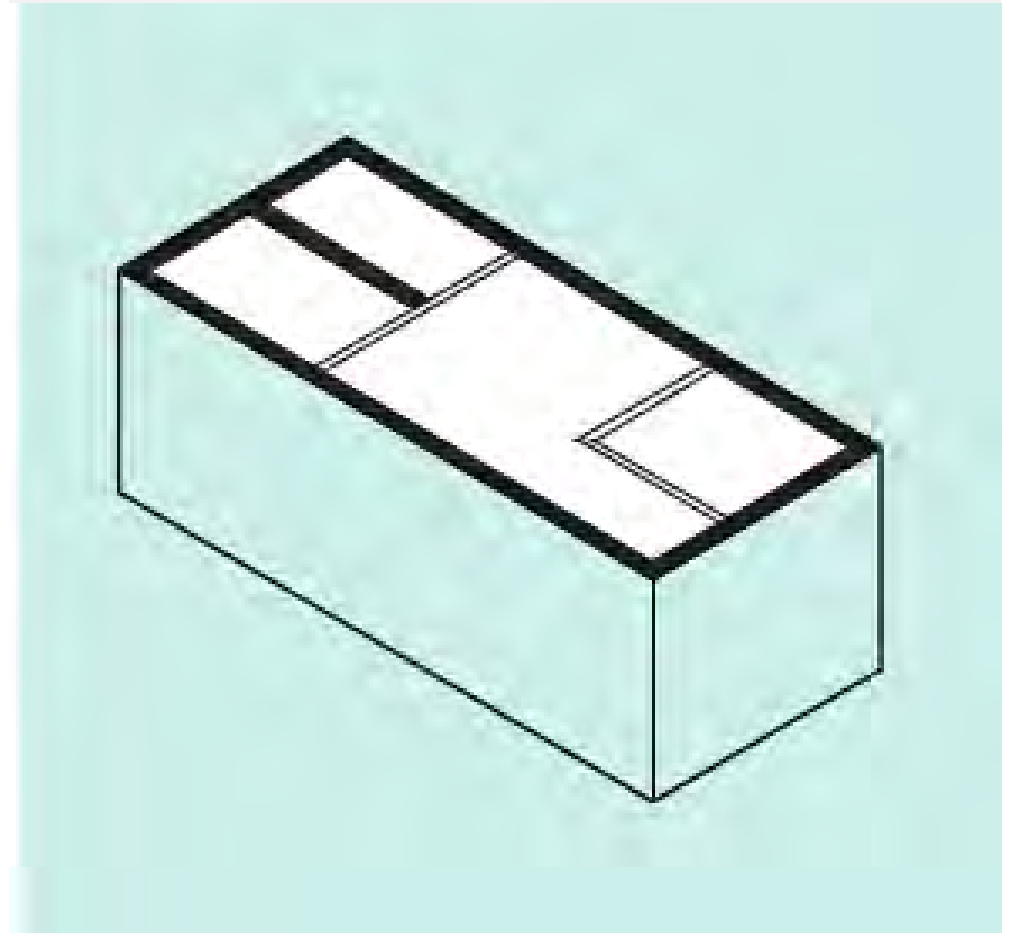
Upper left image from *Recomendaciones para la rehabilitación sísmica de viviendas en PR*

Pared estructural

- Principalmente paredes exteriores (interiores en algunos casos).
- Son verticalmente continuas desde los cimientos hasta el techo, pasando a través de todos los niveles.
- Forman parte de la ruta de carga continua.
- Sirven de soporte a la casa bajo fuerzas verticales, el peso de la estructura y de sus ocupantes.
- Transfieren las cargas laterales a través de la casa y hacia los cimientos.
- Provee soporte a las vigas.
- En viviendas multifamiliares, las paredes estructurales pueden colocarse entre unidades de apartamento para servir también de pared divisoria y barrera de incendios.



Ver el Capítulo 2 de la guía Manténgase Seguro.

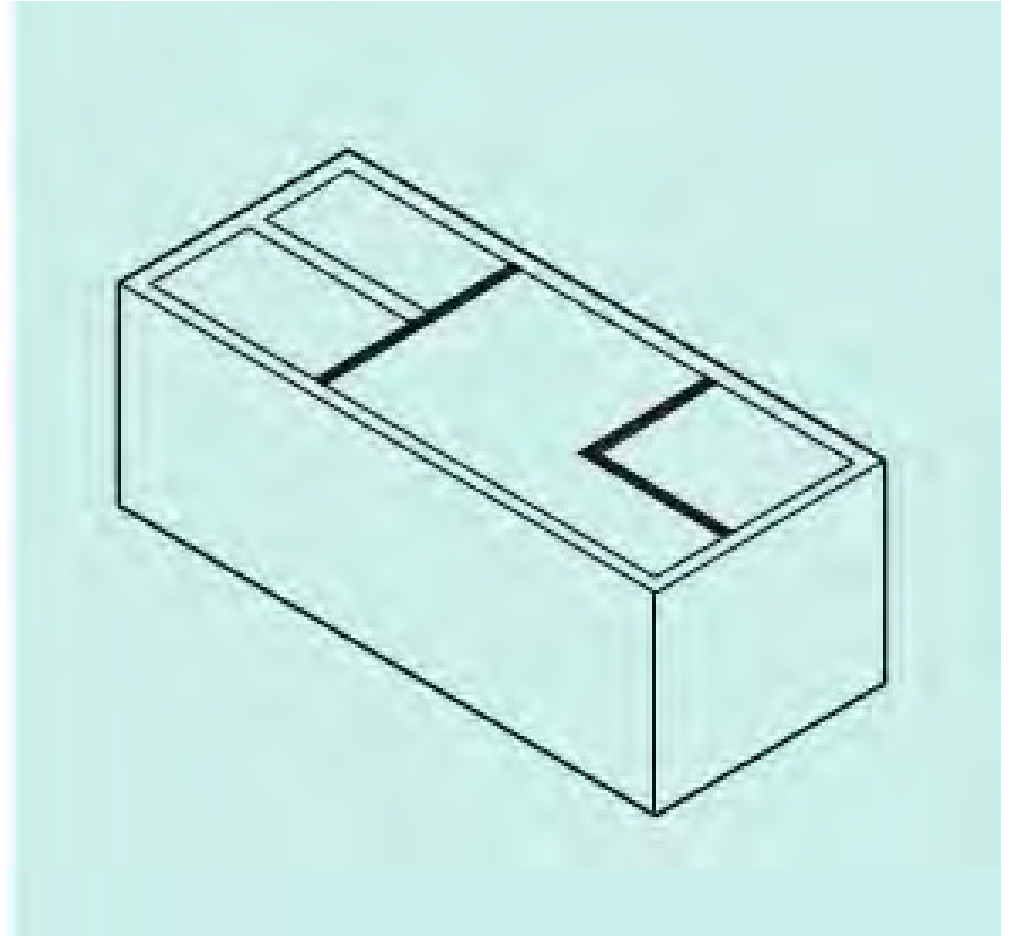


Pared no estructural

- Paredes interiores.
- No son verticalmente continuas entre pisos.
- No forman parte de la ruta de carga continua.
- No sirven de soporte a ninguna estructura.
- Su función es proporcionar aislamiento y privacidad.



Ver el Capítulo 2 de la guía Manténgase Seguro.



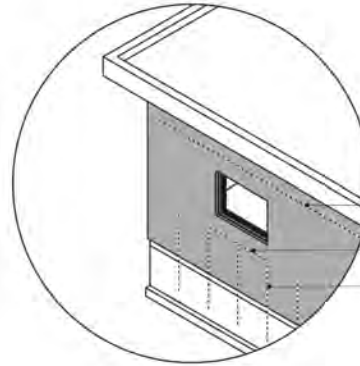
Muro de mampostería y hormigón armado

Las siguientes imágenes solo deben usarse como referencia. Los cimientos y refuerzos verticales de una estructura deben ser diseñados por un profesional.

Las paredes deben estar bien ancladas al piso.

Refuerce las aberturas (ventanas y puertas) con elementos horizontales adicionales (arriba, abajo y a cada lado)

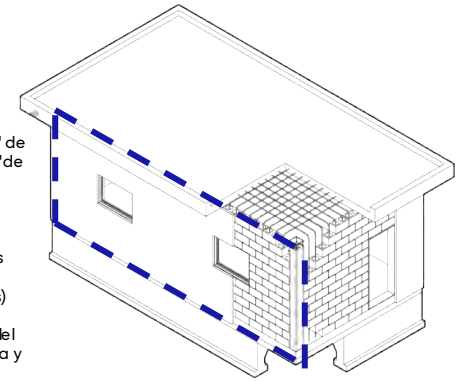
Las columnas deben contar con refuerzo vertical apropiado y amarres.



4 Barras cada 10 " de altura, dentro de 8 " de los extremos de las paredes / esquinas marco de la pared

4 alrededor de las aberturas (ventanas y puertas)

4 Barras debajo del marco de la ventana y máximo cada 24 "



Recomendado



Las columnas y vigas se construyen después que se ha levantado la pared

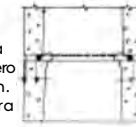
No Recomendado



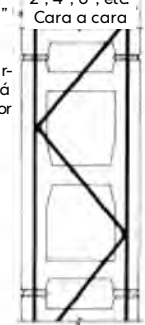
3 5/8", 5 5/8", 7 5/8", etc
2", 4", 6", etc
Cara a cara

Centrar Dur-O-Wal: está centrado por "ojo"

Cubierta de mortero 5/8" min. en la cara exterior



Cubierta de mortero 1/2" min. en la cara exterior



Ver el Capítulo 2 de la guía Manténgase Seguro.
Hurricanes: How to build a safer wooden house
<https://www.youtube.com/watch?v=vp7FxW0Ze6Y>

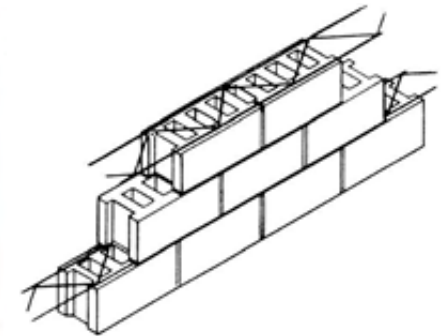
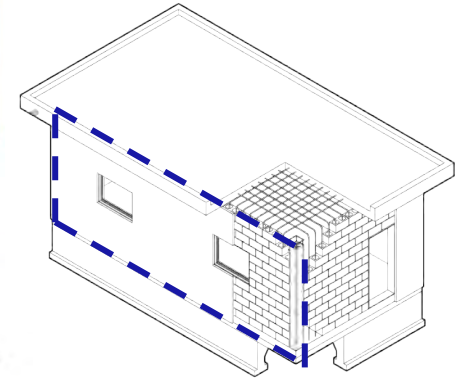
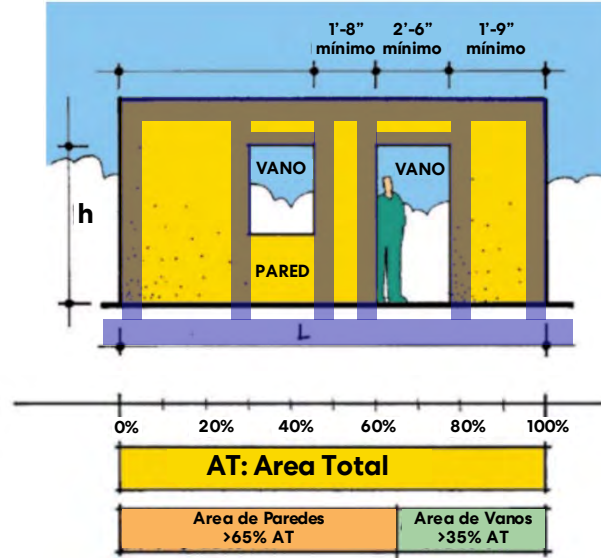
Muro de mampostería y hormigón armado

Las siguientes imágenes solo deben usarse como referencia. Los cimientos y refuerzos verticales de una estructura deben ser diseñados por un profesional.

Las paredes deben estar bien ancladas al piso.

Refuerce las aberturas (ventanas y puertas) con elementos horizontales adicionales (arriba, abajo y a cada lado)

Las columnas deben contar con refuerzo vertical apropiado y amarres.



→

Ver guía Manténgase Seguro, chapter 2.

Reinforced masonry wall, Concordia University

<https://www.youtube.com/watch?v=tjXy0-kO8x0>

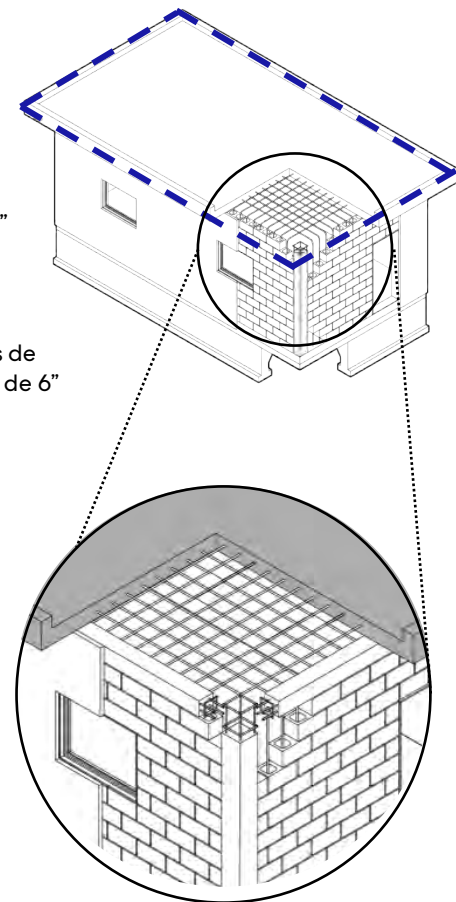
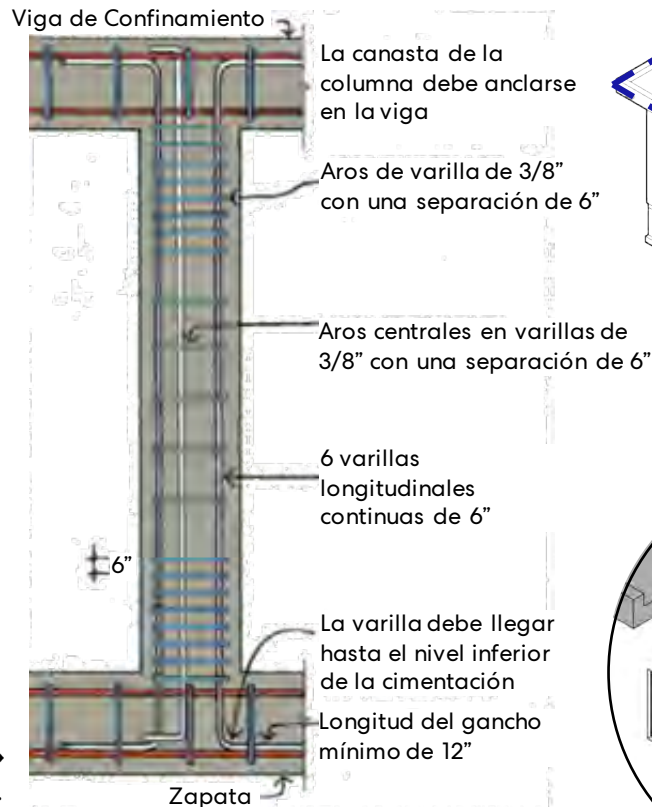
Techo de hormigón armado

Las siguientes imágenes solo deben usarse como referencia. Los cimientos y refuerzos verticales de una estructura deben ser diseñados por un profesional.

Las paredes deben estar bien ancladas al piso.

Refuerce las aberturas (ventanas y puertas) con elementos horizontales adicionales (arriba, abajo y a cada lado)

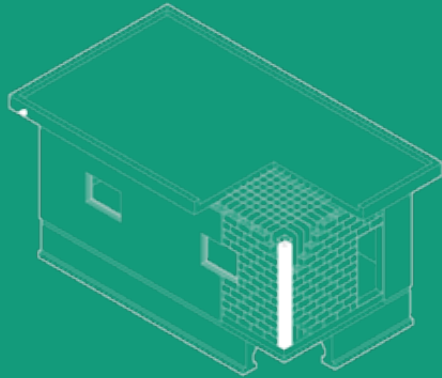
Las columnas deben contar con refuerzo vertical apropiado y amarres.



→

Ver el Capítulo 2 de la guía Manténgase Seguro.
Hurricanes: How to Build a Safer Wooden House
<https://www.youtube.com/watch?v=vp7FxW0Ze6Y>

El mantenimiento regular de una casa de concreto es crítico para la longevidad de la estructura.



- Reparar varillaje expuesto con sellador y nueva capa de concreto.
- Empañetar grietas cosméticas exteriores para evitar filtraciones de agua o la entrada de insectos.
- Mantener y sellar las juntas entre ventanas, puertas y paredes para evitar problemas de humedad que puedan ser dañinos a los usuarios o deteriorar el concreto al promover la corrosión.
- Volver a aplicar el sellador de techo, según indique el manual del producto.
- No penetrar paredes de carga para instalar unidades de aire acondicionado, etc. o para hacer ampliaciones sin consultar a un ingeniero o arquitecto, para preservar la integridad estructural de la pared.
- Asegúrese de que los desagües, sobre todo los de techo, estén destapados y funcionando correctamente para que el agua siempre fluya hacia afuera de la estructura, y evitar daños en el techo y paredes.

Construcción en Madera: Principios generales y un caso de estudio

Techos : Prototyping Resilience Design Guide
MIT School of Architecture and Planning



Construyendo con madera

Los miembros y paneles de madera deben **tratarse** para evitar degradación, hongos y ataques de comején.

¿Por qué? Esto prolongará la durabilidad de la estructura. La madera podrida o delaminada debe desecharse.

Todos los conectores (tornillos, bridas, soportes, etc.) **deben ser de grado exterior o galvanizados** para evitar la corrosión.

¿Por qué? Esto es específicamente necesario **para evitar o retrasar la corrosión** en las zonas costeras de Puerto Rico debido al salitre. La estructura debe diseñarse para sacar el agua, y evitar que se empoce.



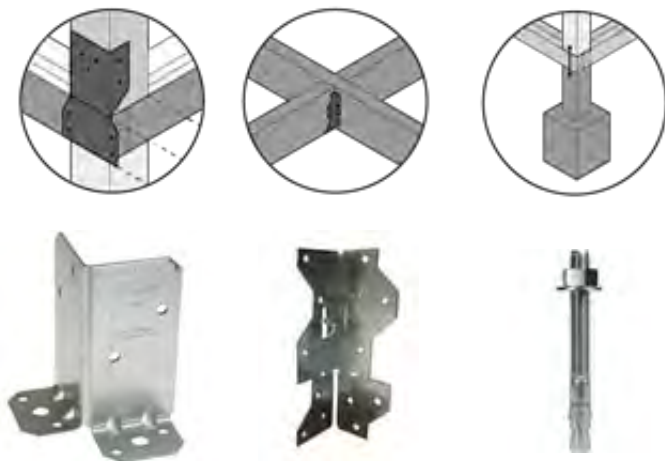
Madera tratada cortesía de Techos: Prototyping Resilience Design Guide
MIT School of Architecture and Planning



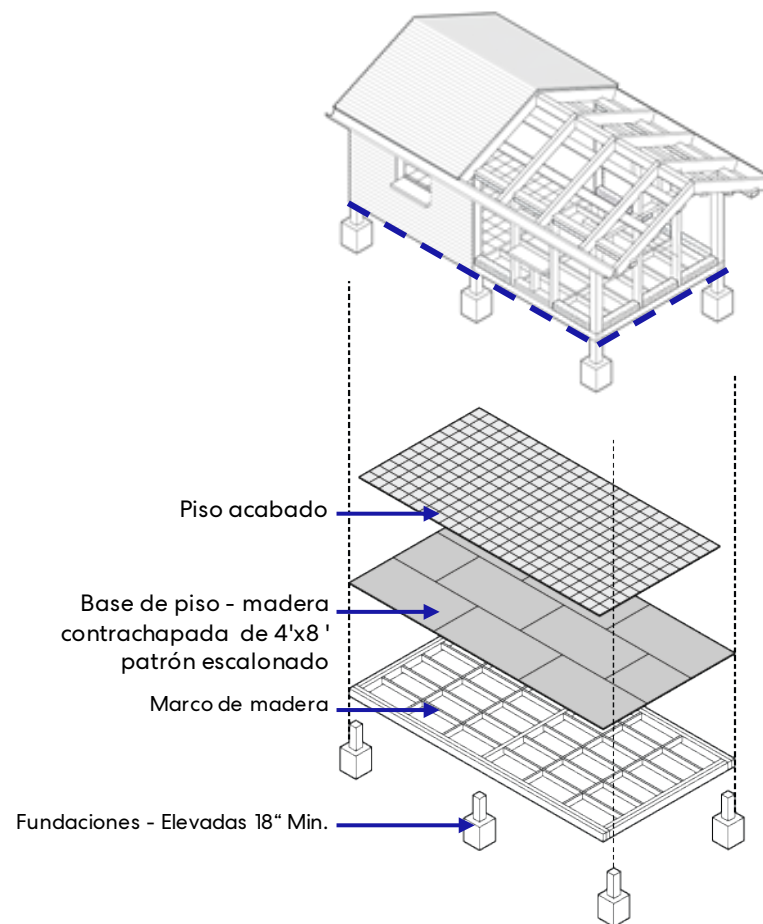


Zapata de hormigón abierta y sistema de piso

Detalles de piso y cimientos para un diafragma de piso en madera.



Ver el Capítulo 2 de la guía Manténgase Seguro.



Sistema de pared de madera

El código de construcción provee reglas para el diseño adecuado de cada sistema.

Las paredes deben estar muy bien ancladas al piso.

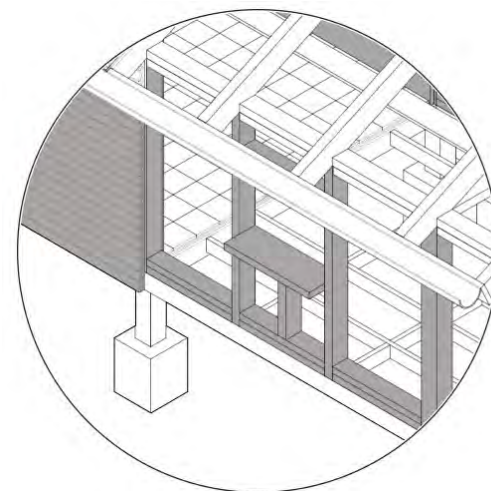
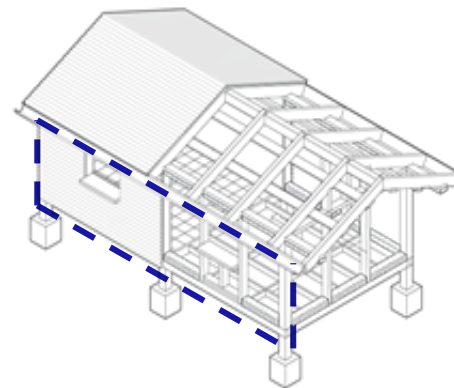
Use el espaciamiento recomendado para cada miembros.

Utilice solo **madera tratada** (2x4 o 2x6), **tornillos de exterior** y **angulares galvanizados**.

Refuerce las aberturas (ventanas y puertas) con miembros adicionales arriba, abajo y a cada lado.



Ver el Capítulo 2 de la guía Manténgase Seguro.



Composición de pared de madera

Las siguientes imágenes solo deben usarse como referencia. Los cimientos y refuerzos verticales de una estructura deben ser diseñados por un profesional.

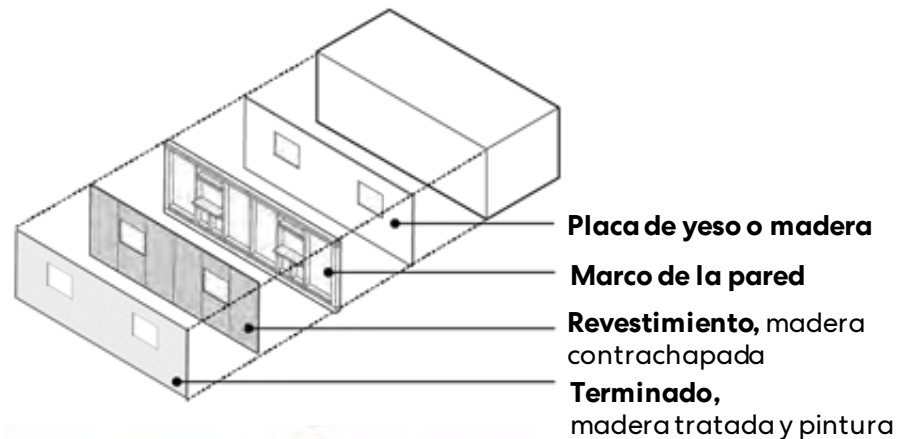
Las paredes deben estar muy bien ancladas al piso.

Use el espaciamiento recomendado para cada miembros.

Utilice solo **madera tratada** (2x4 o 2x6), **tornillos de exterior y angulares galvanizados**.

Refuerce las aberturas (ventanas y puertas) con miembros adicionales arriba, abajo y a cada lado.

El uso de gypsum board en climas tropicales y húmedos no acondicionados puede promover el moho.



Ver el Capítulo 2 de la guía Manténgase Seguro.
Hurricanes: How to Build a Safer Wooden House
<https://www.youtube.com/watch?v=vp7FxWOZe6Y>

Amarre de pared a cimientos

Cimientos de hormigón fuertes y diseñados adecuadamente para el tipo de suelo y el peso de la estructura.

Los **postes estructurales de madera (columnas)** deben estar anclados a pisos y cimientos.

Los **diafragmas** de madera (usualmente de plywood) deben anclarse directamente a los miembros estructurales de la casa.

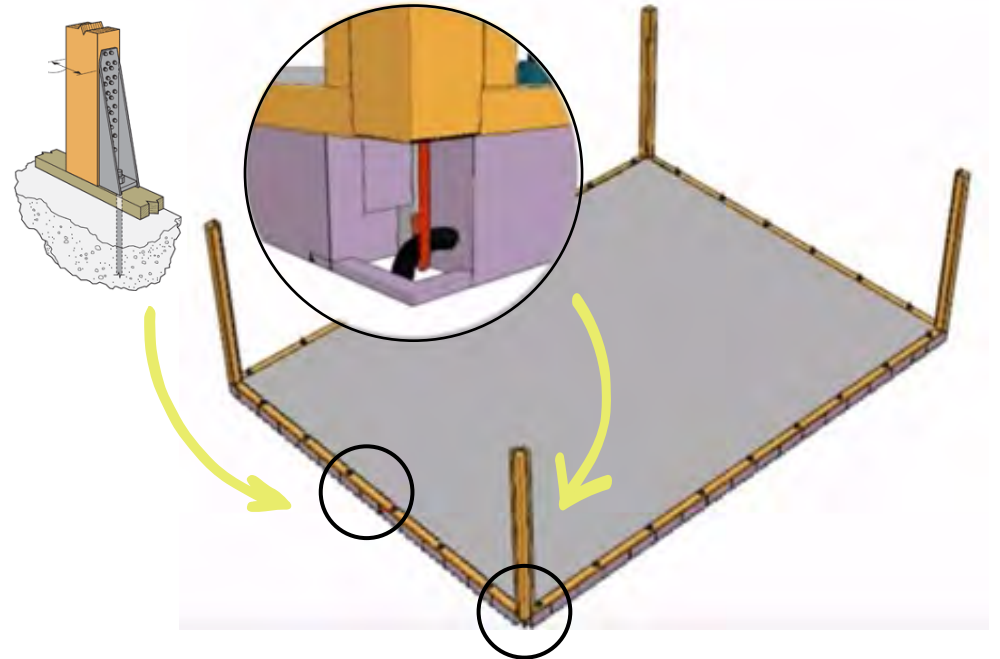
Las **paredes de madera** no pueden usarse como muros de contención de suelo.

Las **grapas** no pueden utilizarse para resistir o transferir fuerzas sísmicas.

La **calidad de los tornillos y clavos** es importante. Deben ser clavos mecánicamente colocados en paneles estructurales de madera. Un ingeniero estructural puede ayudar a definir el diámetro, la longitud mínima y el diámetro de los mismos.

Los **anclajes de retención** deben resistir el momento de vuelco. Los conectores requieren arandelas de placa de acero para realizar el anclaje y resistir la succión. Tamaño de placa mínimo .222"x3"x3" de tamaño. Las tuercas deben estar bien apretadas.

Anclajes en J, pernos de anclaje, sujeciones y correas



→

Hurricanes: How to Build a Safer Wooden House
<https://www.youtube.com/watch?v=vp7FxWQZe6Y>

Sistema de pared

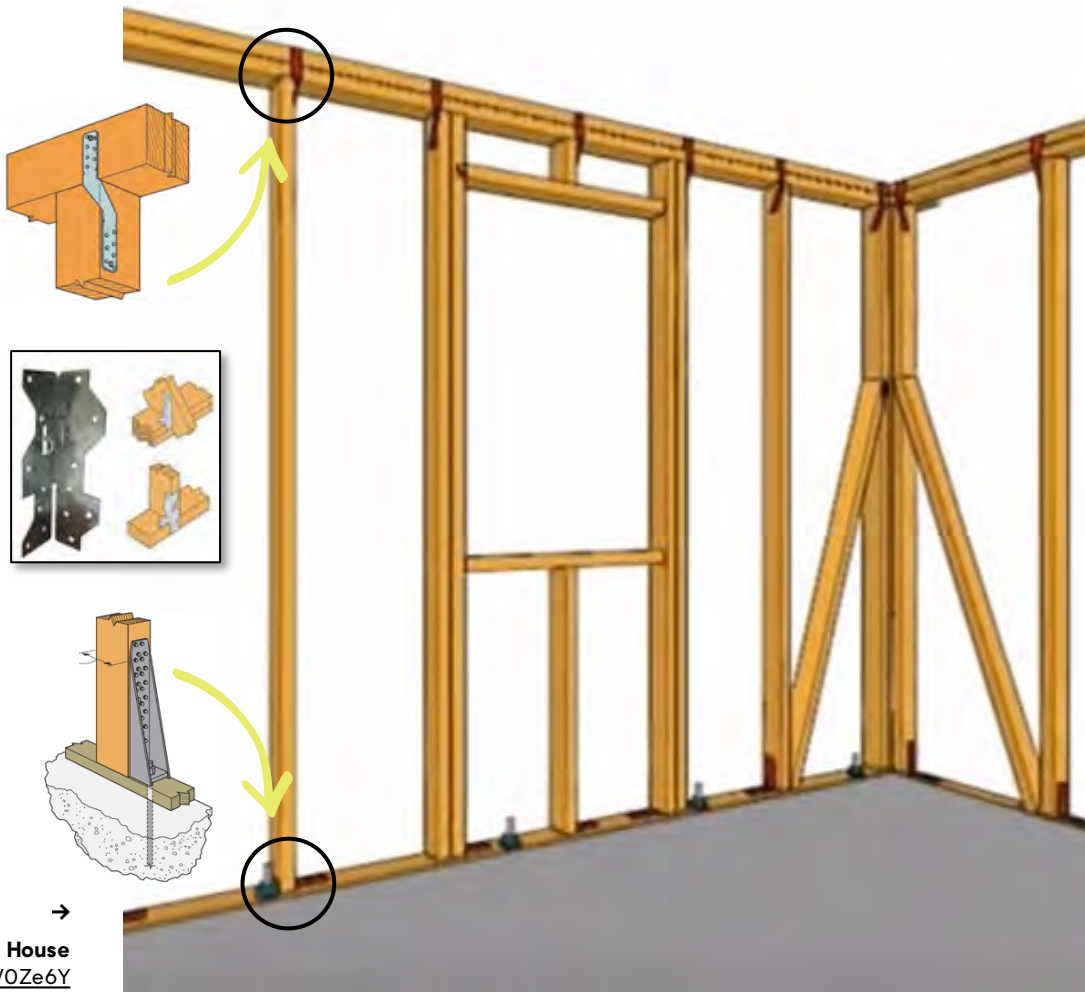
Muros de corte con marco de madera: no menos de 3/8" de espesor y los postes no deben estar a más de 16" de separación. Los clavos o tornillos se colocan a no más de 1/2" del borde del panel y no menos de 1/4" del borde del miembro de conexión.

Soporte en línea de la pared de arriostramiento: debe estar sostenido por cimientos continuos y en el mismo plano que los cimientos.

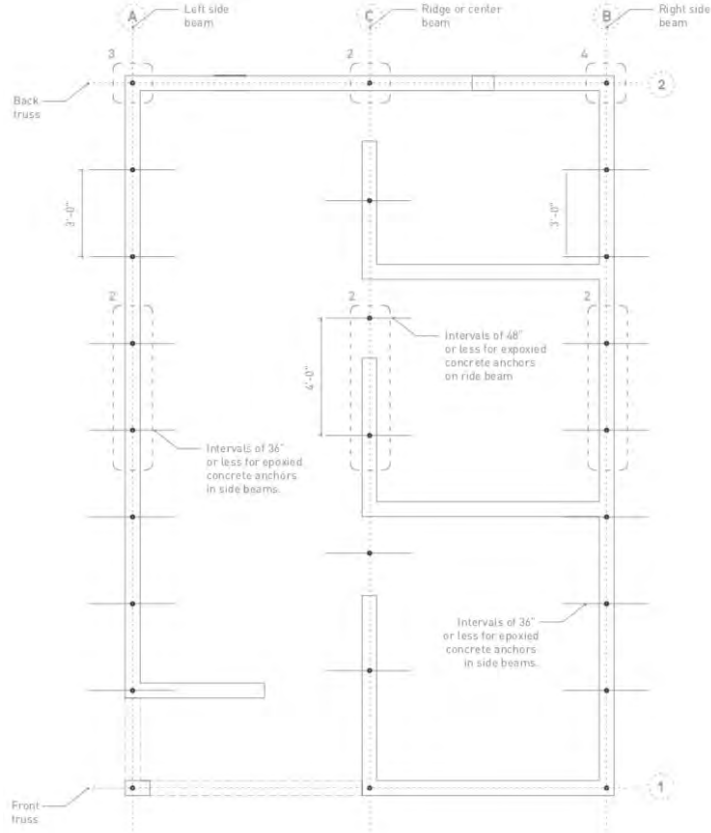
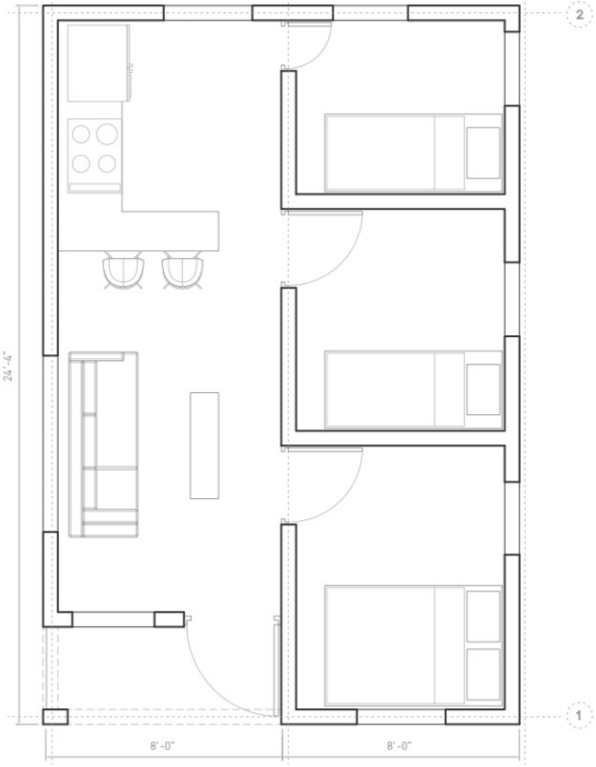
Muro de refuerzo alterno: en un edificio de un piso, cada panel debe tener una longitud no menor de 2'-8" y una altura de no más de 10".

Marco de portal con amarres (hold-downs): las aperturas de puertas y ventanas deben tener cabecera a lo largo. Vea el código para especificar el espesor mínimo, clavos de amarre y soportes, etc.

Revestimiento: requieren seguir el código de construcción



Sistema de techo



Planta típica simplificada. Techos: Prototyping Resilience Design Guide
MIT School of Architecture and Planning

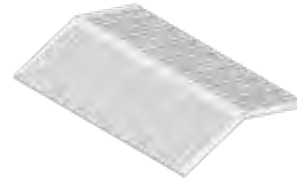
Sistema de techo

El techo debe estar anclado a las paredes.

Se utilizan **tornillos galvanizados, de acero inoxidable o recubiertos (con arandelas de goma)** para proteger el metal contra agentes corrosivos en la madera tratada



Ver el Capítulo 2 de la guía Manténgase Seguro.
Techos: Prototyping Resilience Design Guide
MIT School of Architecture and Planning



Paneles de techo galvanizados



Listones de perímetro e intervalos



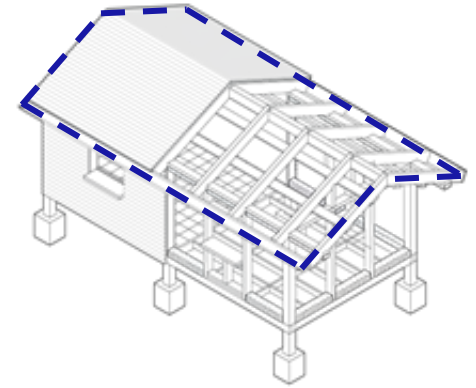
Paneles de madera contrapeados



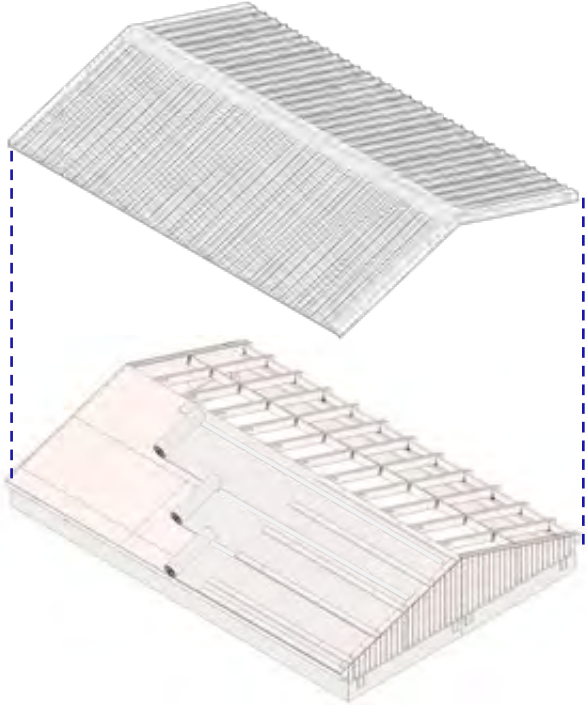
Estructura de madera con diafragmas de plywood



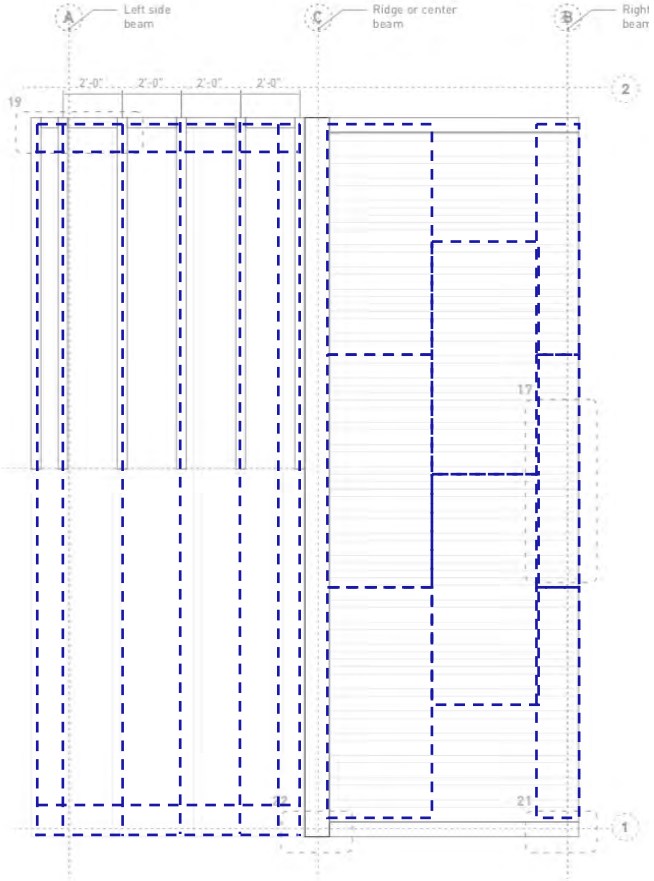
Estructura de madera anclada mecánicamente o con epoxy estructural a los muros de carga



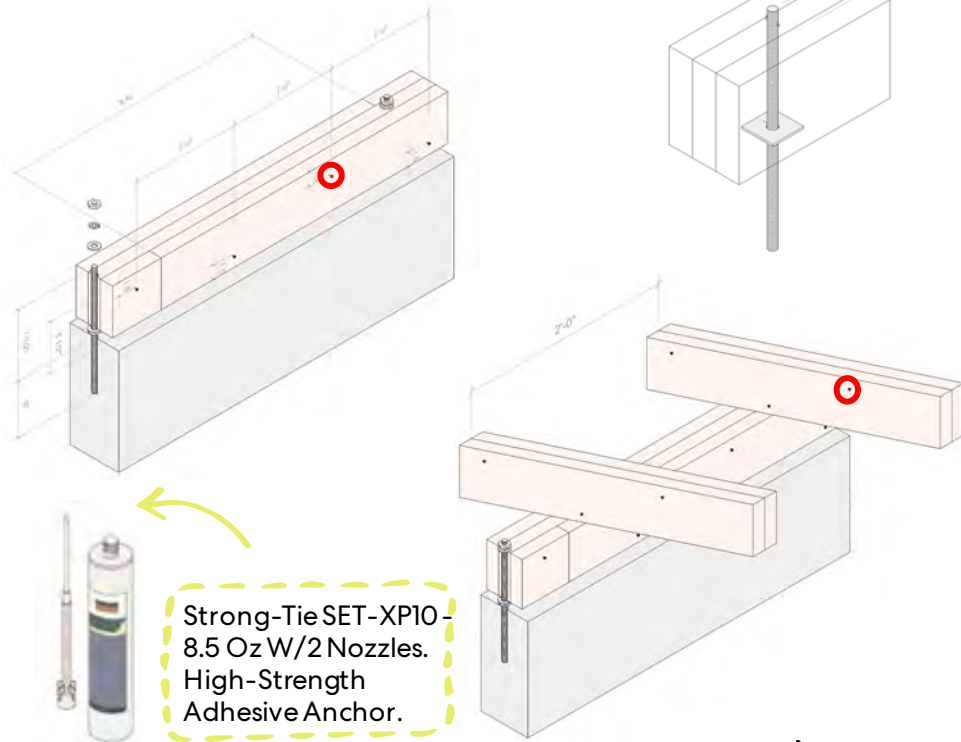
Sistema de techo



Plano y diagrama de miembros simplificado.
Techos: Prototyping Resilience Design Guide
MIT School of Architecture and Planning



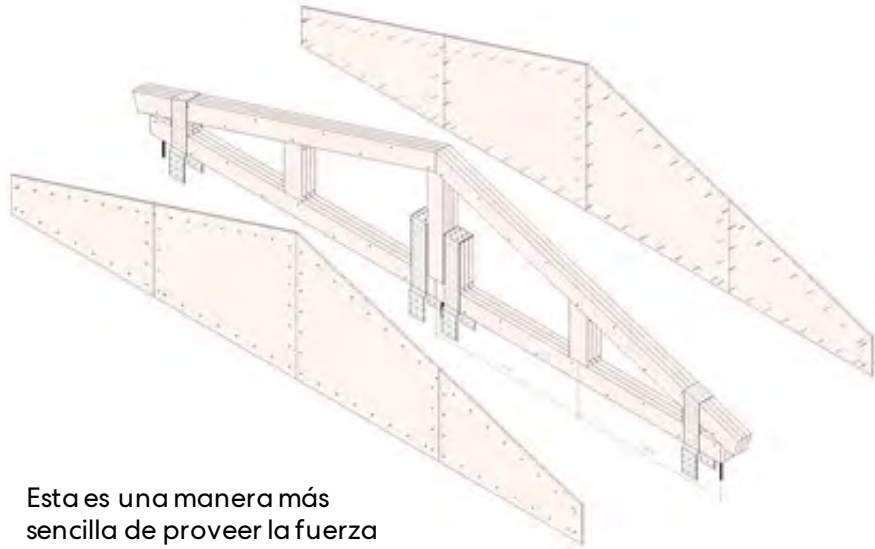
Sistema de techo



→
Techos: Prototyping Resilience Design Guide
MIT School of Architecture and Planning



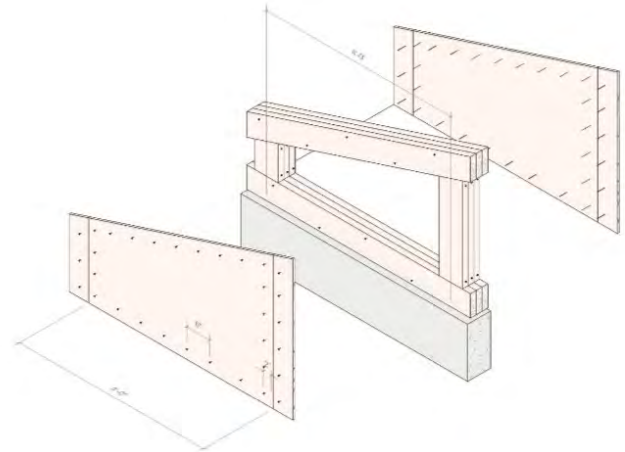
Sistema de techo con diafragma de plywood



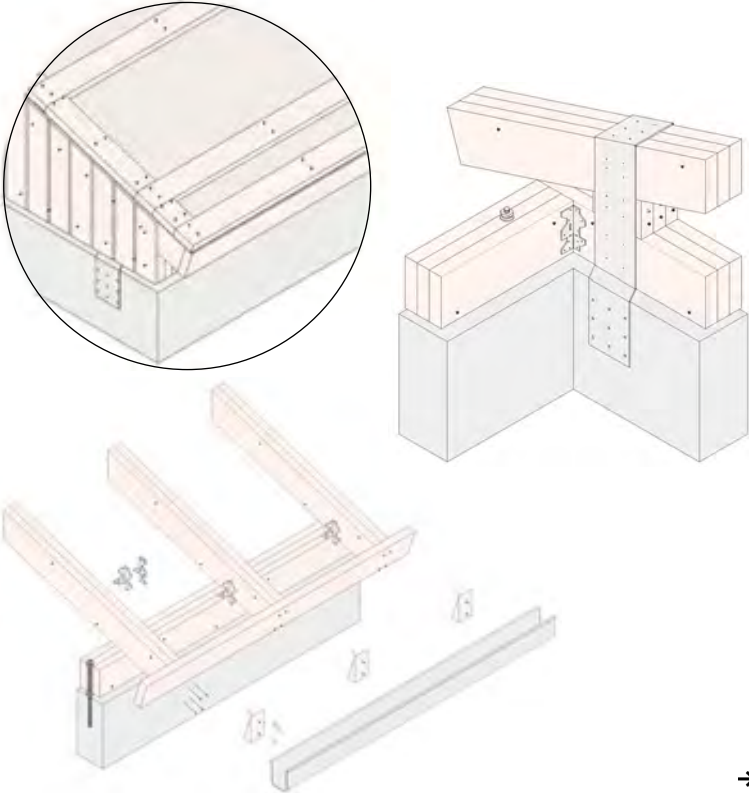
Esta es una manera más sencilla de proveer la fuerza comparable de placas de acero estructurales con menos conectores de metal y diseño especializado pre-manufacturado.



**Techos: Prototyping Resilience Design Guide
MIT School of Architecture and Planning**



Sistema de techo



→
Techos: Prototyping Resilience Design Guide
MIT School of Architecture and Planning

Calidad espacial



Techos: Prototyping Resilience Design Guide
MIT School of Architecture and Planning



El mantenimiento regular y los controles de conexión son importantes para la resistencia a largo plazo de una casa de madera.



- Identificar si hay filtraciones en los paneles de madera o de metal que puedan ser señal de que hay algún tornillo oxidado o defectuoso.
- Verificar si hay tuercas sueltas o tornillos mal colocados o corroídos que no estén cumpliendo con su función.
- Verificar si hay termitas o comején y exterminarlos antes de que puedan dañar paredes o miembros estructurales.
- Pintar o barnizar la madera periódicamente para proteger la madera.
- Verificar los ancajes y amarres que se puedan corroer con el tiempo, el agua y el salitre.
- Asegurarse de que los bajantes están bien ubicados, nivelarlos correctamente y destapados para poder sacar el agua de la estructura en todo momento y prevenir que se pudra la madera.
- Verificar que los equipos externos, como cisternas, aires acondicionados o paneles solares estén bien anclados, y preferiblemente independientes del techo.

Huracanes: ¿Cómo pueden afectar nuestros hogares?

Un huracán es un tipo de tormenta conocida como ciclón tropical, que es un sistema giratorio de baja presión. Los ciclones tropicales con vientos máximos sostenidos de menos de 39 millas por hora (mph) se llaman depresiones tropicales. Aquellos con vientos máximos sostenidos de 39 mph o más se llaman tormentas tropicales. Cuando los vientos máximos sostenidos de una tormenta alcanzan las 74 mph, se convierte en huracán.

oceanservice.noaa.gov

Hurricane Maridlegando a Yabucoa. Imagen por NASA Earth Observatory

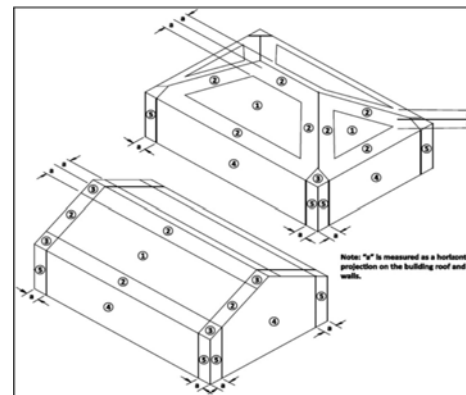


Los huracanes y las cargas de viento

Los vientos huracanados de 74 mph o más pueden afectar en gran medida la resistencia a la fuerza lateral de una estructura (*Cal OES SAP manual*). María alcanzó a ser Cat 5, Pero llegó a Yabucoa como Cat 4 con vientos de 155mph (*weather.gov*).

El **PRBC 2018** (*Puerto Rico Building Code*) establece que el valor de la carga de viento para diseño de viviendas en la parte este de Puerto Rico es de 170 mph y 160 mph para la mayoría de las áreas del norte, sur y centro. ¿Qué significa esto para la construcción?

A diferencia de un terremoto (donde puede haber réplicas), luego de un huracán no se espera que ocurra una segunda tormenta en el futuro cercano. Sin embargo, en 2017 vimos cómo a Irma (Cat. 5) le siguió María en 10 días.



→

[Ultimate design wind speeds for Risk II structures in Puerto Rico \(ATC Hazards\)](#)

Wind design zones by vulnerability (American Wood Council)

Peligros de un huracán: Vientos de tormenta

Las casas pequeñas suelen ser más livianas en comparación con los edificios más grandes y por ende son susceptibles a la succión y la fuerza del viento

La pérdida del revestimiento de paredes o ventanas y la posterior exposición a la Lluvia y el viento

El impacto de proyectiles puede causar daños

La falla en los sistemas de carga lateral o vertical debido a la pérdida del techo



→

Hurricane Hazards from ATC-45 field manual
Projectile damage from Hurricane Georges. Source: FEMA 339
Poor quality construction, Hurricane Maria. Source: FEMA P-2020

Peligros de un huracán: Lluvia e inundaciones

Inundaciones repentinas y marejada ciclónica

El agua puede transportar sustancias peligrosas, bacterias, etc. (pozos sépticos desbordados y aguas residuales)

Daño a los sistemas de piso, pared y techo por deformación causada por la humedad

Erosión y desgaste del suelo alrededor de los cimientos.

Paredes o techos saturados de agua: fomentan el crecimiento de moho



→

Lista de riesgo del SAP Manual de evaluadores, 2016

Crecimiento de moho, huracán Katrina. Fuente: SAP Manual de evaluadores

Marejada ciclónica Ave. Isla Verde, huracán María. Fuente: Primera Hora

Peligros de un huracán: Geotécnicos

La estructura puede ceder

Falla de pendiente de suelo y derrumbe
debida a la saturación

Socavación de los cimientos

Erosión

Desplazamiento del suelo



→

Daños en la planicie aluvial, huracán Georges en 1998. Fuente: FEMA P-2020

Cimientos debilitados por marejada ciclónica, huracán María. Fuente: FEMA P-2020



Fallas comunes ATC-45

Falla o ruptura en los extremos
(posteriormente, todo el techo falla)

Separación de la viga central del
techo debido a la fuerza de succión

Falla de conexión del alero

Separación del recubrimiento de
pared



*Falla de extremo
de techo en
mampostería*

*Falla de extremo
de techo en
madera*



Fallas comunes del Manual de campo ATC-45.

Falla en terremoto. Fuente: USAID Building Back Housing in Post Disaster Situations

Falla de extremo de techo, huracán María. Fuente: FEMA P-2020

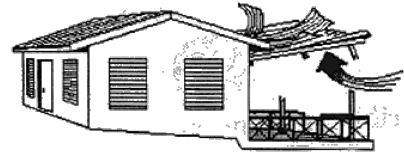
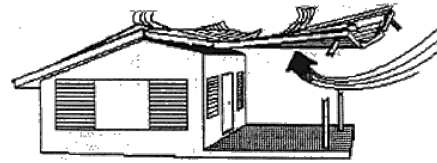


Fallas comunes ATC-45

Separación de paneles de metal (que
subsecuentemente ocasiona más
daño)

Porches o aleros

Falla en puertas o ventanas por falta
de refuerzos



*Porches y aleros hacen
que la estructura sea
más vulnerable al viento.
Construirlos separados
del techo principal puede
ayudar a protegerlo de
fallas por succión.*



Falla del sistema de paneles de clip. Fuente: FEMA 757

Falla del porche de entrada: Fuente:

Normas mínimas básicas de la OEA y la USAID para la modernización

Parte 5



Consejos para la temporada
de huracanes

Prevención de daños a través del buen diseño

Desde los terremotos de 1918 en Puerto Rico, se ha demostrado que las casas de madera pueden resistir movimientos sísmicos.

Una casa construida en madera sólida o ligera y resistir los vientos huracanados.

Utilizar hormigón armado o bloques de concreto también es una buena opción.

Casas de estructura en madera que sobrevivieron a los terremotos de 1918
Beatriz del Cueto, Mother Nature versus Puerto Rican Building Technologies





Conceptos clave: Geometría del techo

Los techos a cuatro aguas funcionan mejor bajo vientos huracanados

Un ángulo de techo mediano es más efectivo (10-25°)

Los aleros deben ser cortos y los porches o marquesinas deben construirse como secciones de techo independientes



→

Techo de porche independiente y ejemplo de toldo. Fuente: MITechos
Diagrama de rendimiento de techo a dos aguas vs techo a cuatro aguas.

Fuente: Agencia de Seguros Culbertson



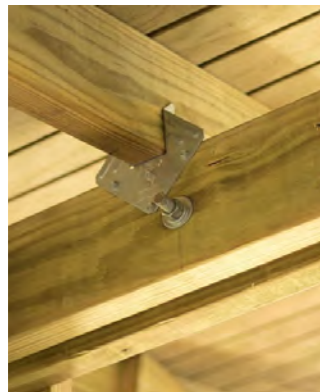
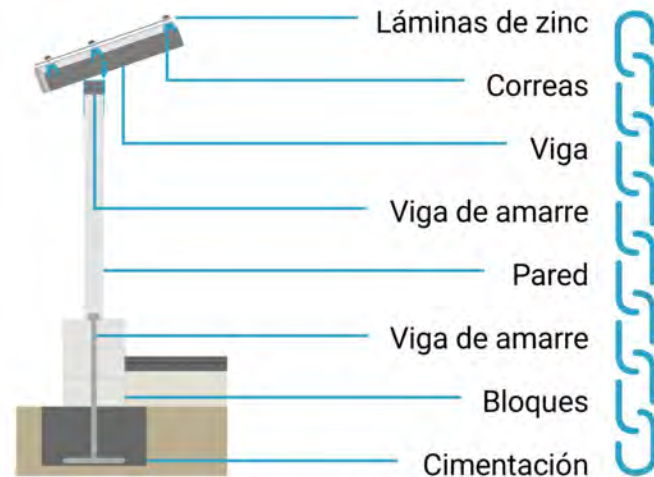
Reforzar zonas de conexión donde las fuerzas serán mayores

Techos a Paredes

Paredes a Esquinas

Paredes a Cimientos

Para terremotos o huracanes, debemos conectar cada componente para lograr mayor fuerza en la estructura.



La importancia de las conexiones. Fuente: Habitat for Humanity, Guía para aumentar la resiliencia de viviendas contra huracanes
Detalles de conexión (abajo). Fuente: MIT Techos Case Study



Notas adicionales

Si la **conexión** entre pared y zapata o la conexión entre techo y pared es débil, considere usar arneses o cables para huracanes para atarlos a un poste de concreto o base bien **anclada** para resistir la succión durante un huracán.

Instale **tormenteras** en ventanas y puertas para proteger la casa de los proyectiles.

Mantenga **documentación** actualizada de su casa y los miembros de la estructura (ubicación de los soportes estructurales, tipos de tornillos y sujetadores utilizados, etc.).

Adquiera una cubierta de techo (toldo) temporero resistente al agua.



Casa con amarres en Culebra que sobrevivió a María. Fuente: FEMA P-2020

Casa con cables que sobrevivió al huracán Georges. Fuente: FEMA 339

Toldo azul, para usarse como elemento impermeabilizante temporal



Impermeabilicesu Hogar

Si su casa o edificio está ubicado en una llanura de inundación designada como lo indica FEMA a lo largo de la costa que experimenta marejadas ciclónicas con olas rompientes durante o a lo largo de un río que puede desbordarse durante las fuertes lluvias, **debe comprender cómo el agua de la inundación puede afectar su estructura para que pueda mitigar los riesgos, daños y costos asociados con las inundaciones.**

Inundaciones del huracán María.





Impermeabilización Húmeda / Dos Tipos

Impermeabilización húmeda

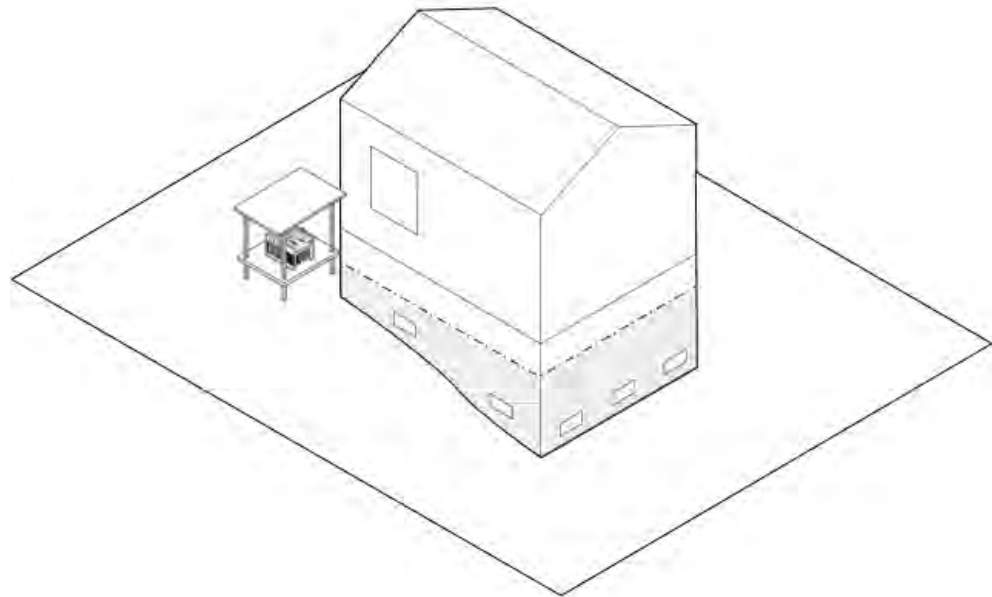
Mitiga el daño causado por el agua a la casa al permitir que el agua fluya libremente hasta el DFE (Elevación de inundación de diseño basada en la Elevación de inundación base de FEMA, fundamental para los mapas de tarifas de seguro contra inundaciones de FEMA) y permite que las partes desocupadas de un edificio se inunden y se modifiquen mediante inundaciones. materiales resistentes a daños y reubicación de equipos y contenidos clave, reduciendo daños y pérdidas.

Impermeabilización en seco

Mitiga la entrada de agua al hogar a través de su estructura estanca. Use solo en espacios comerciales no habitables de edificios multifamiliares de concreto. Recuerde que la impermeabilización en seco es una mitigación activa y está sujeta a fallas. Es una opción cara.

Activo: requiere la intervención humana para que los elementos extraíbles se desplieguen antes de un desastre natural.

Pasivo: los accesorios y sistemas se integran automáticamente en la estructura, por lo que no es necesario implementarlos antes de un desastre natural.



Impermeabilización Húmeda

1. Reutilice todos los pisos debajo del DFE



1

2. Elevar los sistemas críticos



2

3. Instale rejillas de ventilación y / o aberturas de inundación en las paredes



3

4. Proporcionar válvulas de remanso para sistemas de agua, saneamiento y aguas pluviales.



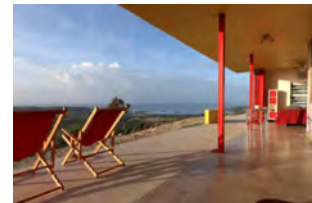
4

5. Elevar, asegurar o amarrar tanques



5

6. Utilice materiales resistentes a los daños por inundaciones hasta el DFE



6



Estrategias de impermeabilización húmeda.

Impermeabilización en Seco

(espacios no habitables solamente)

1. Diseñe la estructura para soportar cargas de impacto hidrostáticas, hidrodinámicas y de escombros asociadas con el DFE y determinadas por un ingeniero estructural.



1

2. Selle todas las grietas y aberturas (excepto las rejillas de ventilación o las aberturas) debajo del DFE.



2

3. Instale tapones de control de remanso en los desagües del piso.



3

4. Use cubiertas impermeables para las rejillas de ventilación y las rejillas ubicadas debajo del DFE e instélaslas antes de un desastre natural. Selle permanentemente los desagües del piso.



4

5. Instale válvulas de alcantarillado de aguas estancadas. Tape la trampa de la casa para evitar que el agua fluya hacia la casa si el alcantarillado principal está obstruido.



5

6. Instale una bomba de sumidero en el punto más bajo de la casa.



6

→ Estrategias de impermeabilización en seco.

Impermeabilización en seco , continuación

(espacios no habitables solamente)

7. Proteja el equipo eléctrico que no se pueda reubicar con envoltentes impermeables.



7

8. Reemplace permanentemente las puertas del primer piso con puertas de inundación e instale compuertas de inundación removibles sobre las entradas.



8

9. Instale puertas de trampilla a prueba de agua en las trampillas de las aceras.



9

10. Todas las tomas de corriente deben estar al menos a 18 pulgadas por encima del piso o del nivel de inundación proyectado. Evitar daños en los circuitos por inundaciones.



10

11. Use un drenaje de zanja en la base de las escaleras para reducir la filtración de una escotilla no protegida.

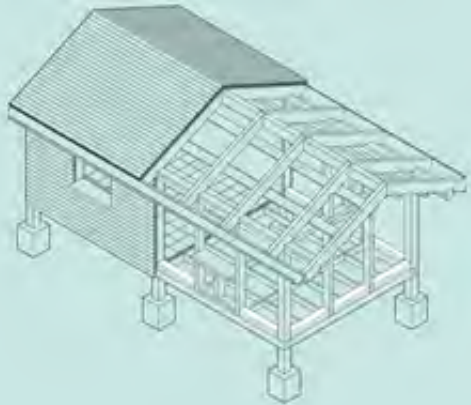


11



Estrategias de impermeabilización en seco.

El sistema estructural de una casa es como una familia. *Illya Azarof*



Bibliografía y Recursos



Manténgase Seguro / Keep Safe

Una Guía para el Diseño de Viviendas Resilientes en Comunidades Isleñas

Techos: Prototyping Resilience, Case Study on Wood Construction

Recomendaciones para la Rehabilitación Sísmica de Viviendas en Puerto Rico

Rehabilitación Sísmica de Casas en Zancos

Red Sísmica de UPRM

Fuentes de datos para
ampliar el conocimiento y
enlaces útiles.

Gracias.