



Informe de Avance

Identificación y Mitigación de Vulnerabilidades Infraestructuras de IIRSA Seleccionadas en Perú y Chile

Rodrigo Retamales Saavedra, PhD

ERN/RBA

ERN Evaluación de Riesgos Naturales

RBA Rubén Boroschek y Asociados Ltda.

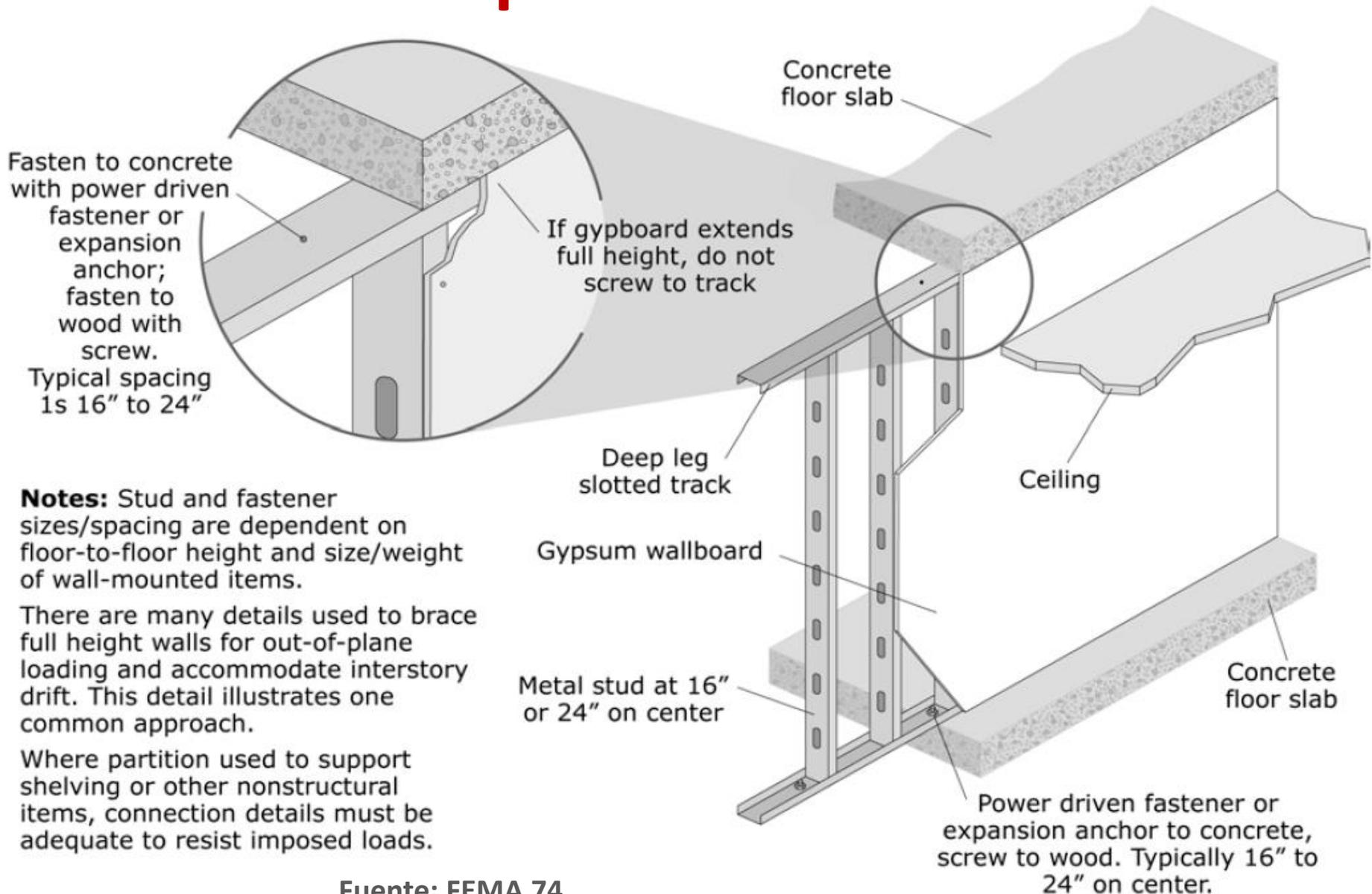
Arica, 8 de Marzo de 2016

Resumen Vulnerabilidad Sísmica Aeropuerto Arica

Particiones sin detallamiento sísmico

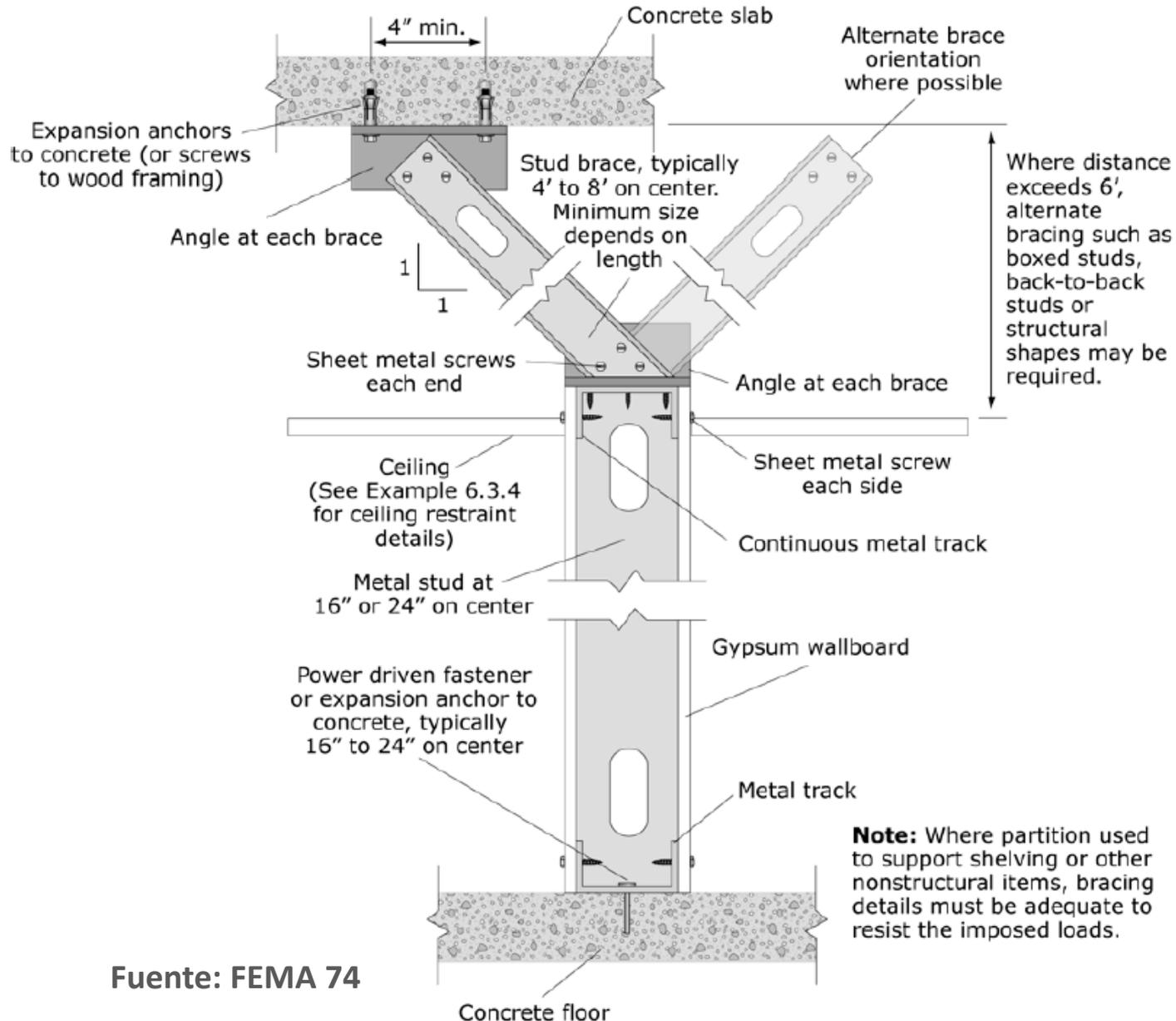


Detalles: Tabiquerías



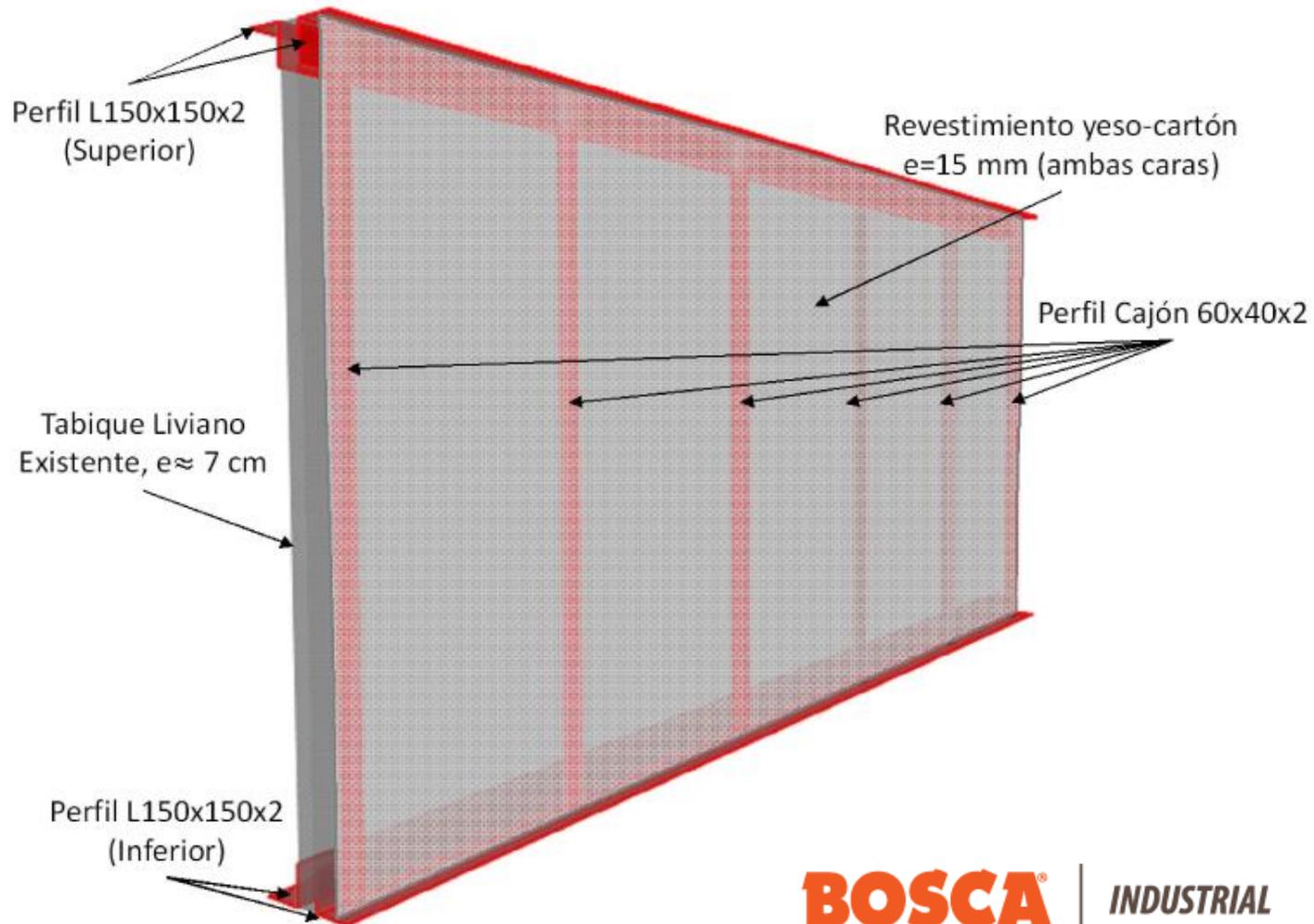
Fuente: FEMA 74

Detalles: Tabique altura parcial

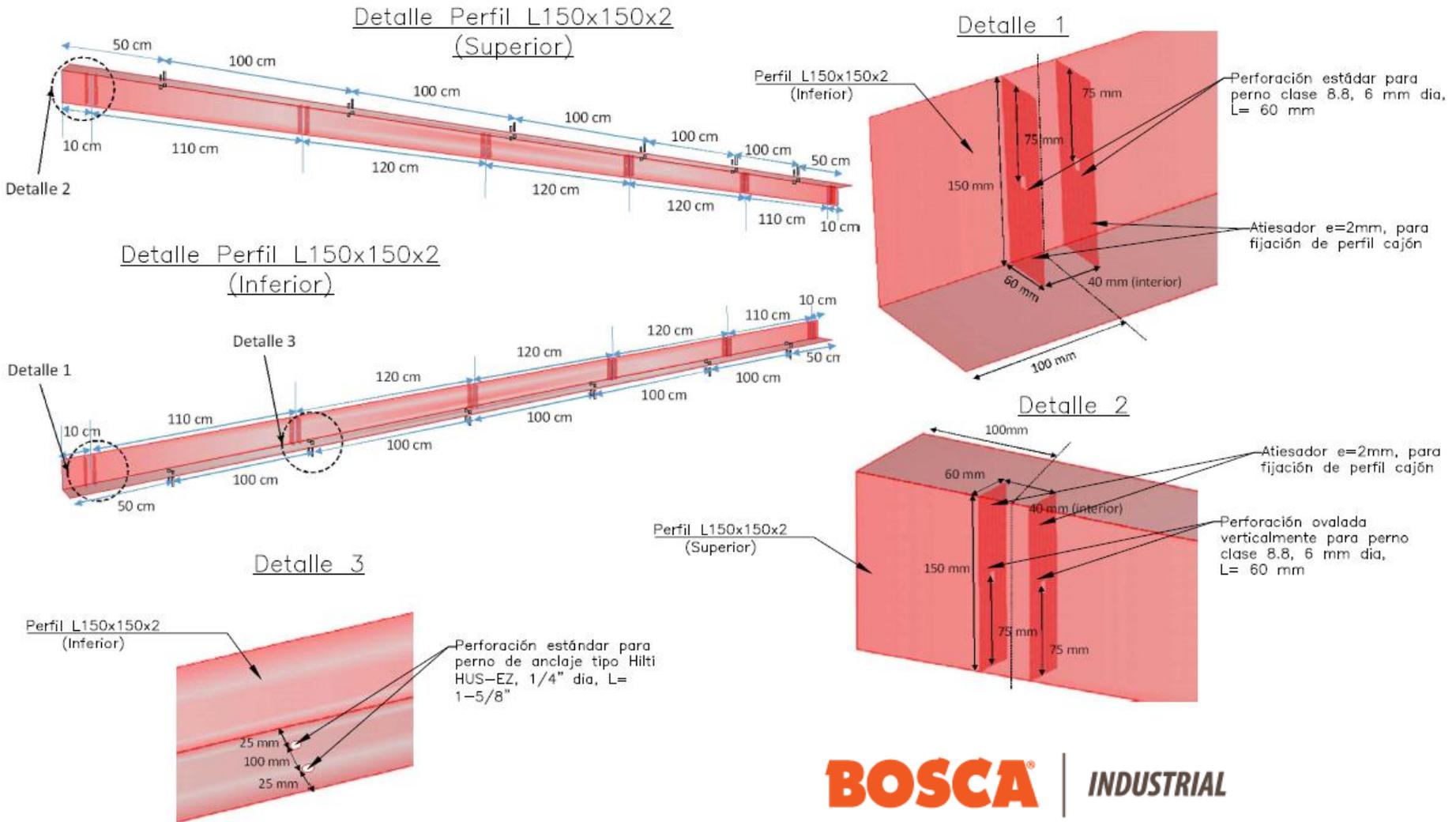


Fuente: FEMA 74

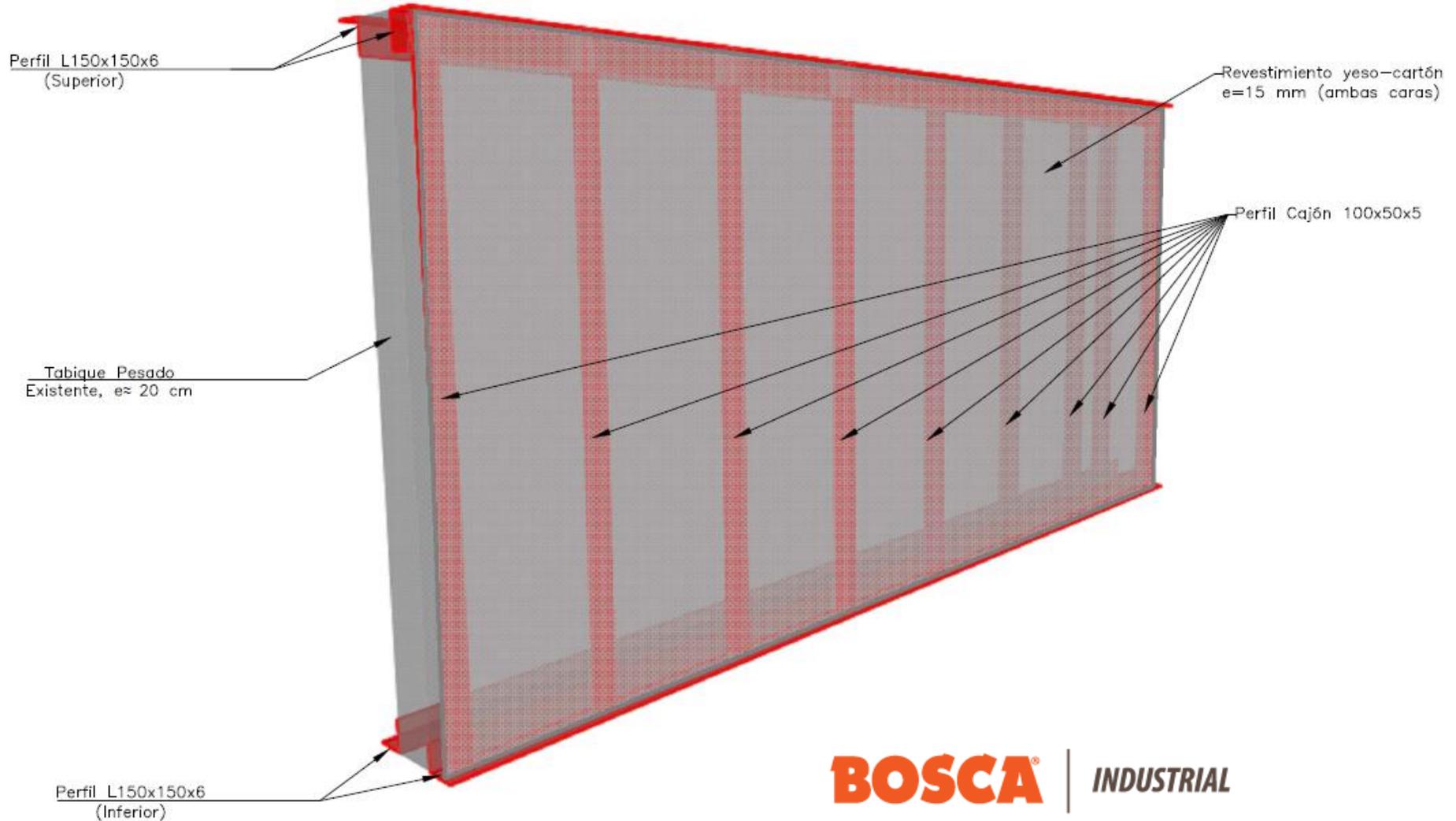
Refuerzos para Tabiques Livianos



Refuerzos para Tabiques Livianos



Refuerzos para Tabiques Pesados



Resumen Vulnerabilidad Sísmica Aeropuerto Arica

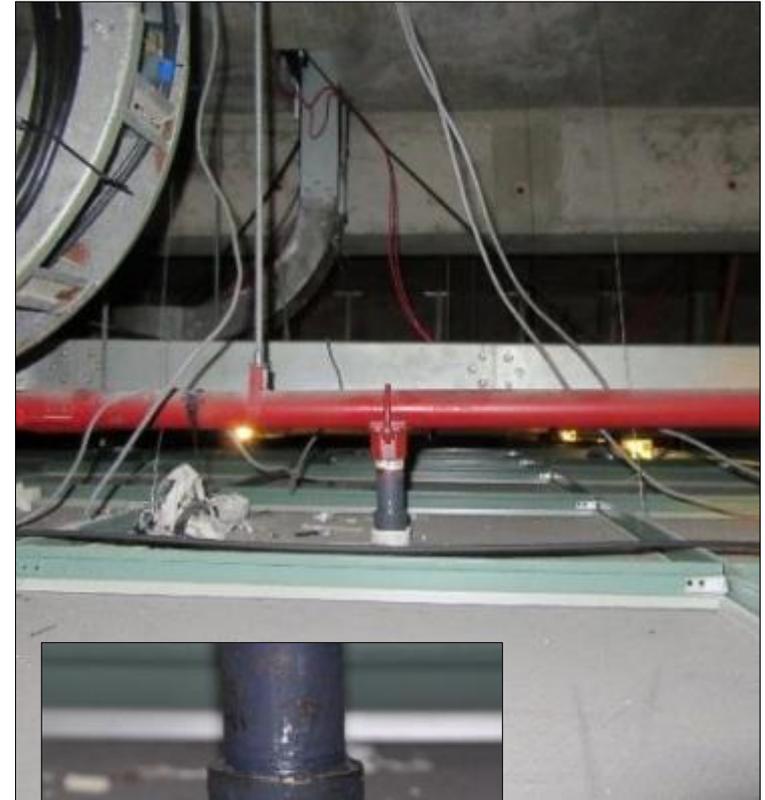
Cielos rasos sin detallamiento sísmico



Mitigación: Incorporar detallamiento sísmico

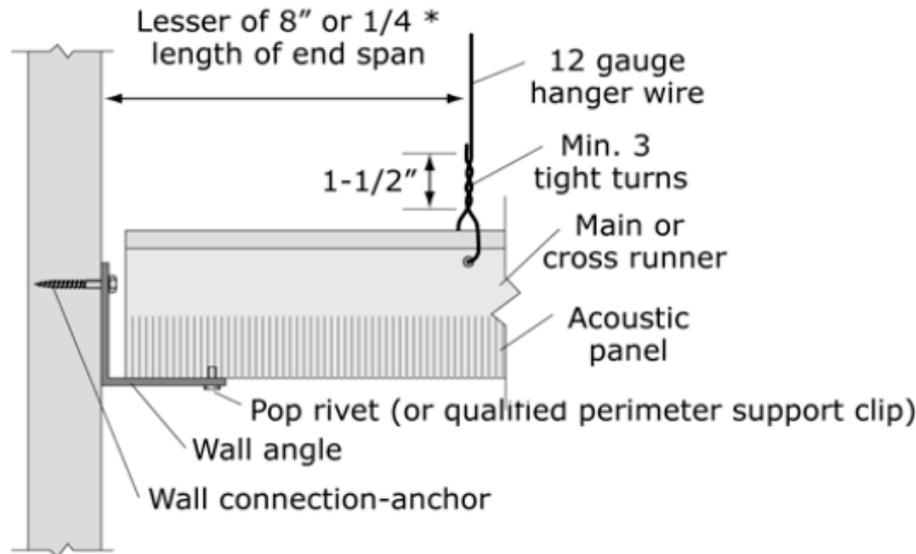
Resumen Vulnerabilidad Sísmica Aeropuerto Arica

Cielos rasos sin detallamiento sísmico

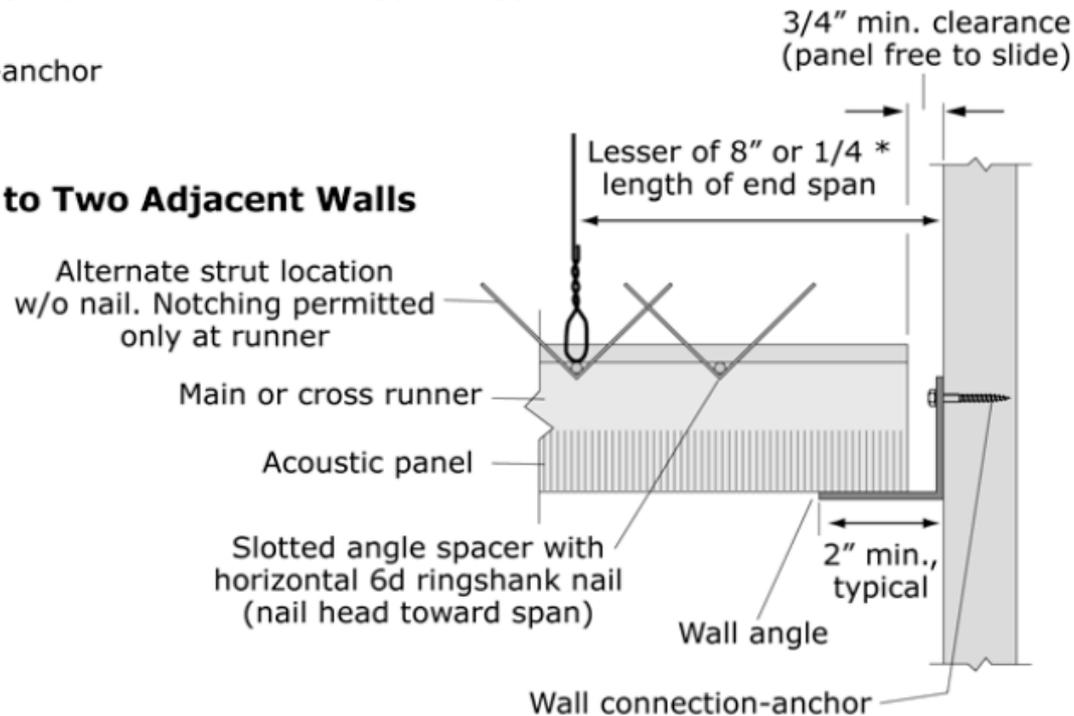


Mitigación: Incorporar detallamiento sísmico

Mitigación Vulnerabilidad Cielos Rasos



(a) "Fixed" Connection to Two Adjacent Walls

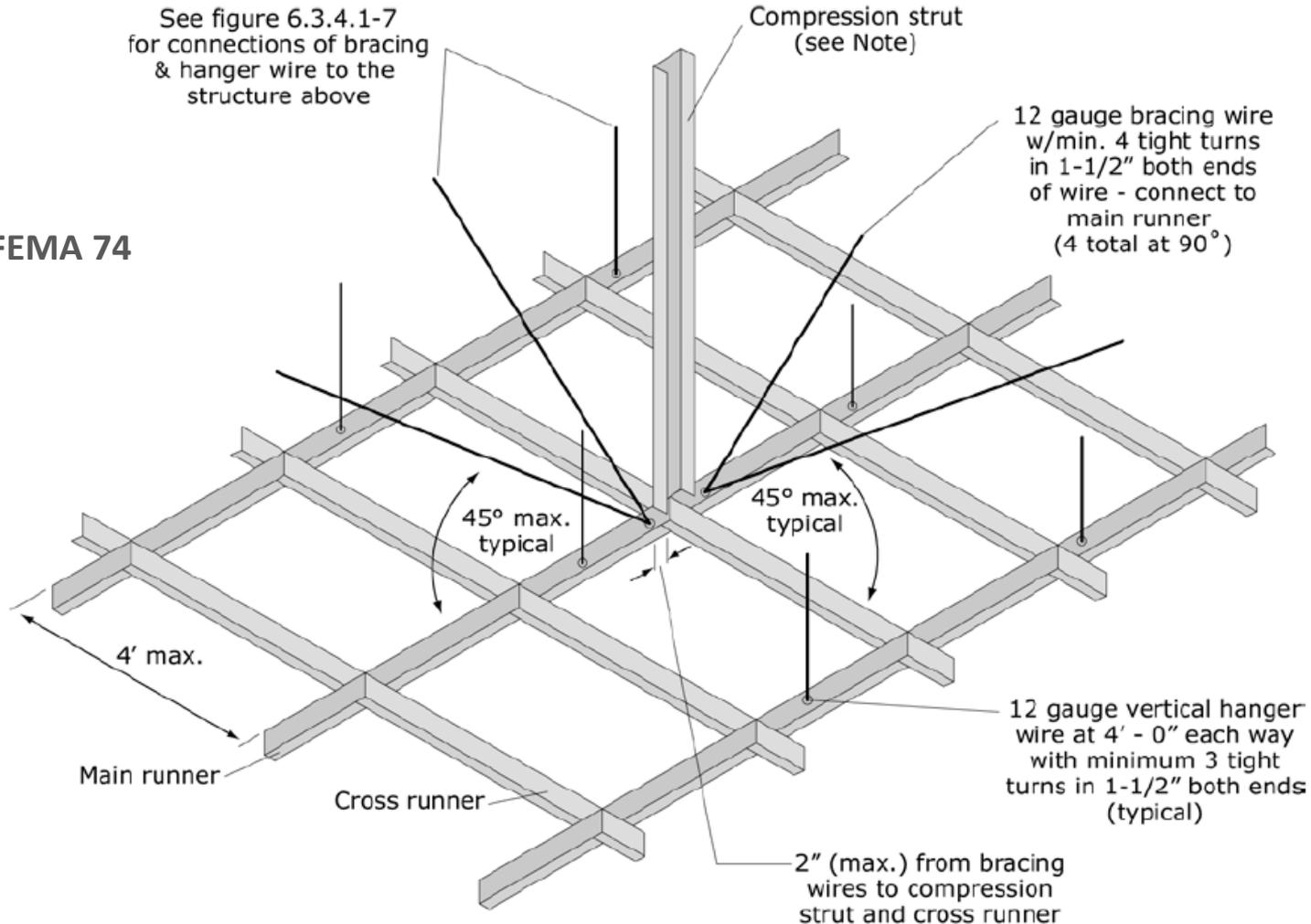


(b) "Free" Connection to Two Adjacent Walls

Fuente: FEMA 74

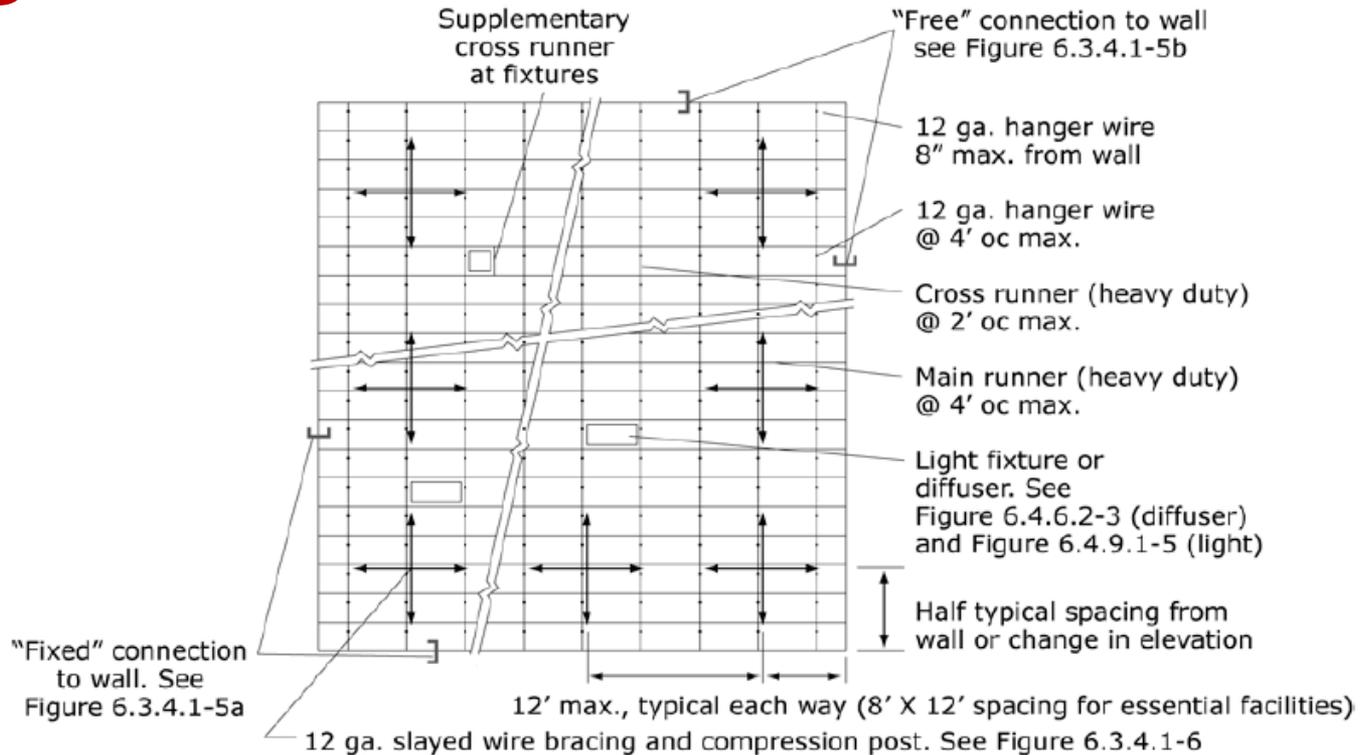
Mitigación Vulnerabilidad Cielos Rasos

Fuente: FEMA 74

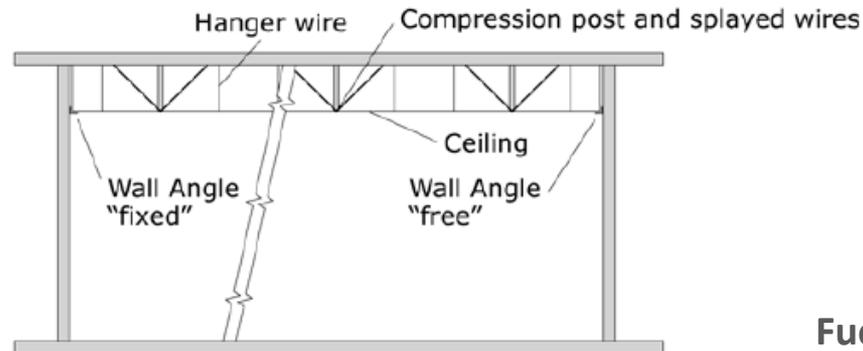


Note: Compression strut shall not replace hanger wire. Compression strut consists of a steel section attached to main runner with 2 - #12 sheet metal screws and to structure with 2 - #12 screws to wood or 1/4" min. expansion anchor to structure. Size of strut is dependent on distance between ceiling and structure ($l/r \leq 200$). A 1" diameter conduit can be used for up to 6', a 1-5/8" X 1-1/4" metal stud can be used for up to 10'

Mitigación Vulnerabilidad Cielos Rasos



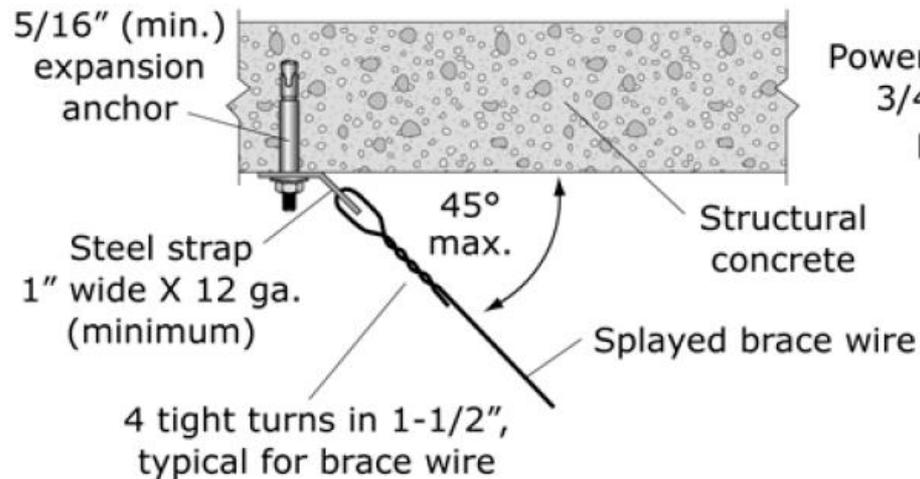
Plan



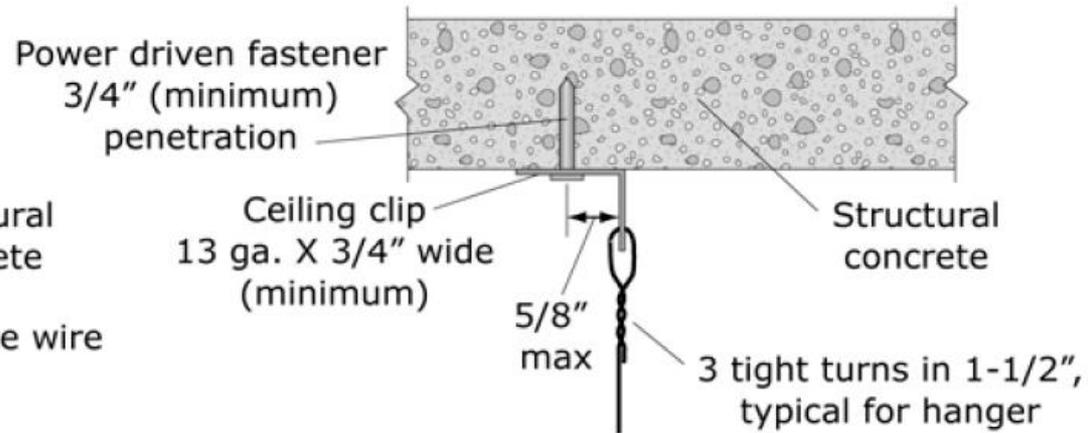
Section

Fuente: FEMA 74

Mitigación Vulnerabilidad Cielos Rasos



Splayed Bracing Wire Attachment at Concrete Floor/Roof



Vertical Hanger Wire Attachment at Concrete Floor/Roof

Note: See California DSA IR 25-5 (06-22-09) for additional information.

Fuente: FEMA 74

Rehabilitación cielos rasos sin detallamiento sísmico

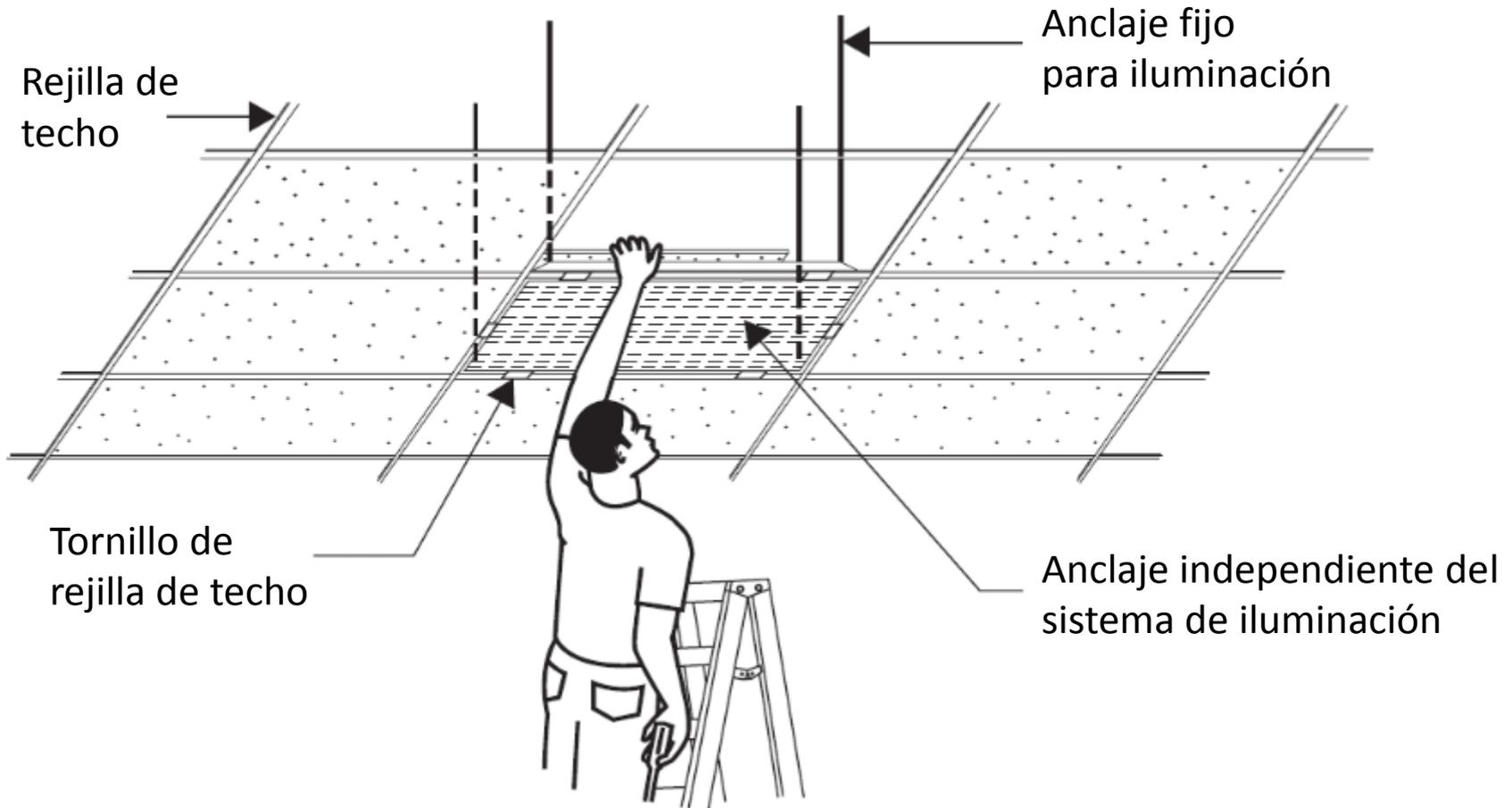


Imagen: Guide and Checklist for Nonstructural Earthquake Hazards in California Schools

Resumen Vulnerabilidad Sísmica Aeropuerto Arica

Sistemas distribuidos sin arrioste sísmico



Rehabilitación sistemas distribuidos

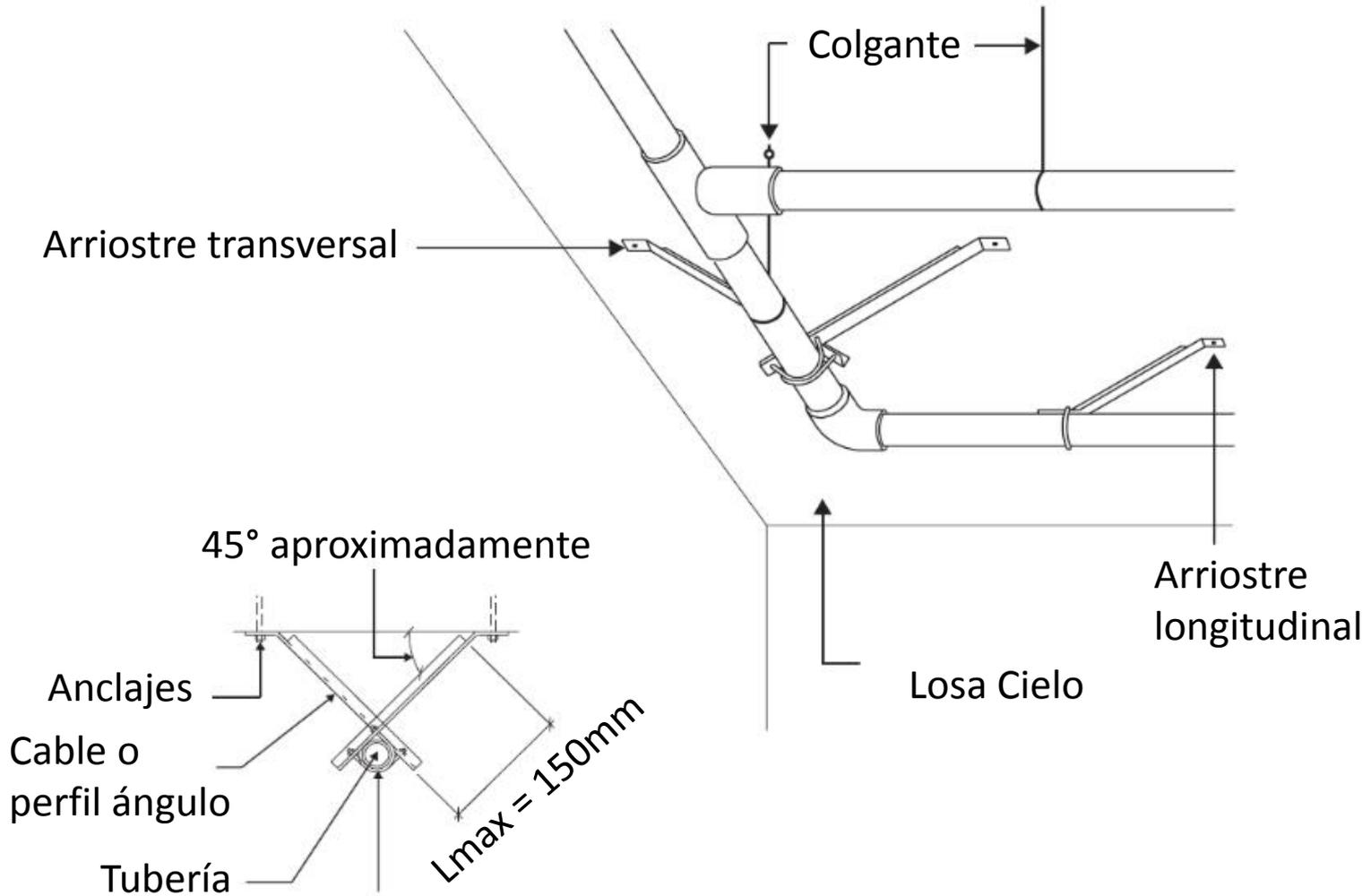


Imagen: Guide and Checklist for Nonstructural Earthquake Hazards in California Schools

Rehabilitación tuberías

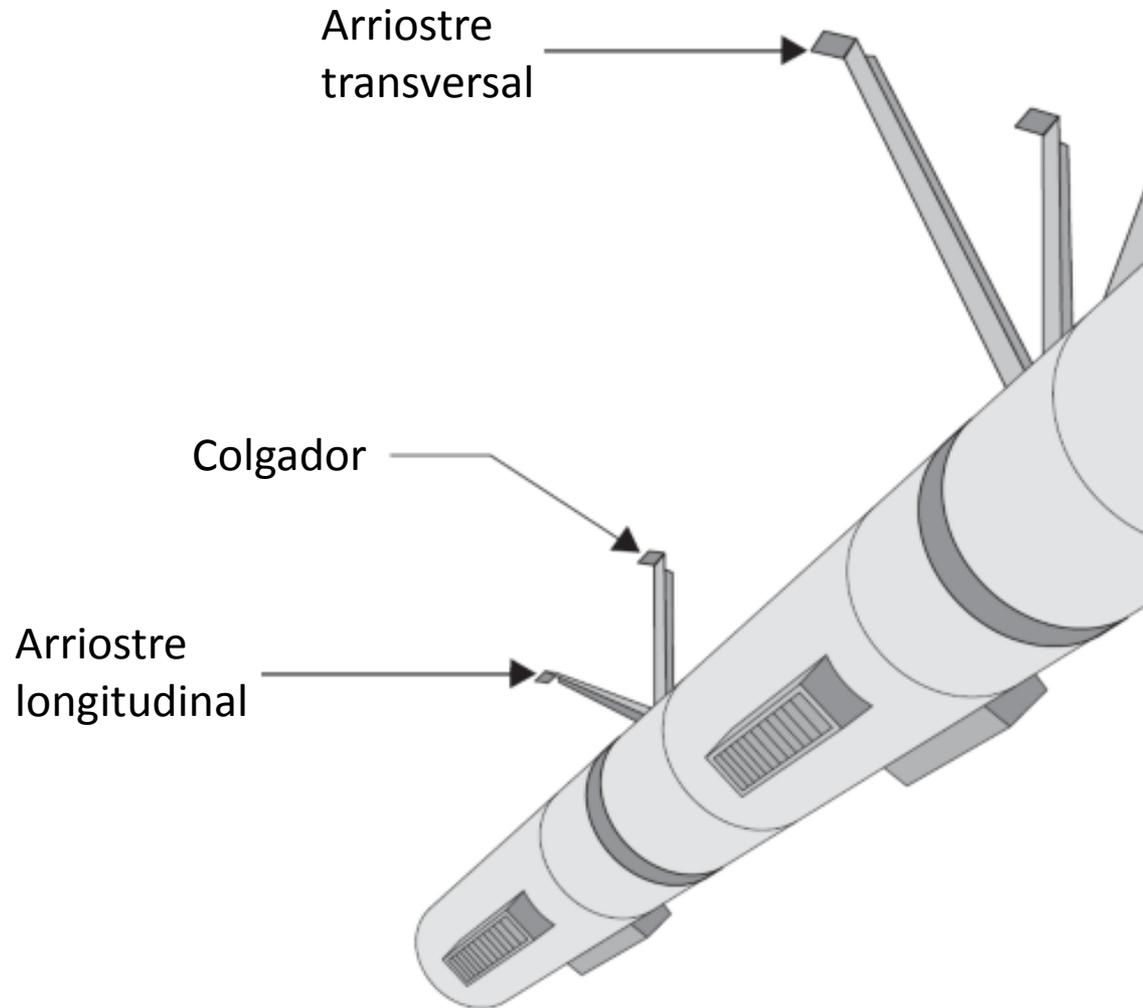
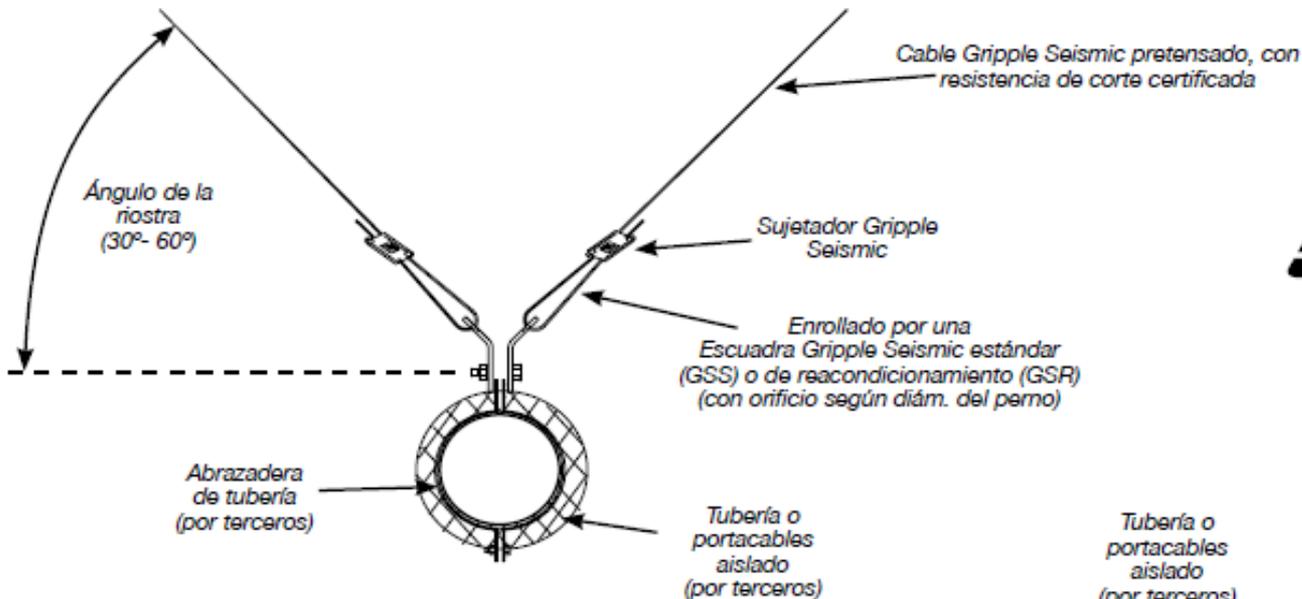
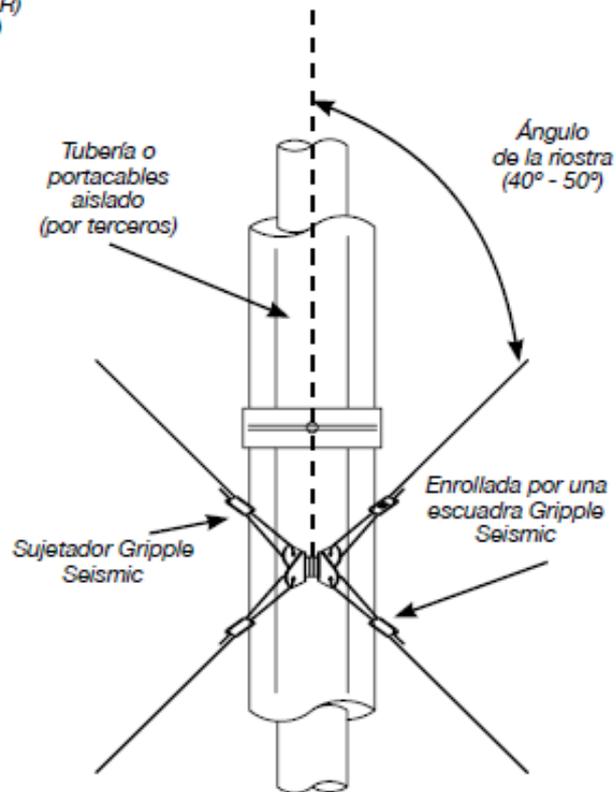


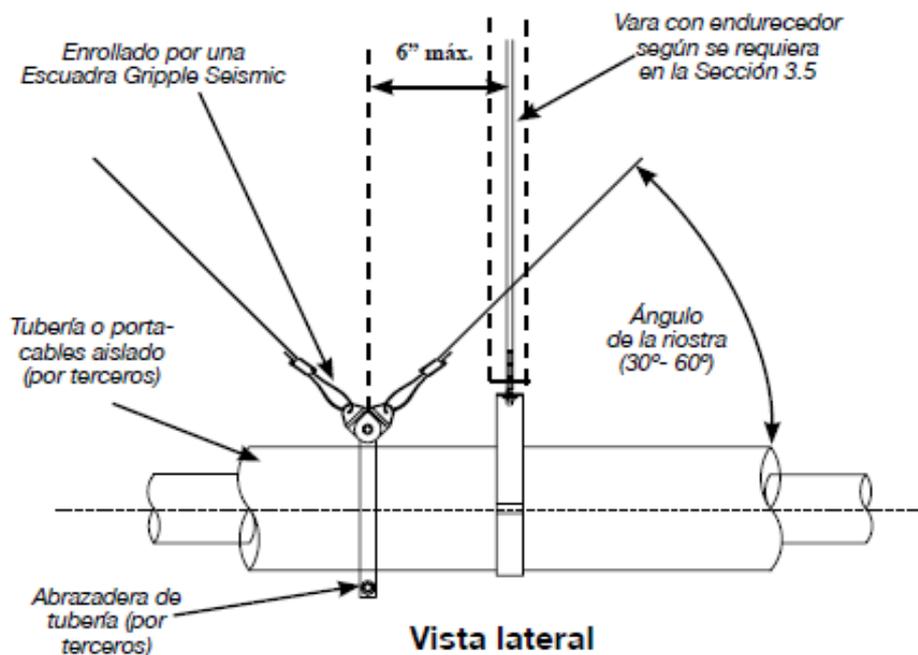
Imagen: Guide and Checklist for Nonstructural Earthquake Hazards in California Schools



Vista de la sección



Vista superior

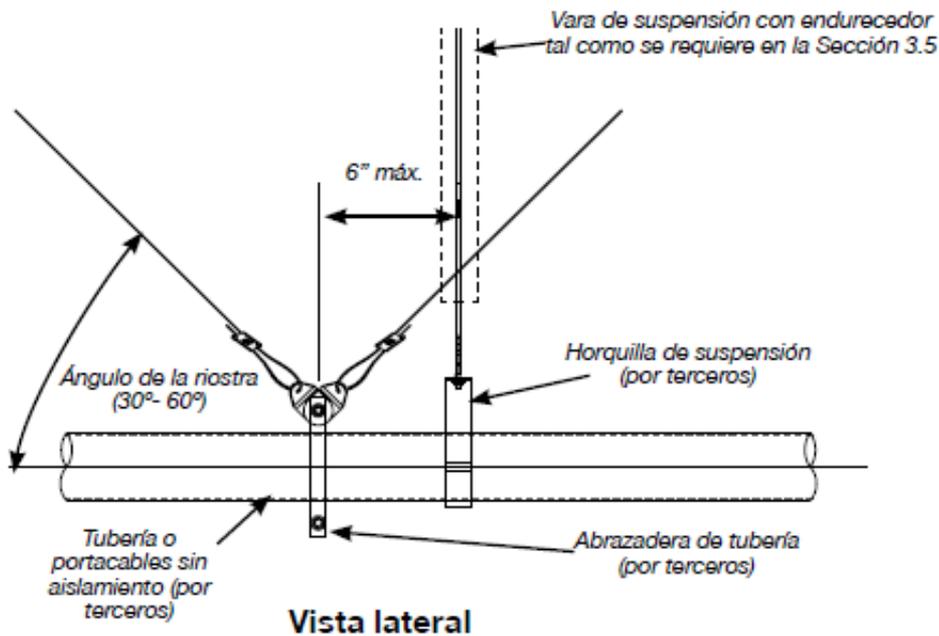
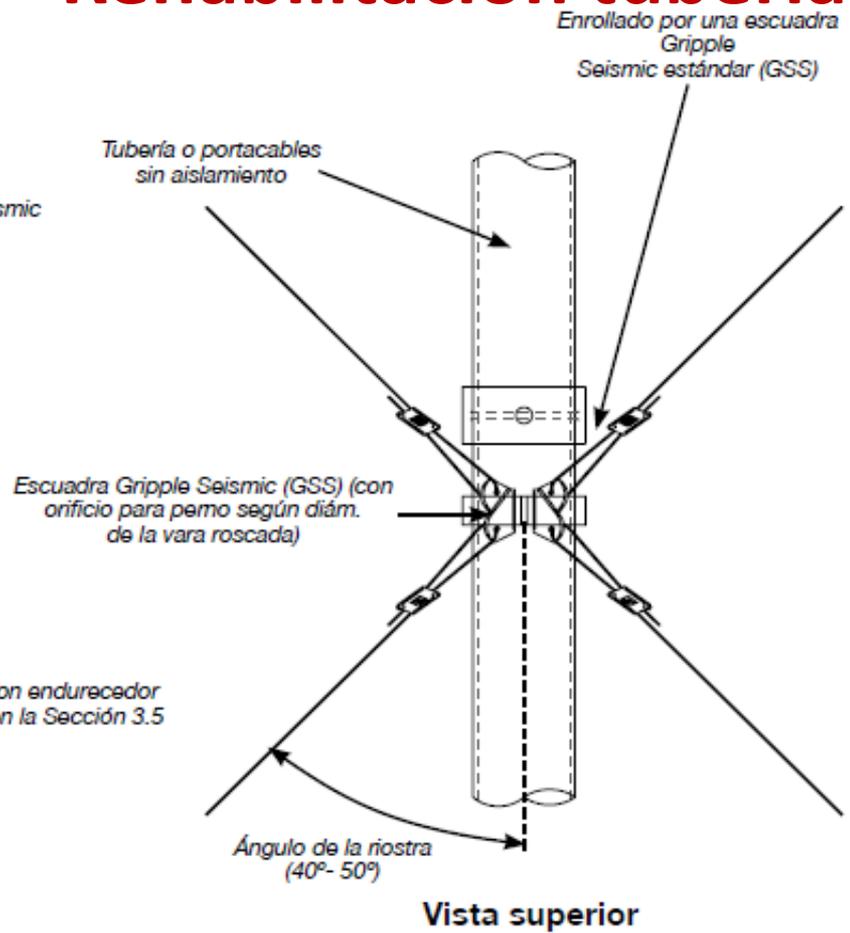
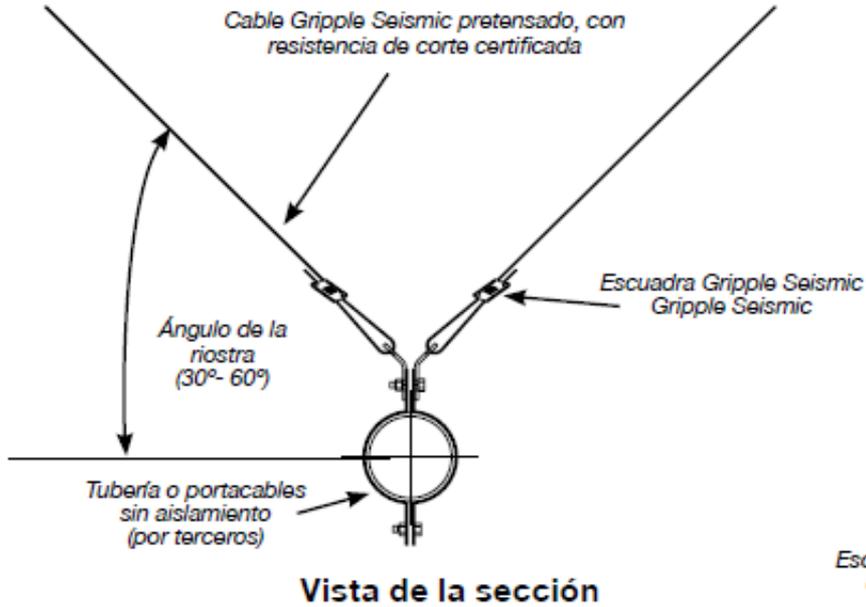


Vista lateral

Valor Aprox. 10-20 US\$/Cable

RBA

Rehabilitación tuberías



Valor Aprox. 10-20 US\$/Cable

RBA

Resumen Vulnerabilidad Sísmica Aeropuerto Arica

Equipos y mobiliario susceptible de volcar o deslizar



Detallamiento sísmico archivadores

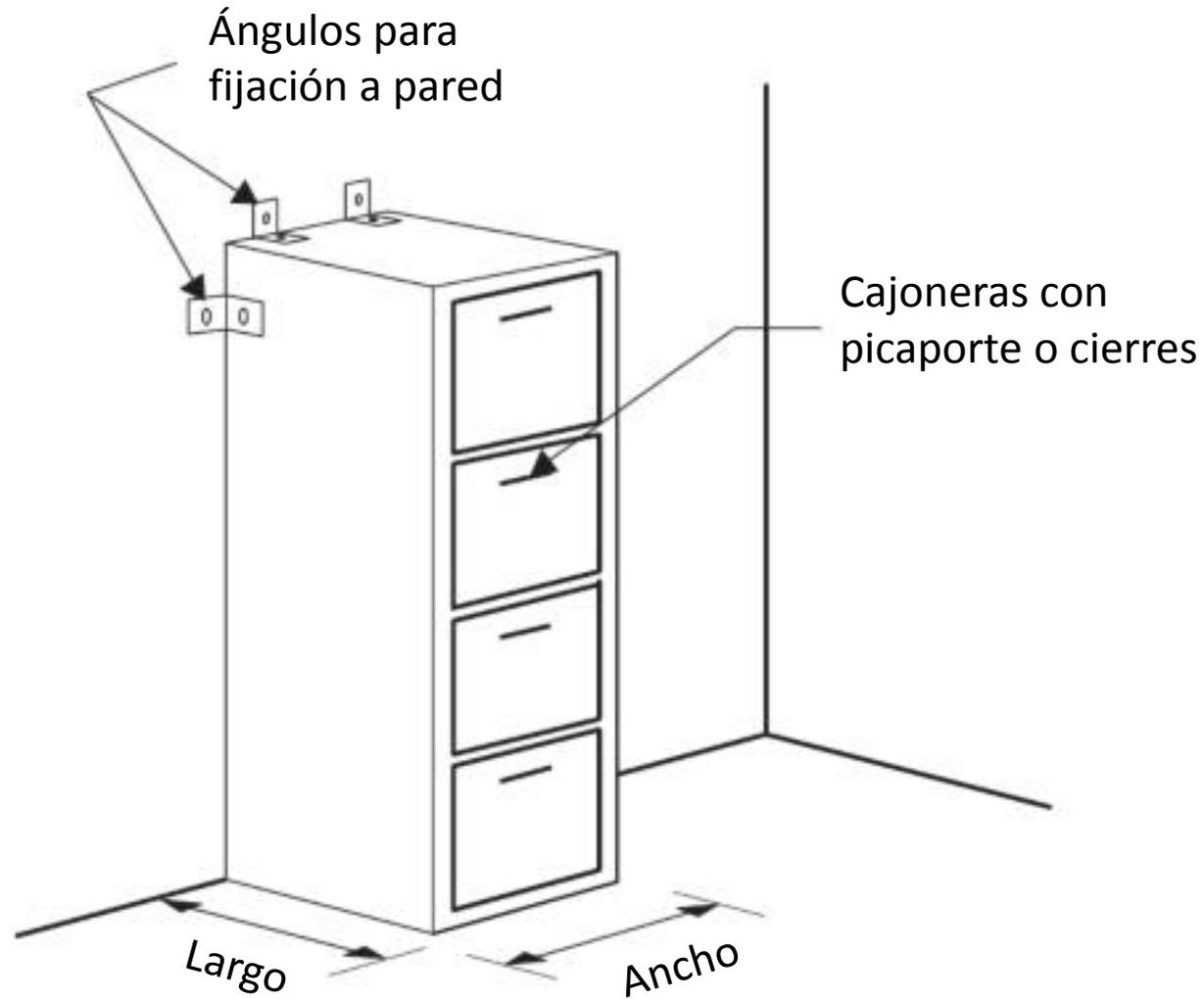


Imagen: Guide and Checklist for Nonstructural Earthquake Hazards in California Schools

Detallamiento sísmico archivadores

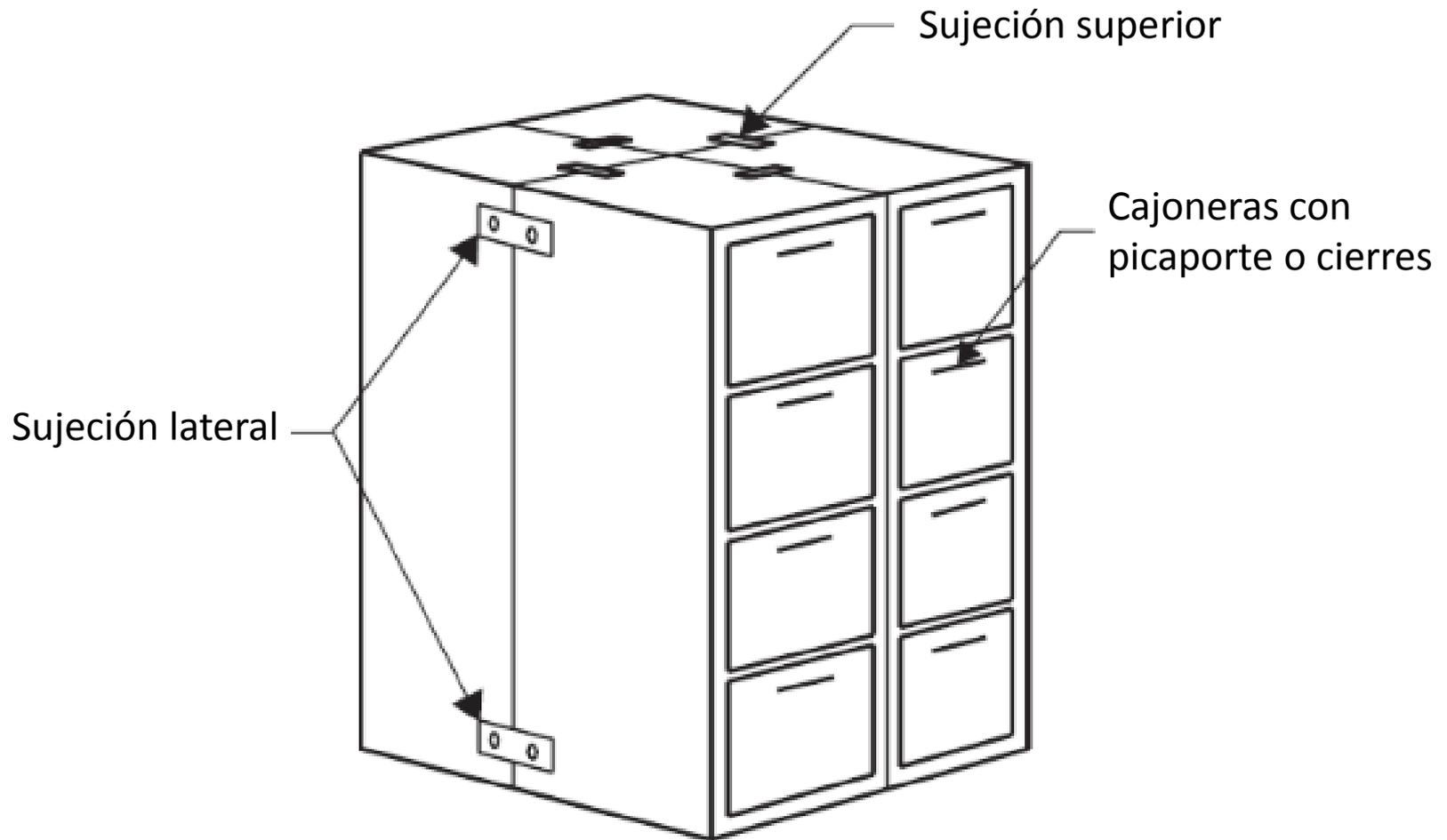


Imagen: Guide and Checklist for Nonstructural Earthquake Hazards in California Schools

Detallamiento sísmico librerías altura inferior a 150 cm

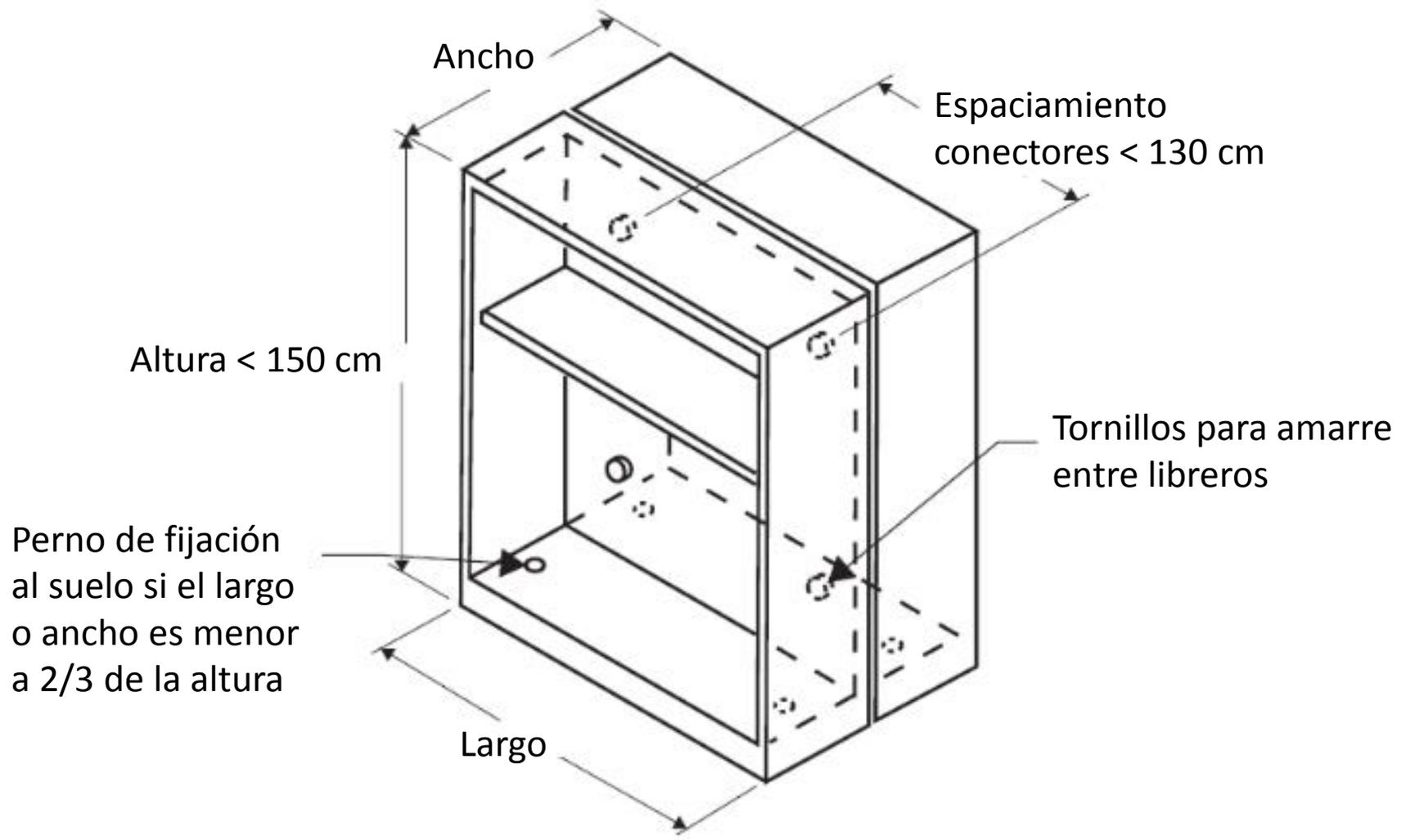


Imagen: Guide and Checklist for Nonstructural Earthquake Hazards in California Schools

Detallamiento sísmico libreros altura superior a 150 cm

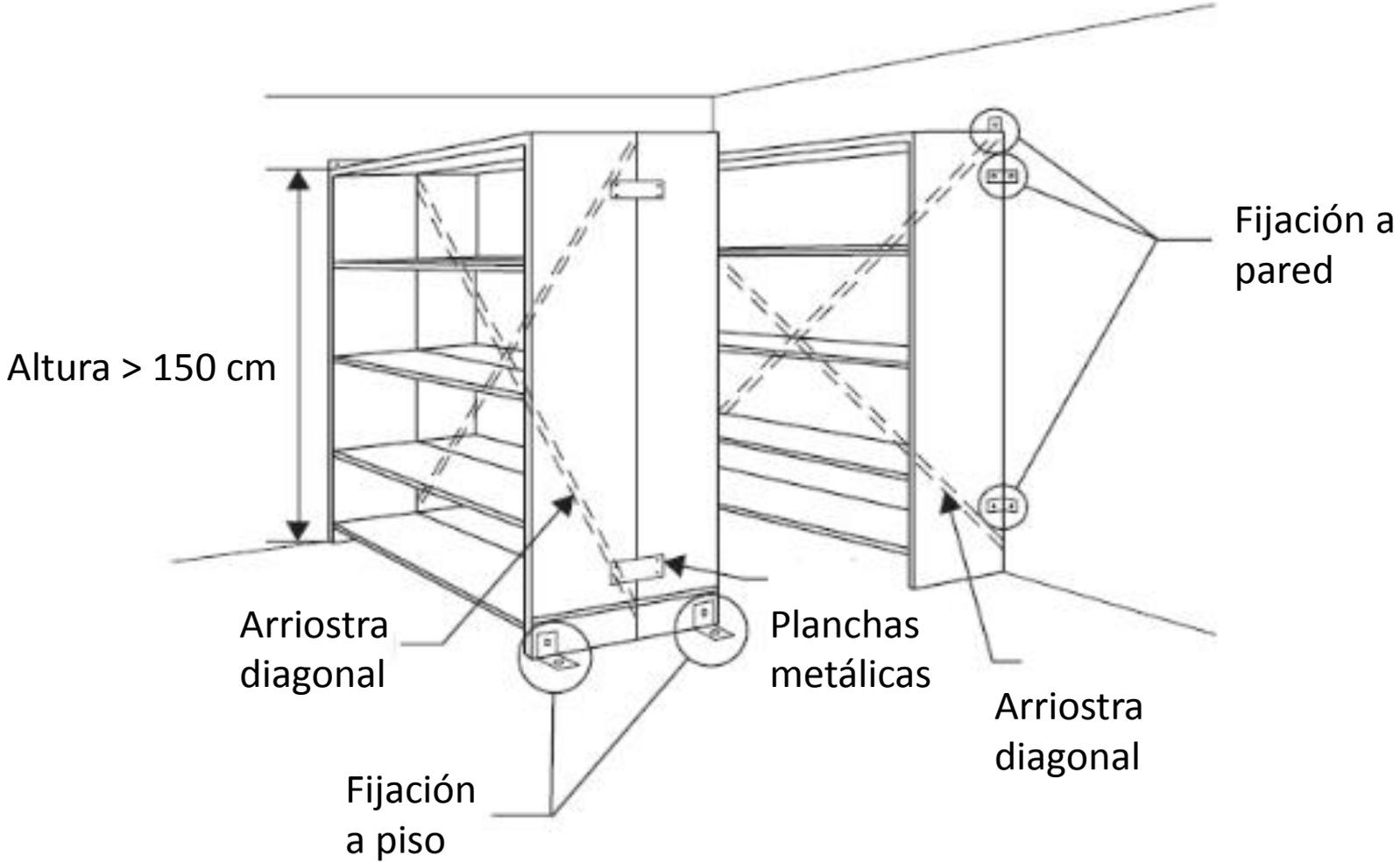


Imagen: Guide and Checklist for Nonstructural Earthquake Hazards in California Schools

Detallamiento sísmico libreros altura superior 150 cm

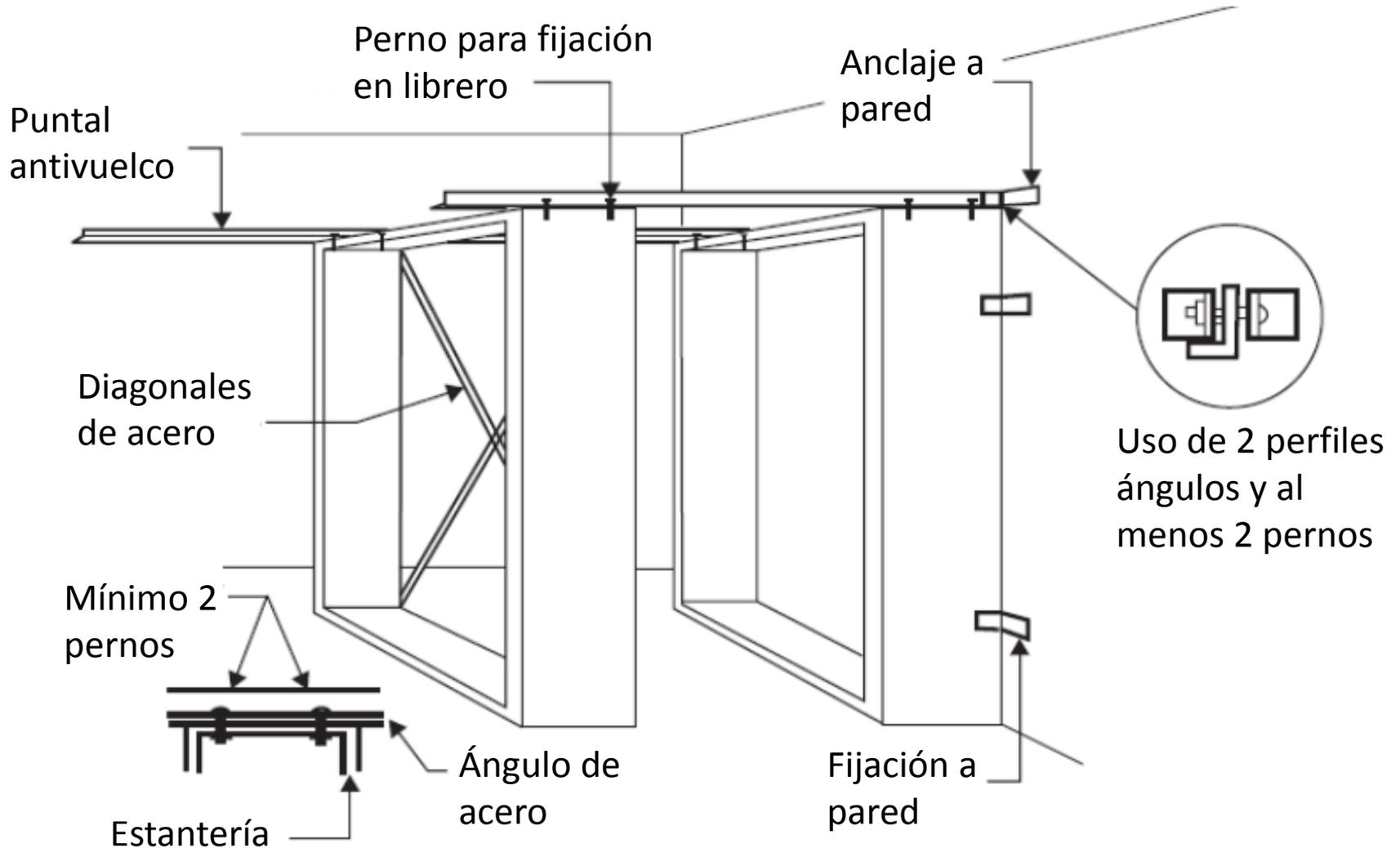
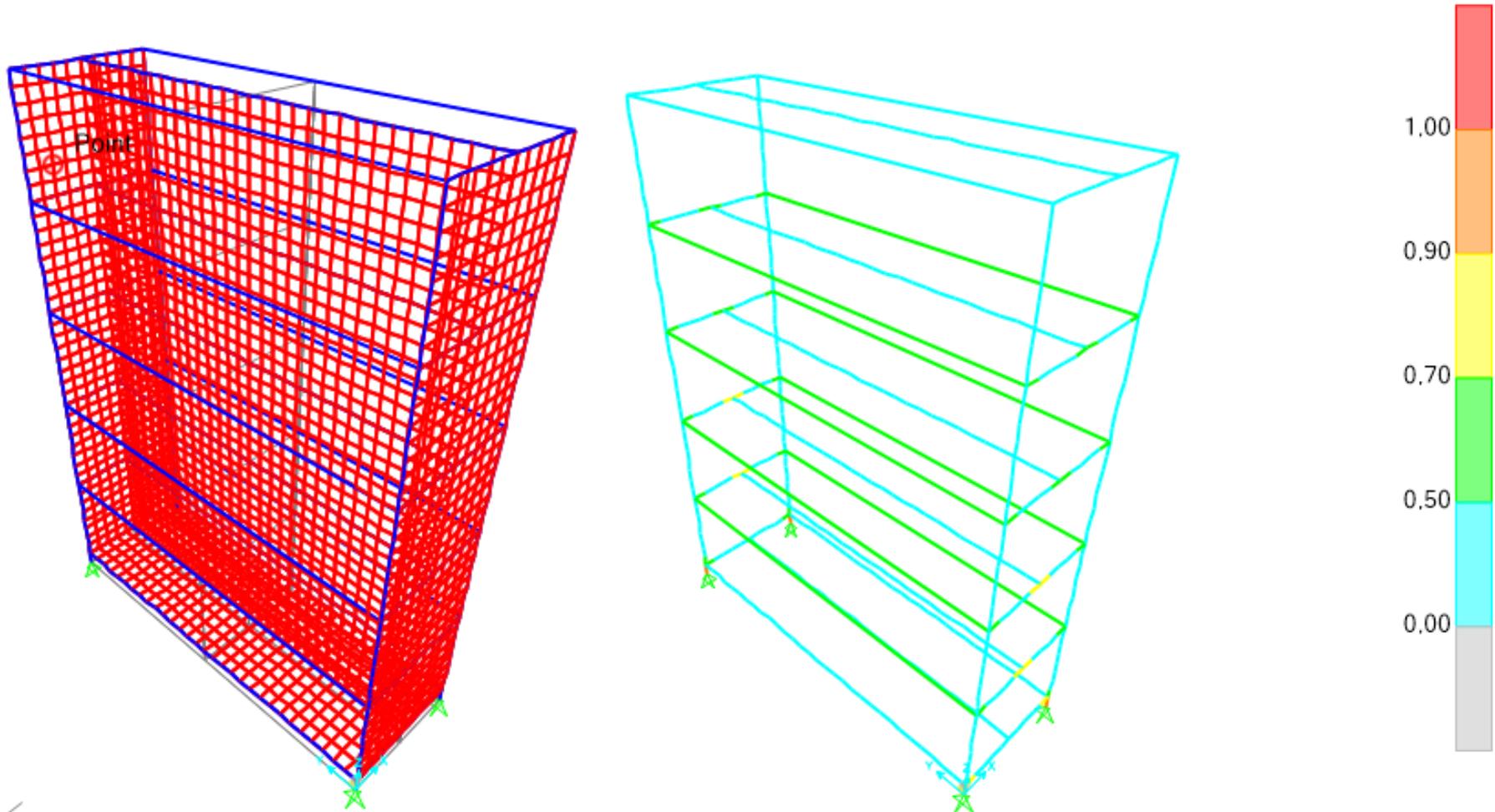
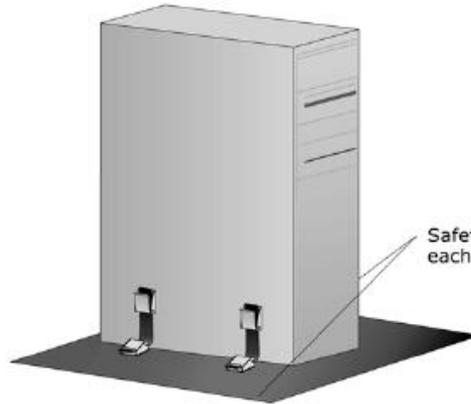


Imagen: Guide and Checklist for Nonstructural Earthquake Hazards in California Schools

Estanterías diseñadas sísmicamente

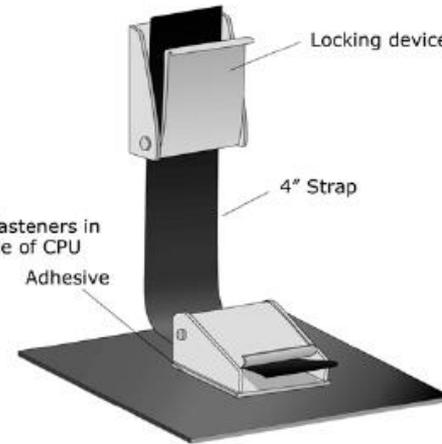


Detalles: Mobiliario

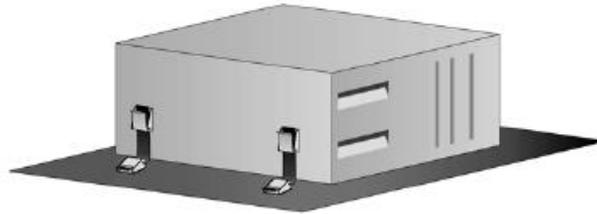


CPU Tower

4-Point fastening – use for all CPUs



Safety Fastener



CPU

Note: Many proprietary fasteners are available to restrain countertop items. Check the internet for options.



Monitors

Resumen Vulnerabilidad Sísmica Puerto Matarani

Edificio Administrativo



Rehabilitación equipos suspendidos

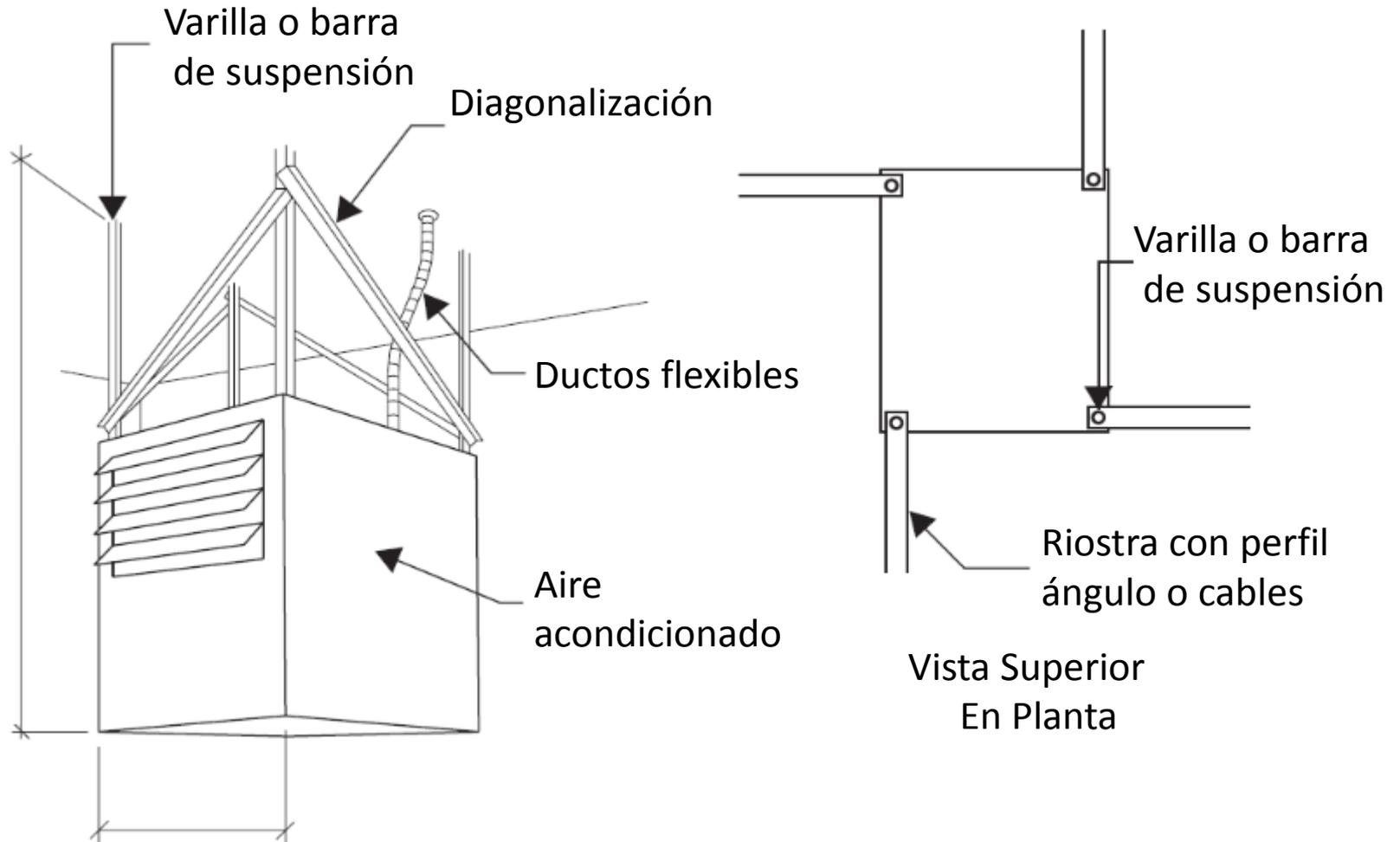


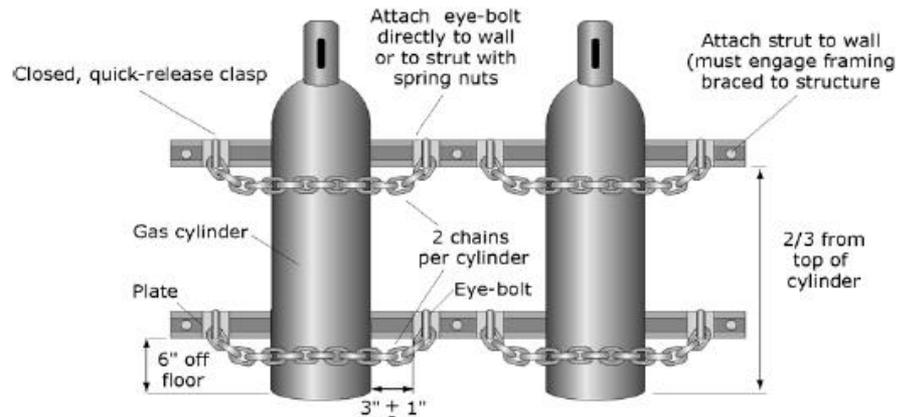
Imagen: Guide and Checklist for Nonstructural Earthquake Hazards in California Schools

Resumen Vulnerabilidad Sísmica Puerto Matarani

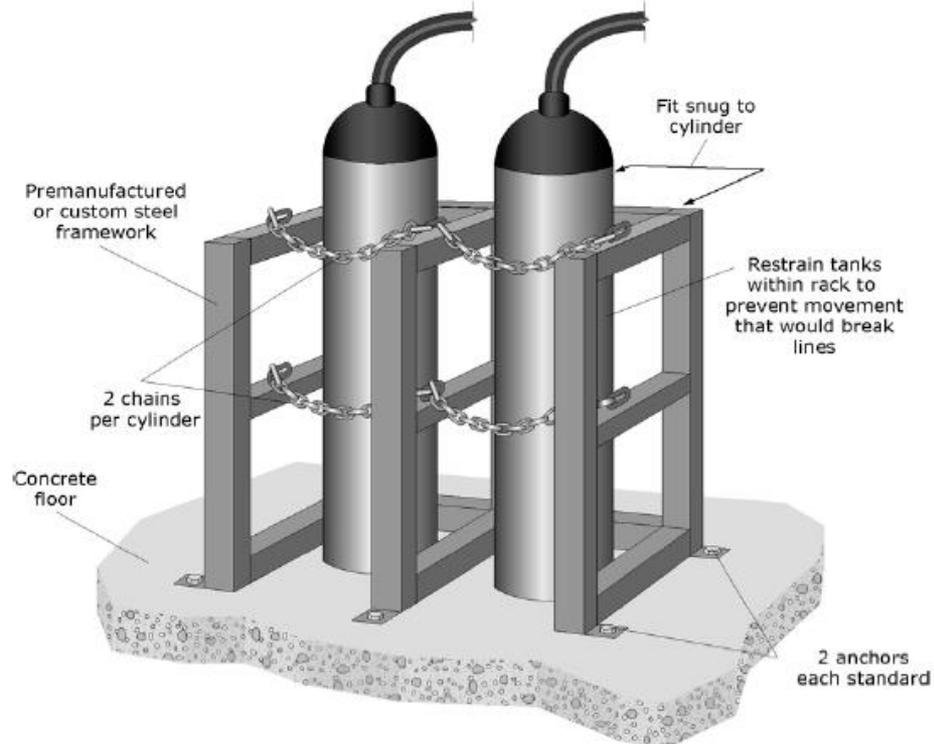
Edificio Administrativo



Detalles Cilindros



Restraint for Gas Cylinder Against Wall

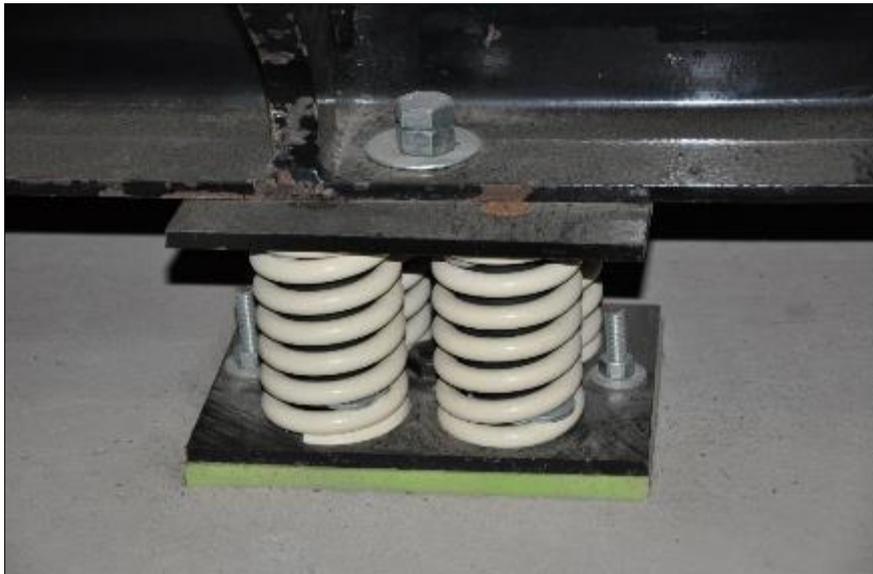


Restraint for Freestanding Gas Cylinders

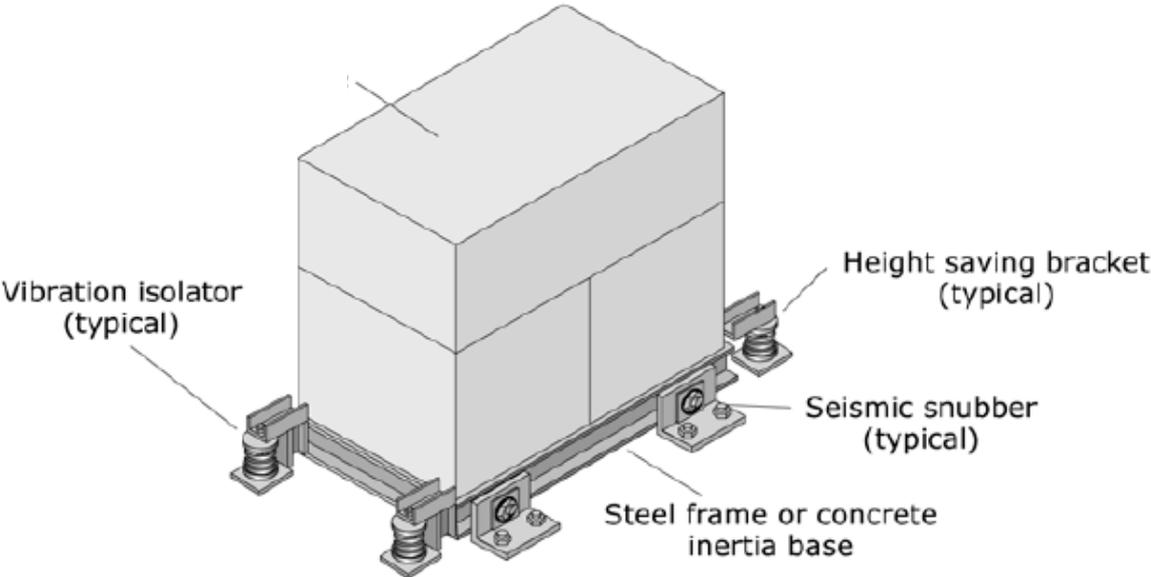
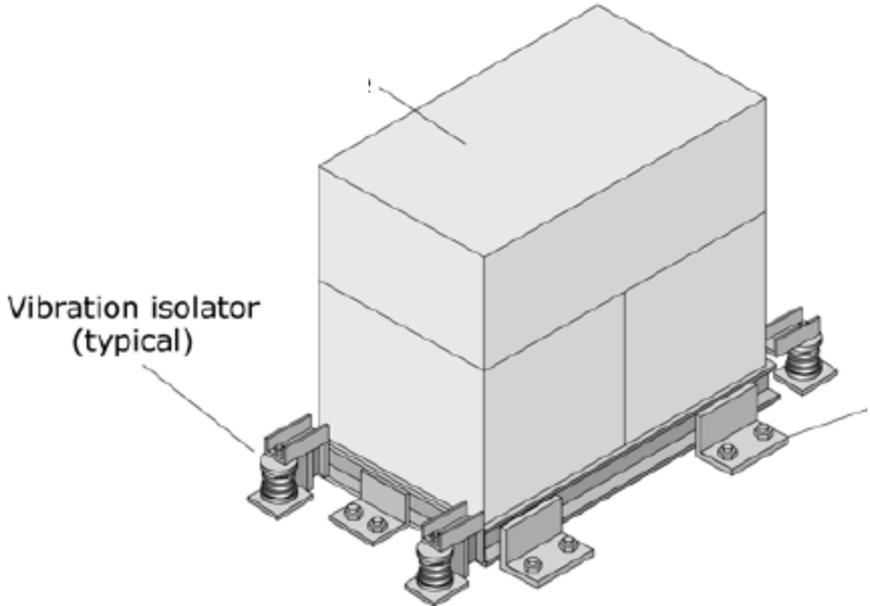
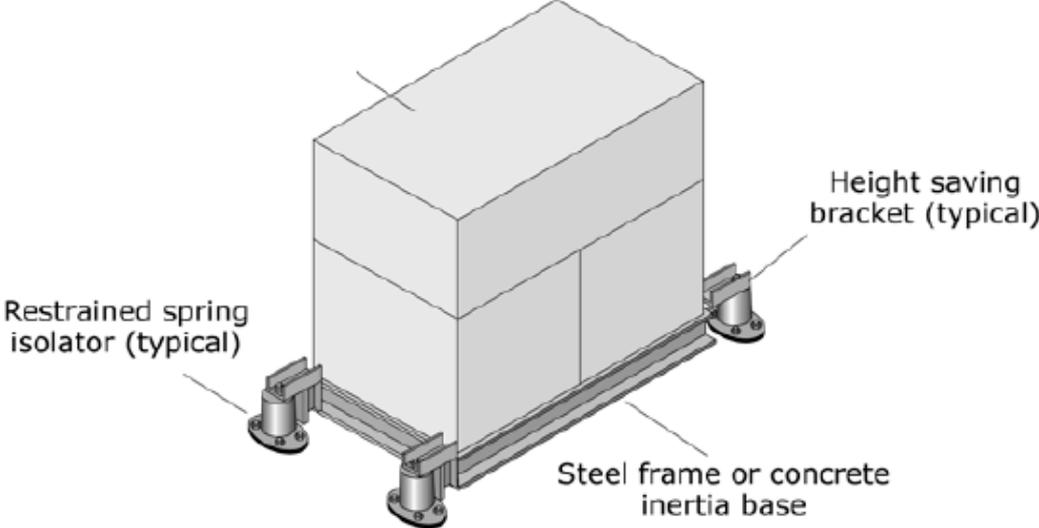
Fuente: FEMA 74

Resumen Vulnerabilidad Sísmica Puerto Matarani

Central térmica



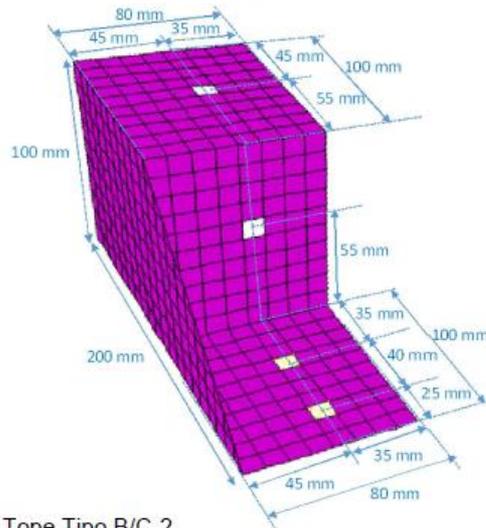
Detalles: Equipo aislado



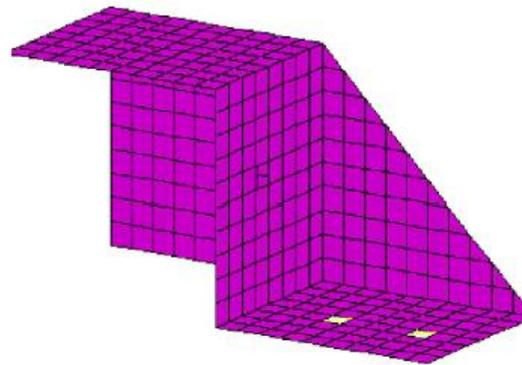
Fuente: FEMA 74

Refuerzos Anclajes Equipos SOME: Ejemplo

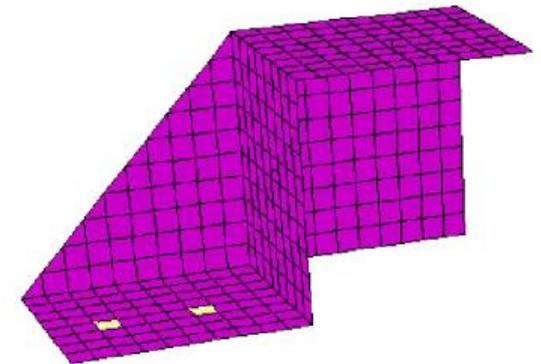
Vista 1 Tope Tipo B/C-1



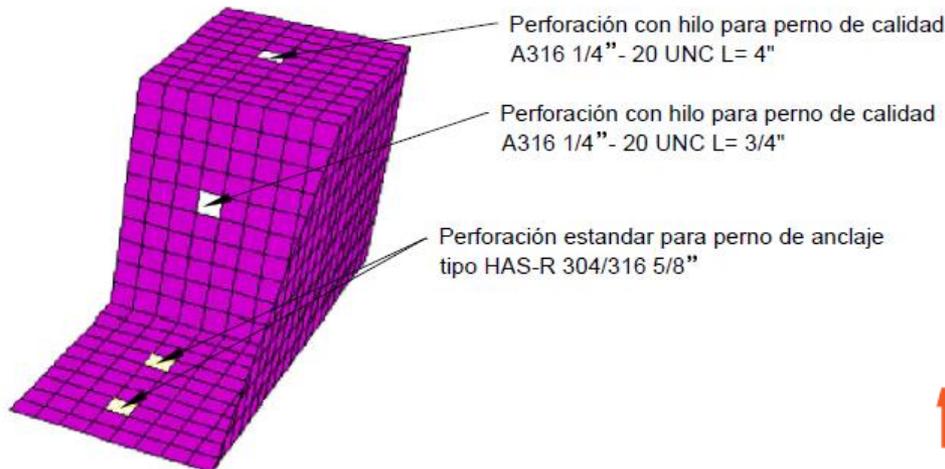
Vista 2 Tope Tipo B/C-2



Vista 2 Tope Tipo B/C-1



Vista 1 Tope Tipo B/C-2



Perforación con hilo para perno de calidad A316 1/4" - 20 UNC L= 4"

Perforación con hilo para perno de calidad A316 1/4" - 20 UNC L= 3/4"

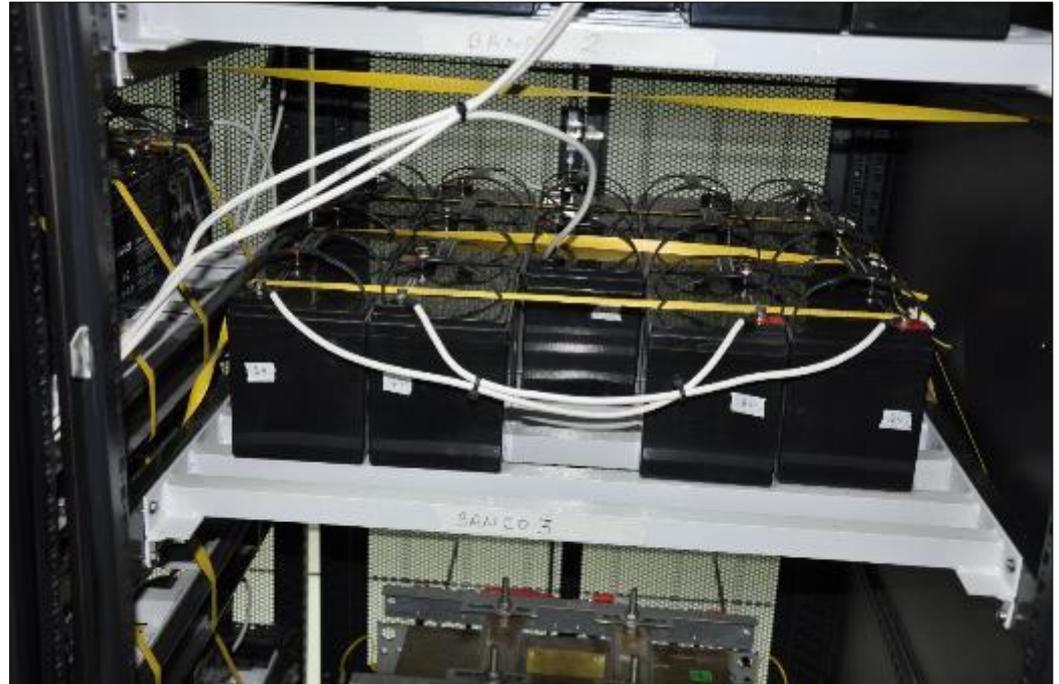
Perforación estandar para perno de anclaje tipo HAS-R 304/316 5/8"

NOTAS:

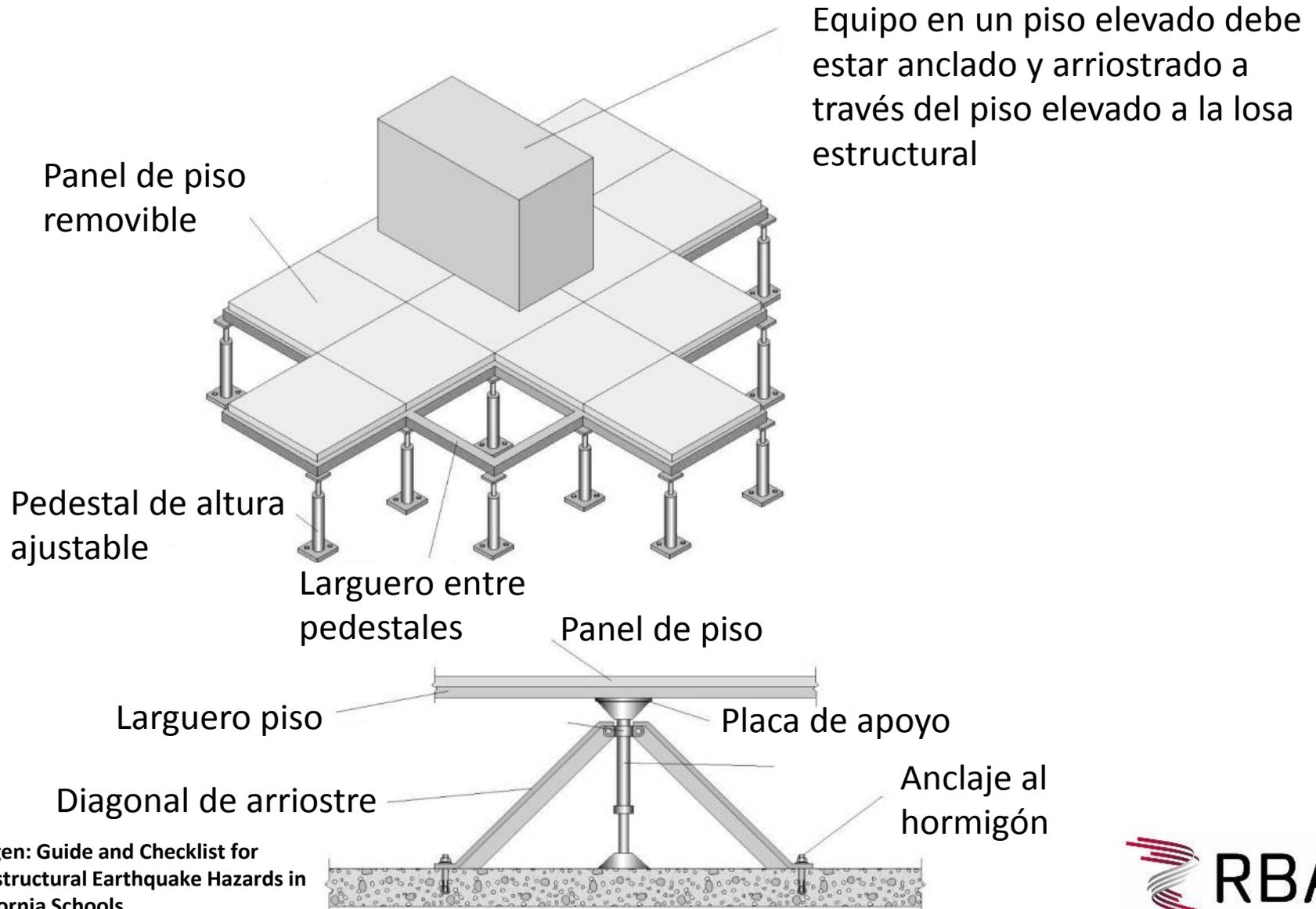
1. Aceros calidad A36 de 6mm de espesor
2. Todas las cotas son a ejes
3. Tolerancia de ± 0.1 mm en dimensiones globales
4. Perno de anclaje Tipo HAS-R 304/316 5/8"x12"
5. Instalación perno de anclaje según especificaciones del fabricante
6. Planos de fabricación deben enviarse a RBA para revisión y aprobación antes del inicio de la fabricación
7. Son 4 topes tipo B/C-1 y 4 topes tipo B/C-2

Resumen Vulnerabilidad Sísmica Puerto Matarani

Sala datacenter

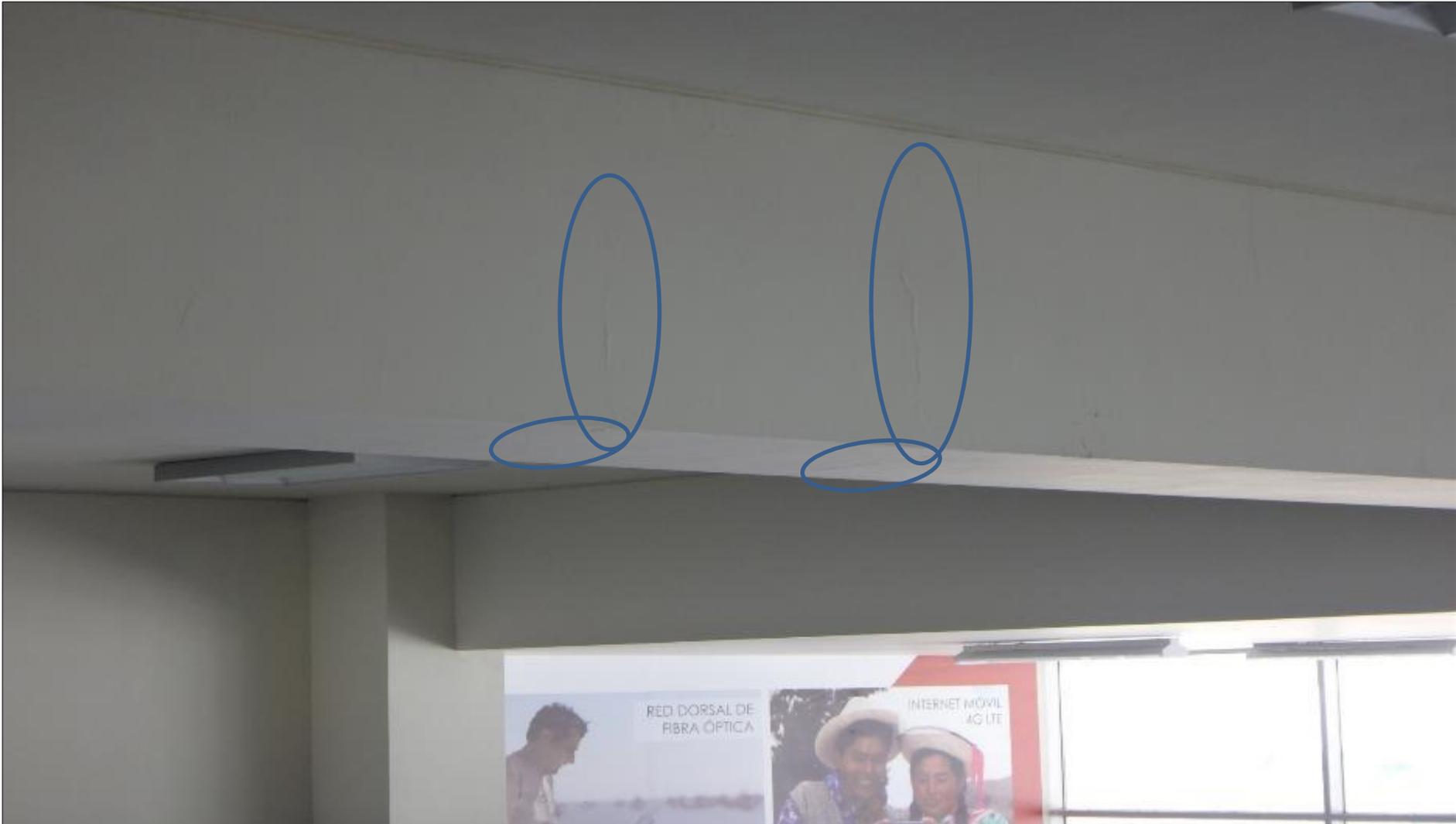


Detallamiento sísmico piso registrable

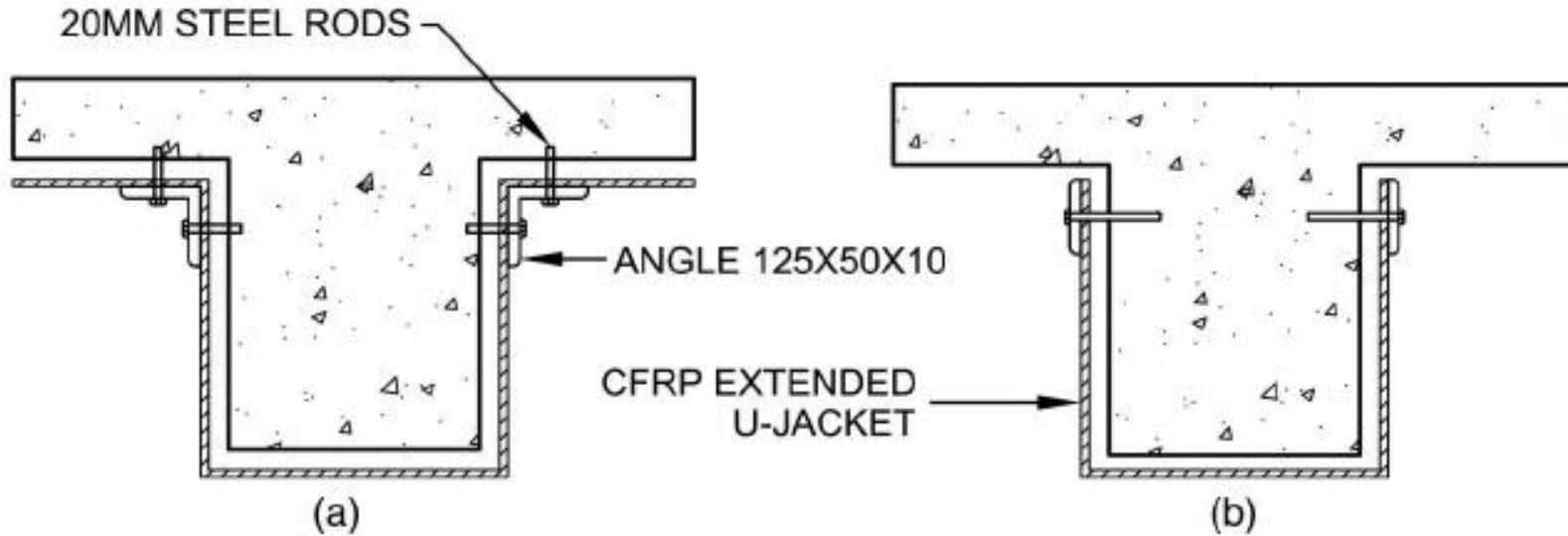


Resumen Vulnerabilidad Sísmica Aeropuerto Tacna

Vigas de techo de gran luz con fisuras por flexión



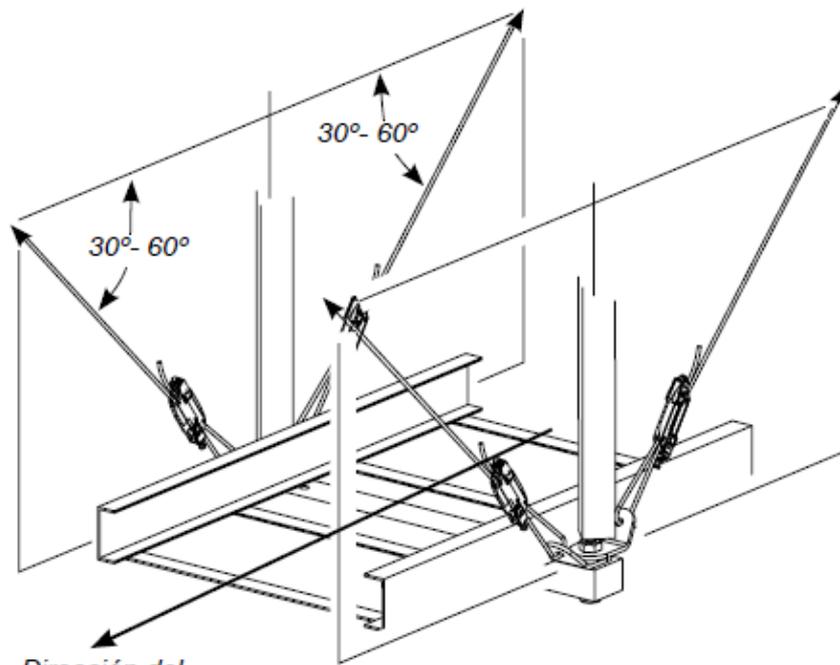
Solución de refuerzo con FRP



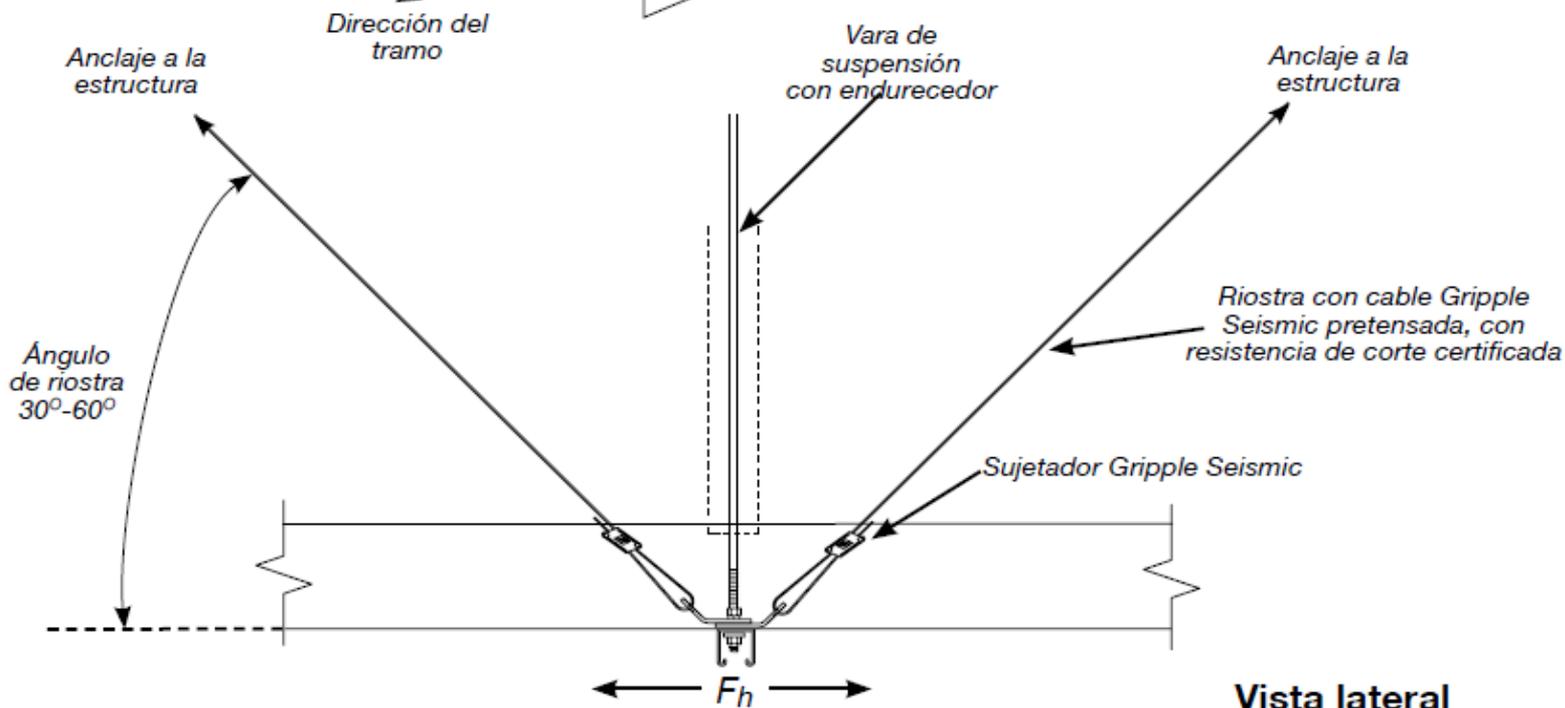
Resumen Vulnerabilidad Sísmica Aeropuerto Tacna

Otros aspectos de detallamiento

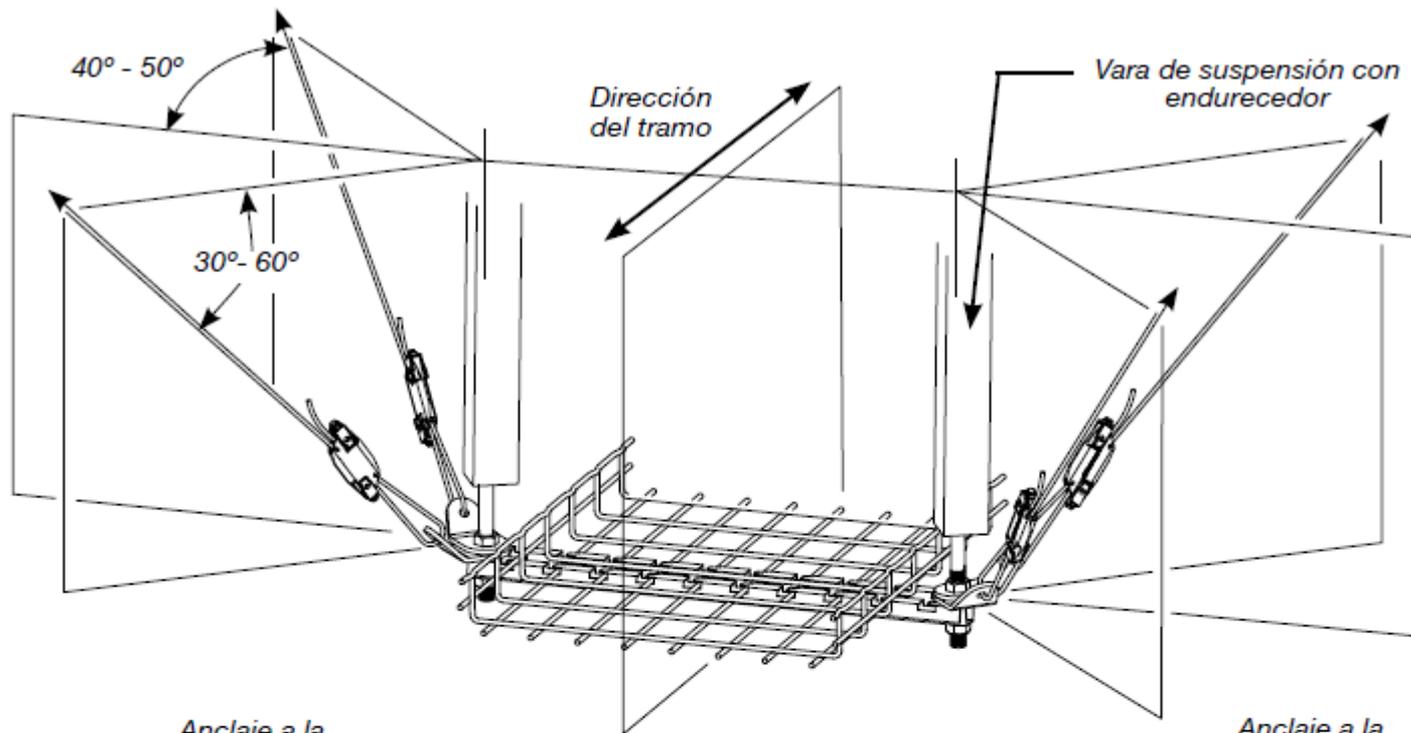




G GRIPPLE®
SEISMIC

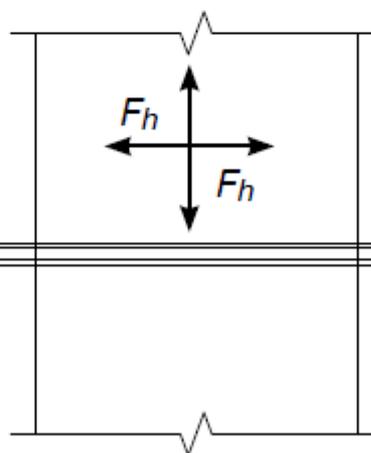


RBA



Anclaje a la estructura

Anclaje a la estructura



Vista superior

GRIPPLE

SEISMIC

Anclaje a la estructura

Anclaje a la estructura

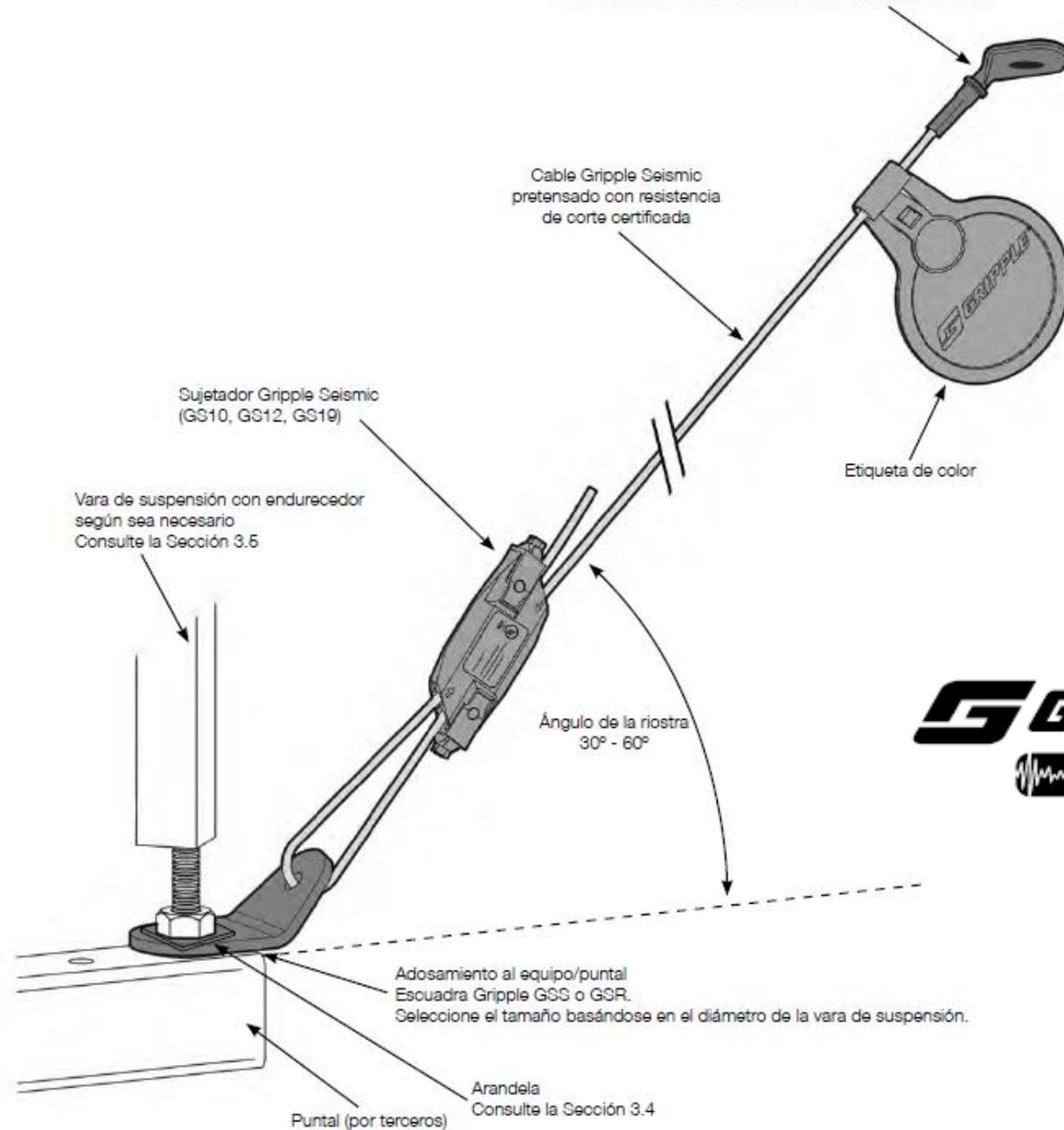


Resumen Vulnerabilidad Sísmica Aeropuerto Tacna

Otros aspectos de detallamiento



Adosamiento a la estructura
Accesorio extremo del cable Gripple (escuadra GSE o GSS).
En la Sección 4 encontrará información sobre el anclaje.
Seleccione la escuadra basada en el diámetro del ancla.



G GRIPPLE®
SEISMIC

Posibles medidas de mitigación por Tsunami

De acuerdo a las experiencias internacionales:

- No existen soluciones únicas ni totales para mitigar el efecto adverso de los tsunamis, por lo que se deben implementar medidas complementarias (estructurales y complementarias)
- Entre las principales medidas estructurales se tienen:
 - ✓ Muros de contención
 - ✓ Diques
 - ✓ Rompeolas
 - ✓ Reubicación a zonas altas
- Entre las principales medidas complementarias se tienen:
 - ✓ Sistemas de alerta
 - ✓ Trazar rutas de evacuación y realizar simulacros
 - ✓ Campañas de concientización y capacitación al personal que labora en los puertos respecto al riesgo por tsunami

Muros de contención

Tipo de evento	Características	Desempeño esperado
Tsunami nivel 1	Mas grande en la historia reciente (100 años de periodo de retorno aprox.)	<ul style="list-style-type: none">• Protección de vidas humanas• Protección de la actividad económica y propiedades
Tsunami nivel 2	Máximo nivel (1000 años de periodo de retorno aprox.)	<ul style="list-style-type: none">• Protección de vidas humanas• Mitigar pérdidas económicas• Permitir rápida recuperación posterior• Prevenir desastres secundarios mayores

Level 1 tsunami



Level 2 tsunami

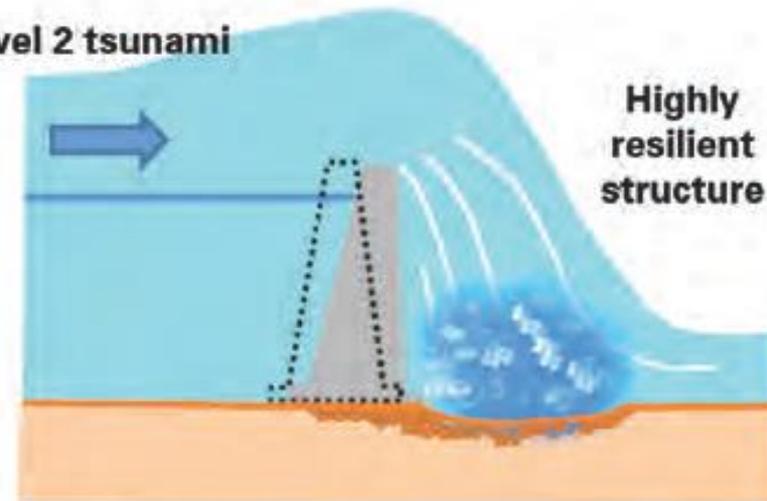


Imagen: Japan Knowledge Notes (2012). GFDRR, WB.

Muros de contención

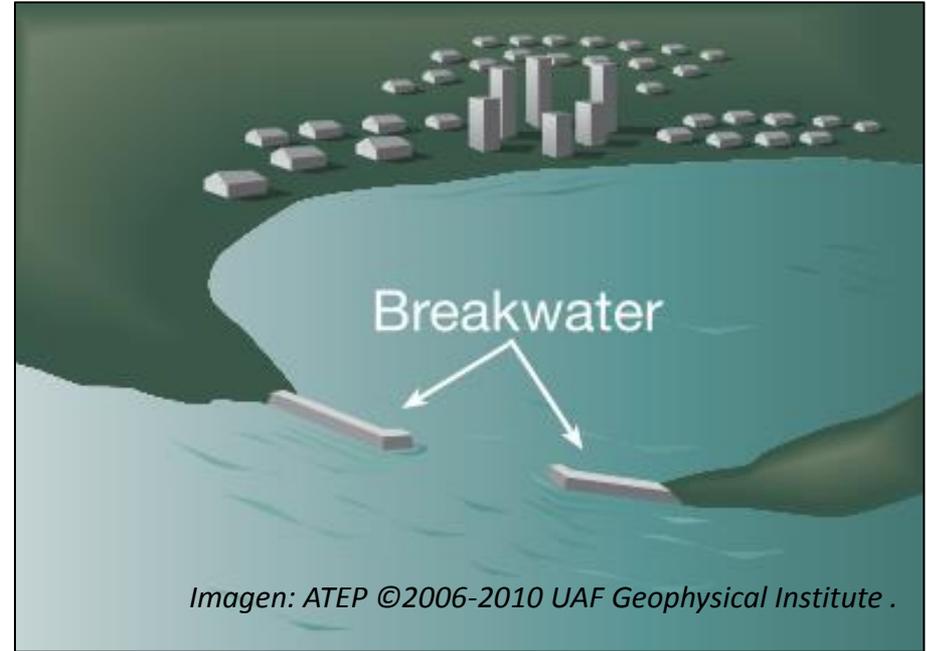


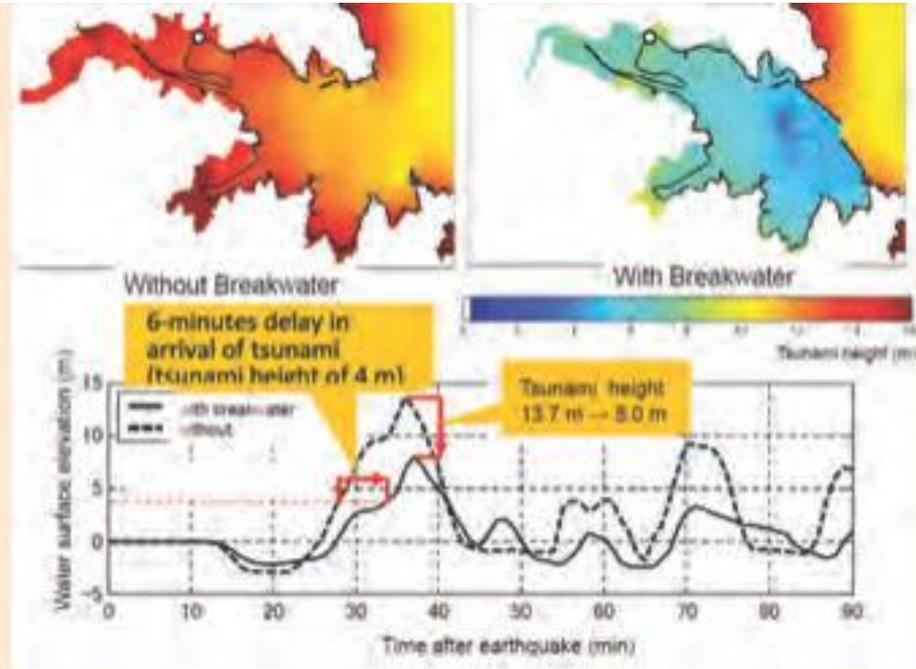
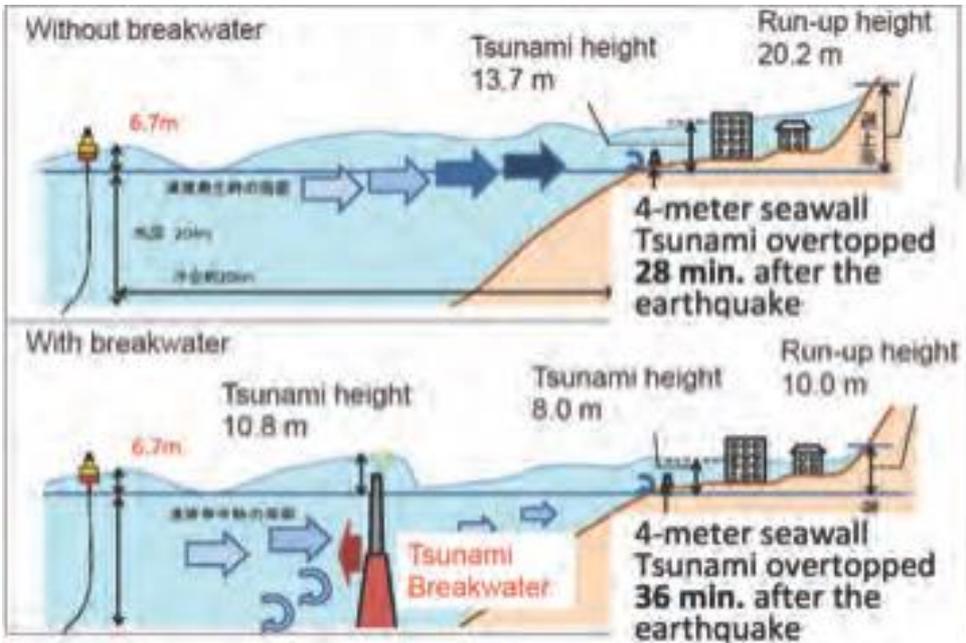
Imagen: ATEP ©2006-2010 UAF Geophysical Institute .



Source: MLIT.

Imagen: Japan Knowledge Notes (2012). GFDRR, WB.

Rompeolas mar adentro



Source: MLIT.

Imagen: Japan Knowledge Notes (2012). GFDRR, WB.

- ✓ Se reduce el tiempo de llegada y altura de las olas

Medidas estructurales integrales



Medidas complementarias

Informativos

Todos preparados ante un TSUNAMI

Un tsunami es... A tsunami is...



...una ola de gran energía y tamaño. Se calcula que el 90% de estos fenómenos son provocados por sismos.
...a significant size energy and waves. It is estimated that 90% of these phenomena are caused by earthquakes.

¿Sabías qué...? ¿Did you know...?



Las costas de Oaxaca son susceptibles a este fenómeno al estar en una zona de actividad sísmica.
The Oaxacan coast is a susceptible region to this phenomenon cause it is in seismic activity area.

AÑO	ZONA DEL SISMO	MAGNITUD	LUGAR DE RESORTE DEL TSUNAMI	ALCURA MÁXIMA DEL MAR
1749	Costa de Guerrero	8.0	Puerto Ángel	10 m
1762	Costa de Oaxaca	7.0	Puerto Ángel	10 m
1807	Costa de Guerrero	7.0	Puerto Ángel	10 m
1847	Costa de Guerrero	7.0	Puerto Ángel	10 m
1852	Costa de Guerrero	7.0	Puerto Ángel	10 m
1853	Costa de Guerrero	7.0	Puerto Ángel	10 m
1854	Costa de Guerrero	7.0	Puerto Ángel	10 m
1855	Costa de Guerrero	7.0	Puerto Ángel	10 m
1856	Costa de Guerrero	7.0	Puerto Ángel	10 m
1857	Costa de Guerrero	7.0	Puerto Ángel	10 m
1858	Costa de Guerrero	7.0	Puerto Ángel	10 m
1859	Costa de Guerrero	7.0	Puerto Ángel	10 m
1860	Costa de Guerrero	7.0	Puerto Ángel	10 m
1861	Costa de Guerrero	7.0	Puerto Ángel	10 m
1862	Costa de Guerrero	7.0	Puerto Ángel	10 m
1863	Costa de Guerrero	7.0	Puerto Ángel	10 m
1864	Costa de Guerrero	7.0	Puerto Ángel	10 m
1865	Costa de Guerrero	7.0	Puerto Ángel	10 m
1866	Costa de Guerrero	7.0	Puerto Ángel	10 m
1867	Costa de Guerrero	7.0	Puerto Ángel	10 m
1868	Costa de Guerrero	7.0	Puerto Ángel	10 m
1869	Costa de Guerrero	7.0	Puerto Ángel	10 m
1870	Costa de Guerrero	7.0	Puerto Ángel	10 m

Fíjate en los señalamientos... Look at the signs...

Zona de riesgo de tsunami y ruta de evacuación



Área Segura de tsunami



Ubica el refugio y rutas de evacuación



¿Qué hacer?

- ▶ **CORRE.** Diríjete rápidamente tierra adentro o a zonas elevadas. (35 mts)
- ▶ Aléjate de arroyos y ríos
- ▶ Busca edificios de concreto y sube lo más alto que puedas
- ▶ Si no tienes tiempo, trepa a un árbol
- ▶ Si eres arrastrado por el agua, aférrate a un objeto que te mantenga flotando

What to do?

- ▶ Run inland or high ground
- ▶ Stay away from streams and rivers
- ▶ Look for concrete buildings and climb as high as you can
- ▶ If you don't have time, climb a tree
- ▶ If you are dragged through the water, cling to an object that keeps you floating

¡Tus sentidos te alertan! **Your senses will alert!**

- ▶ Sientes el suelo moverse / Feel the ground move
- ▶ Escuchas un rugido similar al de un avión o un tren en movimiento / Hear the roar
- ▶ Ves el agua del mar retroceder / See the sea water reverse

Rutas de evacuación

ZONA DE TSUNAMI



EN CASO DE TEMBLOR, VAYA A LUGARES ALTOS (35 mts) O TIERRA ADENTRO
IN CASE OF EARTHQUAKE GO TO HIGH GROUND (35 mts) OR INLAND

RUTA DE EVACUACIÓN



Zonas de seguridad

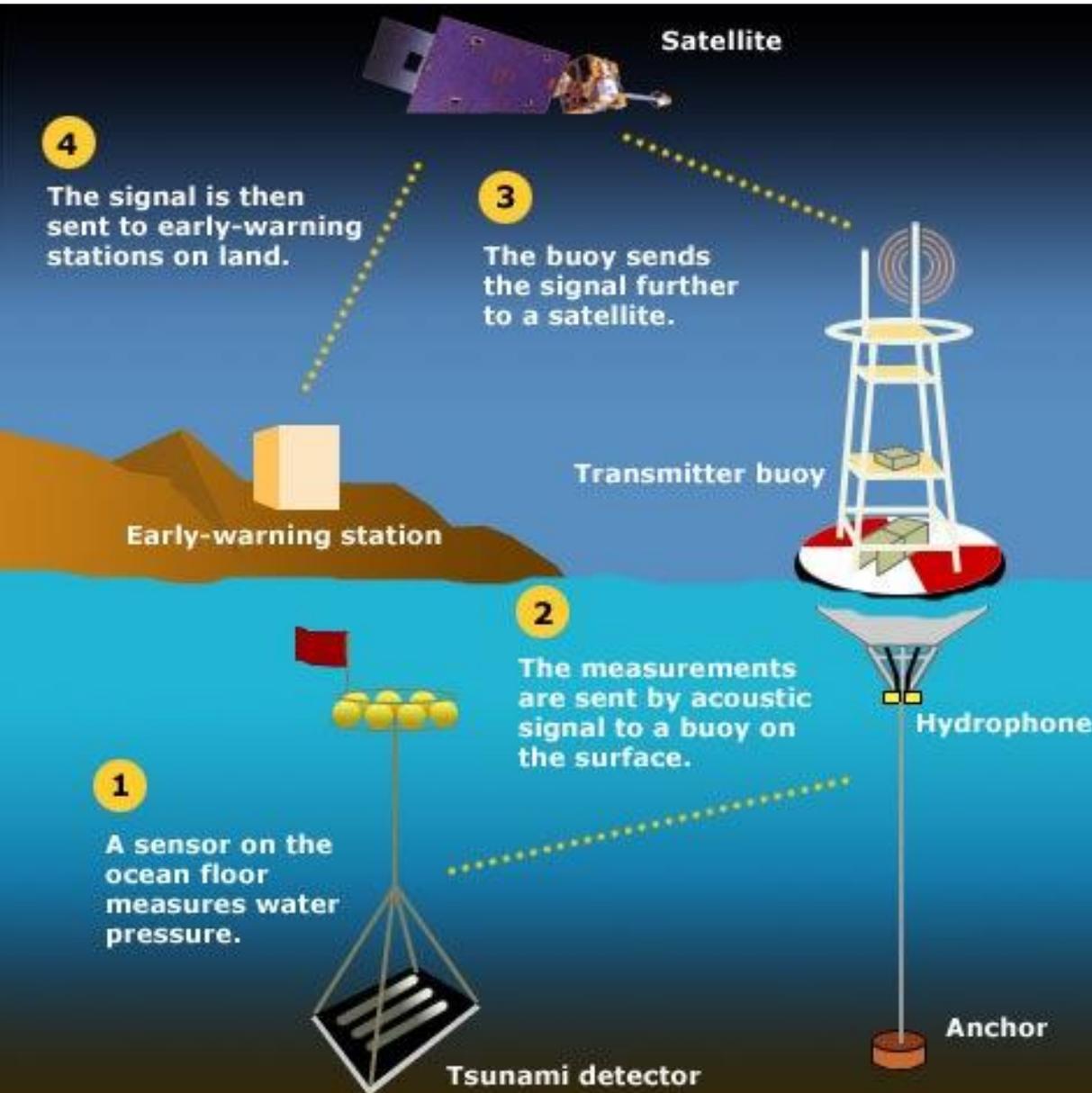
TSUNAMI



ZONA DE SEGURIDAD
SAFETY ZONE

ESPERE AL PERSONAL CAPACITADO
WAIT FOR OFFICIAL ALL-CLEAR

Medidas Complementarias



The Wave Watchdog

When an earthquake strikes on the bed of the ocean, millions of tons of water are suddenly pushed upwards -- or sinks dramatically downwards -- thus generating a powerful wave. In deep water, the wave travels at extremely high rates of speed. The wave can be identified by a tsunami detector, which then transmits a warning via satellite.

With the help of data received from transmitter buoys and prediction models, it is possible, even just 15 minutes after an earthquake strikes, to determine the path and the strength of a tsunami. Warnings can be sent out to the endangered regions immediately.

Sistema de alerta

Posibles medidas de mitigación por Tsunami

Es importante tener en cuenta:

- Las medidas de mitigación no deben obstaculizar el funcionamiento cotidiano en los puertos
- Los tsunamis presentan una gran fuerza ocasionada por el movimiento de grandes masas de agua, por lo que una obra de mitigación que pretenda contrarrestarla debe ser de grandes dimensiones, lo cual involucra un alto costo
- Construir diques en costa para esperar el máximo evento probable (20, 30 m de altura o más) no es realista ni práctico desde el punto de vista financiero, social o ambiental
- En países como Japón se han realizado por muchos años obras estructurales en las costas para reducir el daño ocasionado por tsunamis. Aún así, en el gran tsunami del año 2011 muchas de esas estructuras en costa resultaron afectadas. Por lo que la experiencia ha enseñado que lo mas recomendable es emplear una combinación de medidas **estructurales** y **complementarias** para reducir la afectación ocasionada por los tsunamis.

¿Por qué la evaluación de riesgo?

- ¿Cuál es el peor evento que puede presentarse en el país, o en cada una de las ciudades, regiones?
- ¿Cuáles eventos pueden generar desastres?
- ¿Cuánto podrían ser las peores pérdidas económicas, y con qué frecuencia?
- ¿Cuánto es la pérdida anual esperada?
- ¿Cuántas pérdidas humanas pueden esperarse en los peores eventos?
¿Con qué frecuencia?
- ¿Qué medidas podemos tomar? Qué acciones inmediatas de mediano y largo plazo? ¿Qué planes?
- ¿Cómo crecer y desarrollar, dónde corregir?

Uso de Modelo Probabilista de Riesgo

Individuos { Primas
Estrategias de mitigación

Administradores de Riesgo { Primas
Reservas catastróficas
Mitigación e interrupción del negocio

Sector Asegurador { Primas, reaseguro, reservas catastróficas
Planes para atender eventos catastróficos

Gobiernos { Comunicación y difusión del riesgo
Calcular la exposición financiera del Estado
Guiar intervenciones de Reducción de Riesgo
Regular Compañías de Seguros
Planes para la Contingencia y Emergencias
Estimaciones inmediatas de daños después de un evento
Planes Urbanos y usos de suelo
Sistemas de Alerta Temprana

Modelos de Ingeniería

Usados para Riesgos Catastróficos

- Estudiar grandes eventos pero **ocasionales**
- La historia no revela el riesgo real: **periodo muy corto de observación**
- Elementos expuestos y su vulnerabilidad **cambian muy rápido en el tiempo**
- Las consecuencias secundarias **son cada vez más complejas**
- No es posible construir modelos actuariales, estadísticos o puramente empíricos

¿Son nuevos los modelos de ingeniería?

- Se han usado en obras importantes (presas, puentes, plantas nucleares, rascacielos, ...)
- Se han usado para hacer los Reglamentos de construcción

En resumen son una combinación de:

Matemáticas clásicas + Ingeniería + Cómputo (TI) + Bases de Datos



Banco Interamericano de Desarrollo

Gracias !



RBA

Consultas: rodrigo.retamales@rba-global.com

