



**III Congreso Internacional de la
CONSTRUCCION**

Lima, 07 – 09 Diciembre, 2006

**EXPERIENCIA INTERNACIONAL EN
CONFIGURACION ESTRUCTURAL
SISMORRESISTENTE**

Julio KUROIWA

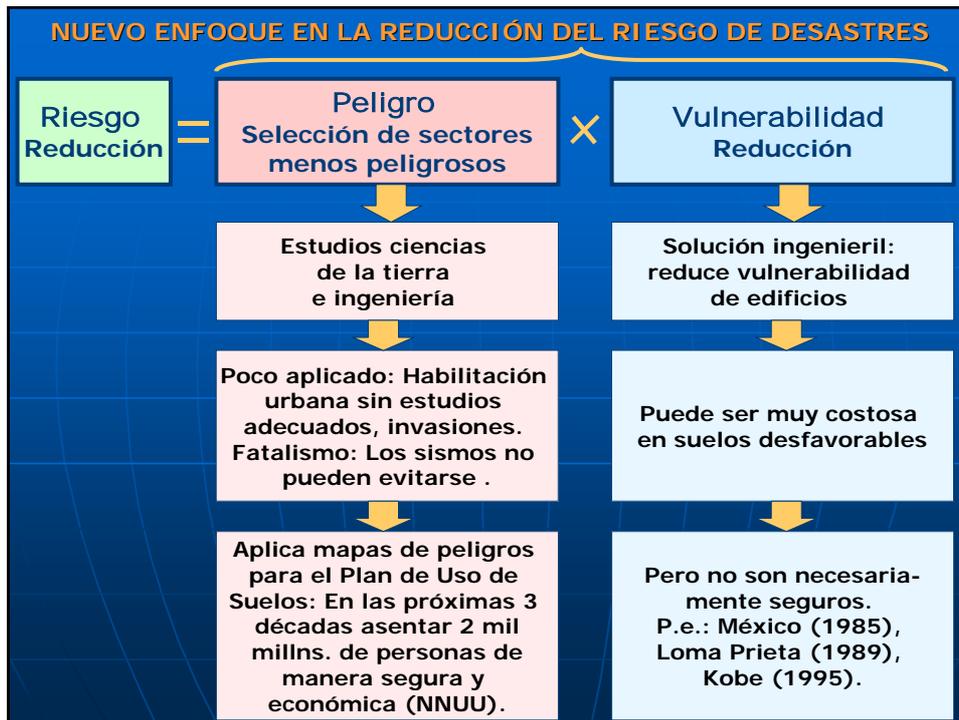
**Profesor emérito Univ. Nacional de Ingeniería
Asesor Científico del INDECI**

OBJETIVO DE LA CONFERENCIA

Reducir las pérdidas que causan los terremotos en edificaciones, que depende del riesgo (**R**).

$$R = P \times V$$

- Se tratará brevemente de la importancia crítica de construir donde el peligro (**P**) es menor.
- Reducción de la vulnerabilidad (**V**) de edificaciones, dándose énfasis a la configuración estructural.

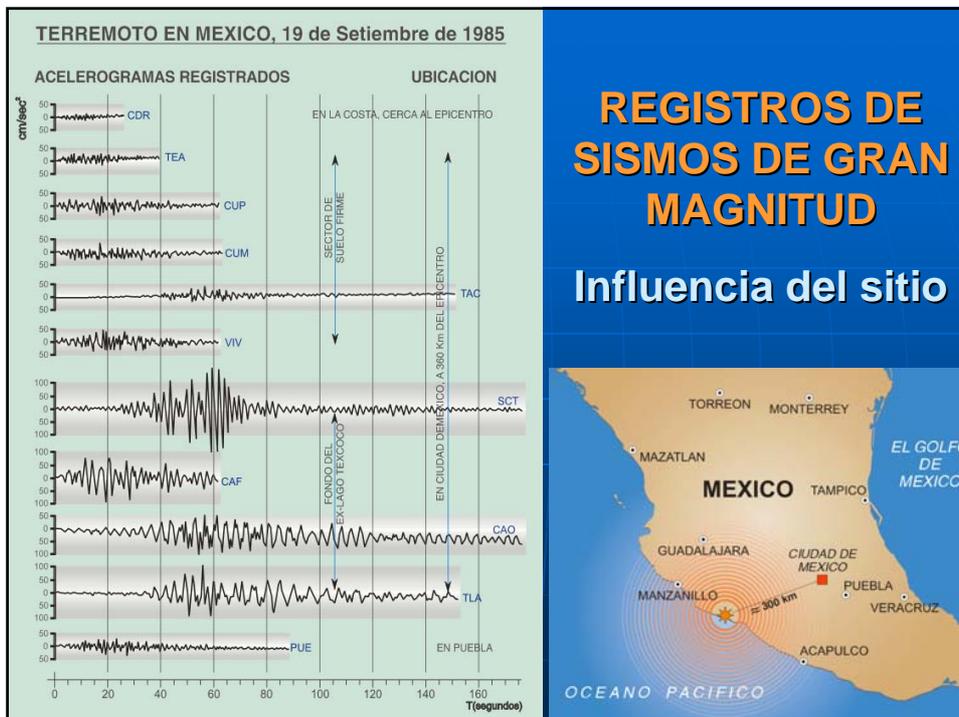
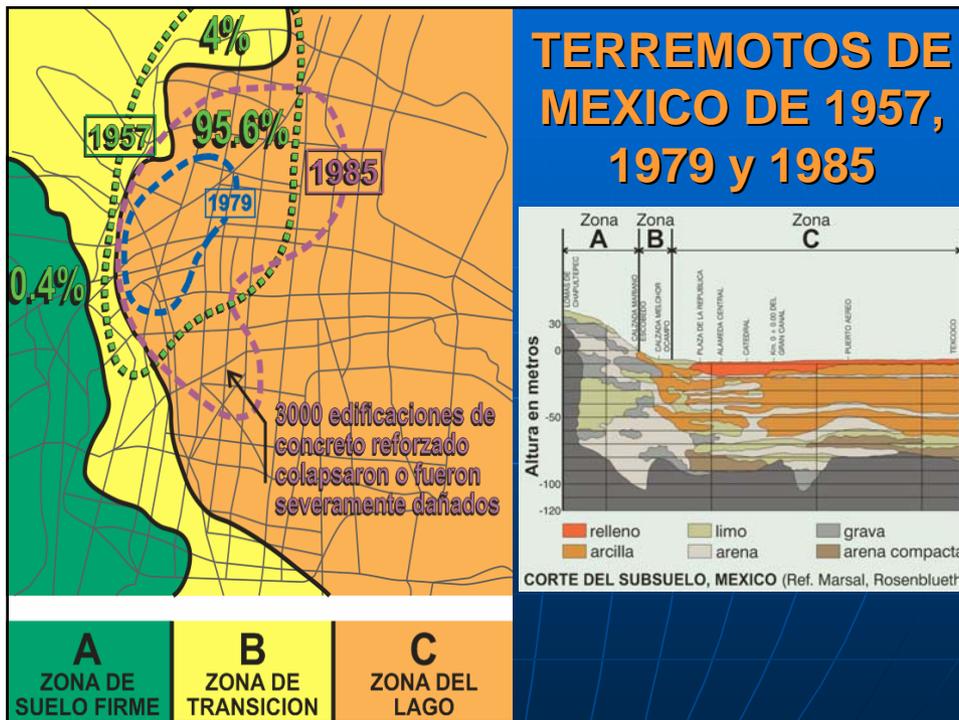


EJEMPLOS DE IMPORTANTES EFECTOS DE MICROZONA A NIVEL INTERNACIONAL

- Terremotos de México de 1957, '79 y '85
- Terremoto de Loma Prieta, CA, 1989

Los daños en edificaciones fueron catastróficos.

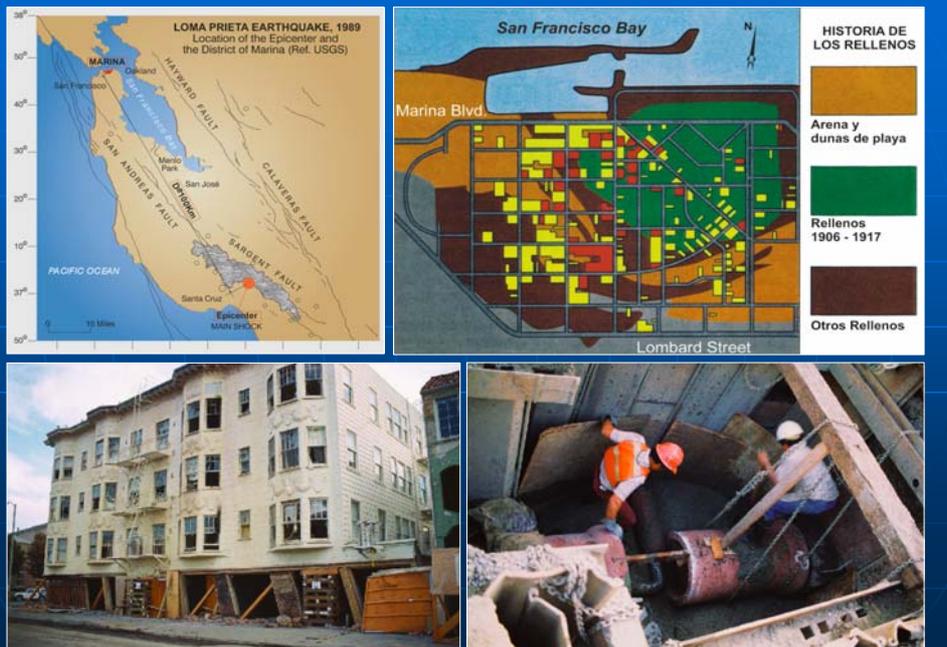
¿Son los mexicanos y californianos buenos ingenieros sísmicos?





EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO

Terremoto de Loma Prieta CA, 1989





**DESTRUCCION DEL CENTRO DE HUARAZ
 <>10,000 VICTIMAS**

Vista aérea, 1972

Efecto de Microzona (a), (b)

**REGISTROS DE
 SISMOS DE
 PEQUEÑA
 MAGNITUD**

**Influencia del
 Sitio**

**Experimento
 La Molina**

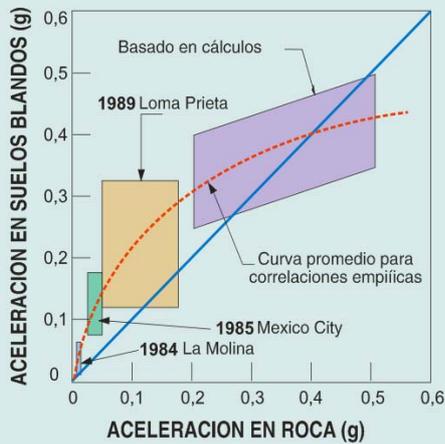
Depósitos Pluviales
 Depósitos Eólicos
 Rocas ígneas del Batolito (Granito - Granodiorita - Diorita)
 rocas sedimentarias - metamórficas y volcánicas

RELACION ESPECTRAL EW (Eve.E)
 RELACION ESPECTRAL NS (Eve.C)

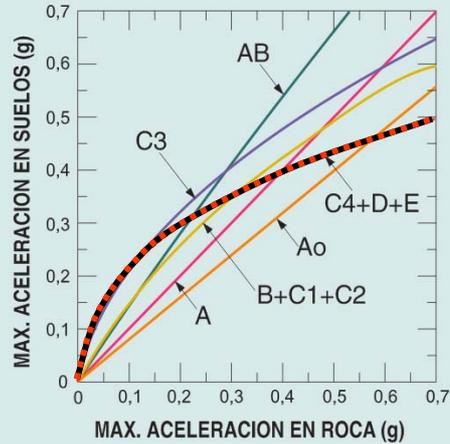
FRECUENCIA (Hz)



RELACION DE ACELERACIONES SOBRE ROCA Y SUELOS BLANDOS



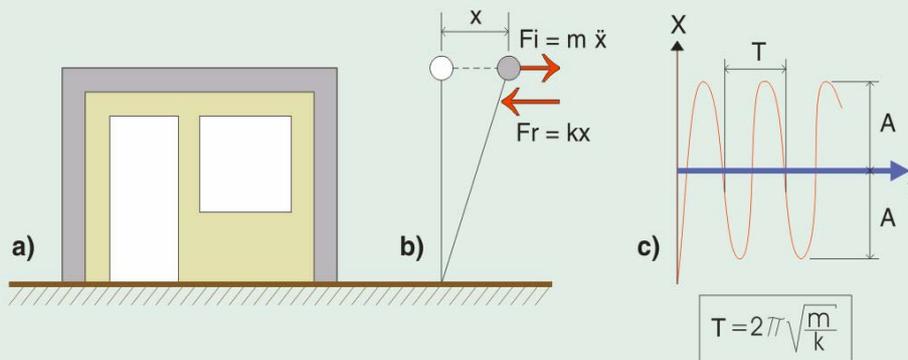
Ref: Idriss I.M. (1991)

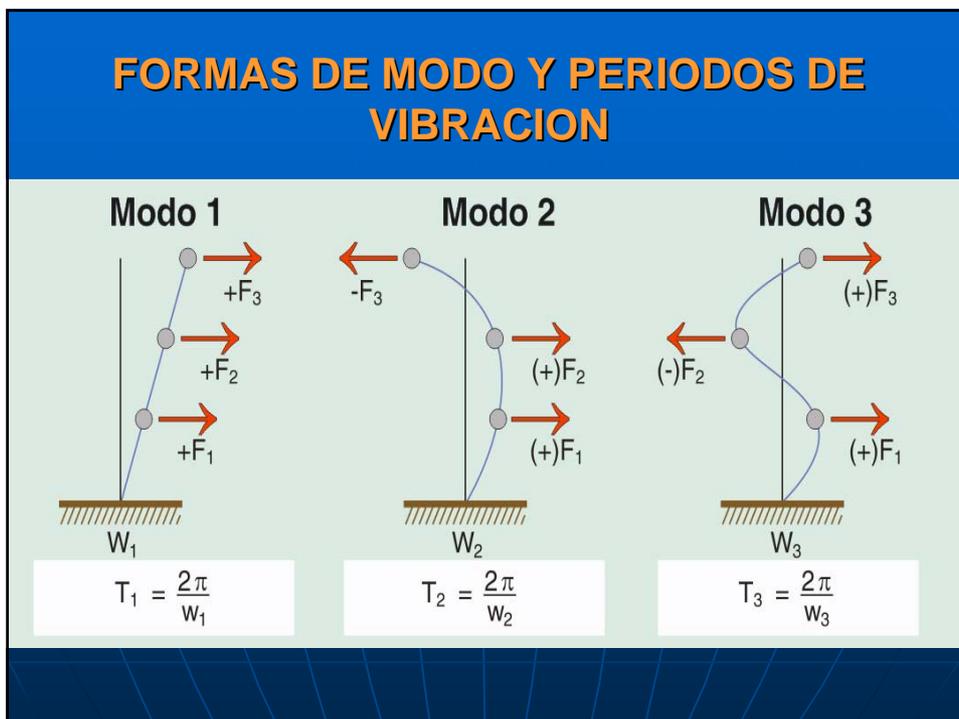
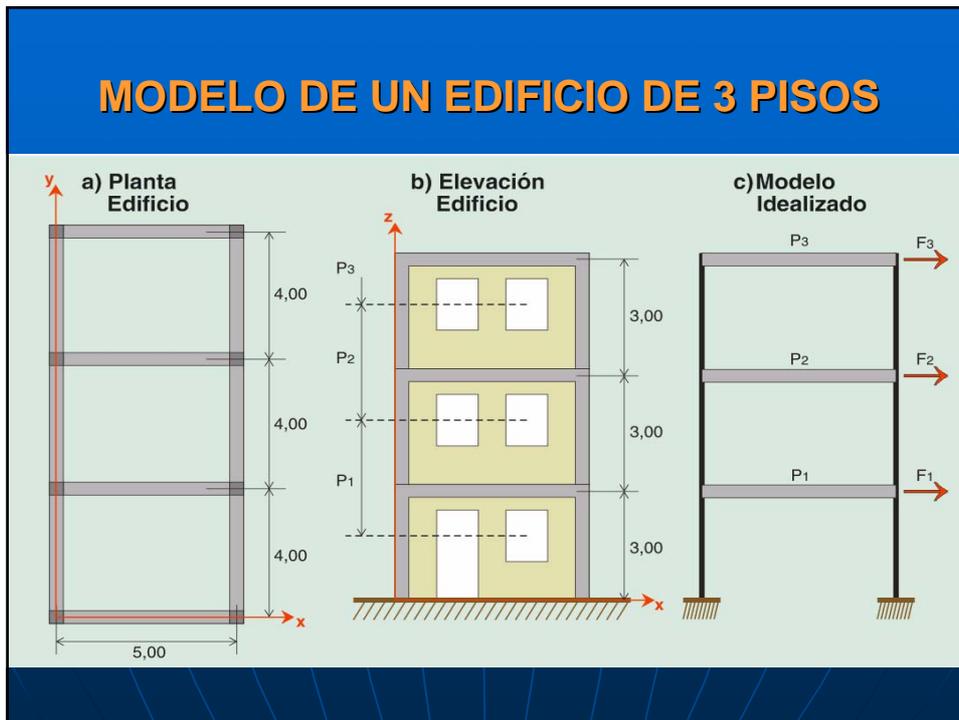


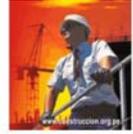
Seed R. B. et. al. (2001)

IV. EDIFICACIONES DE CONCRETO REFORZADO - CR

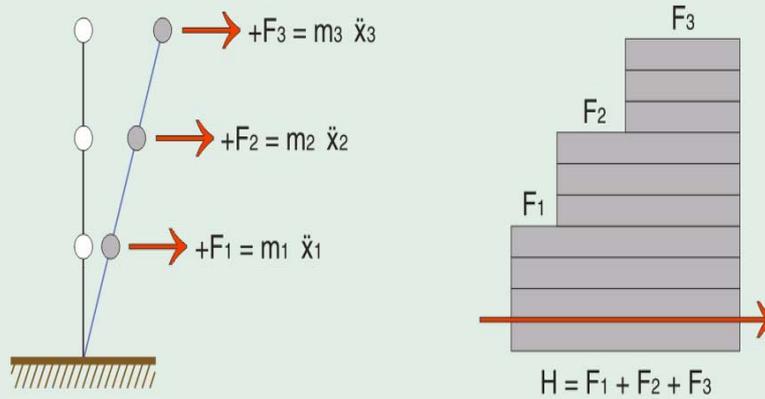
Características Dinámicas – CD de Edificios de CR.
 Modelo de 1 grado de libertad







FUERZAS DE INERCIA Y CORTANTE



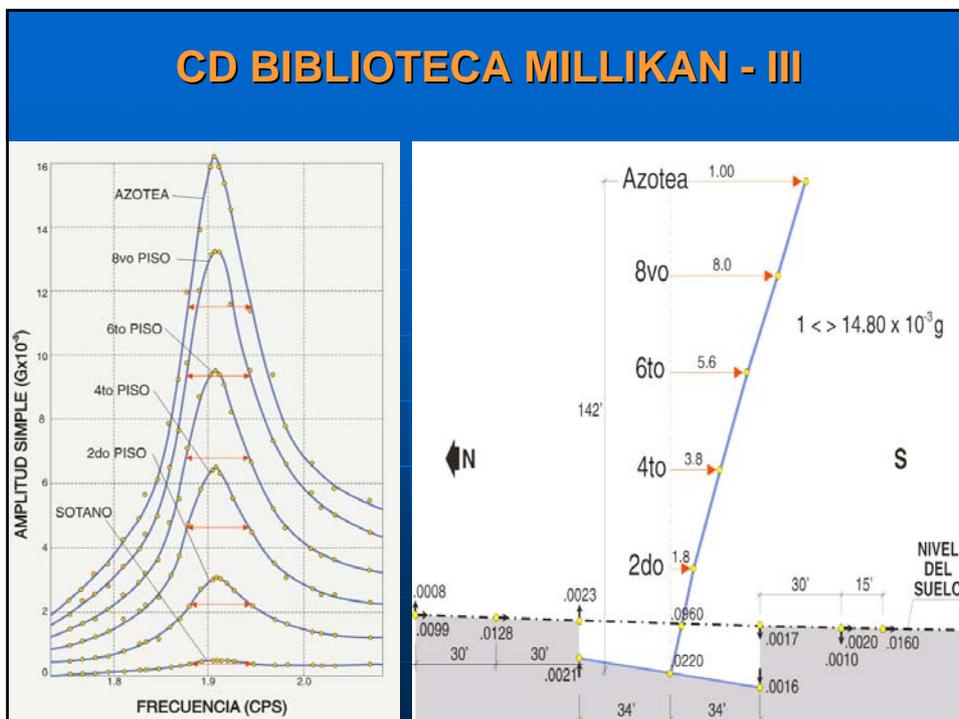
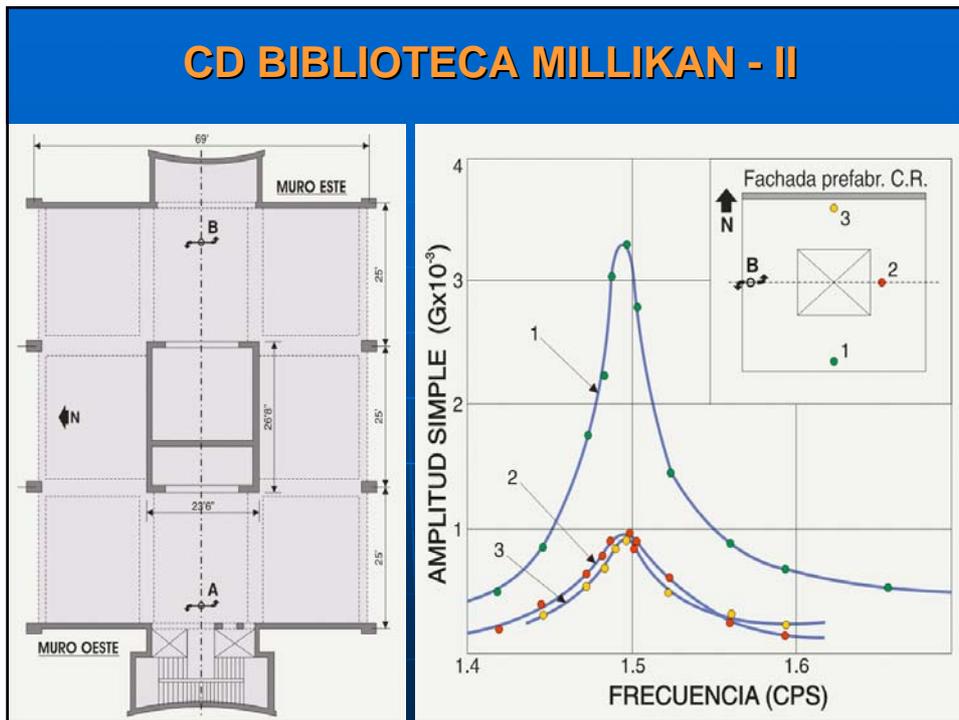
CD BIBLIOTECA MILLIKAN, CALTECH, CA - I



ICG
INSTITUTO DE LA CONSTRUCCION Y GERENCIA

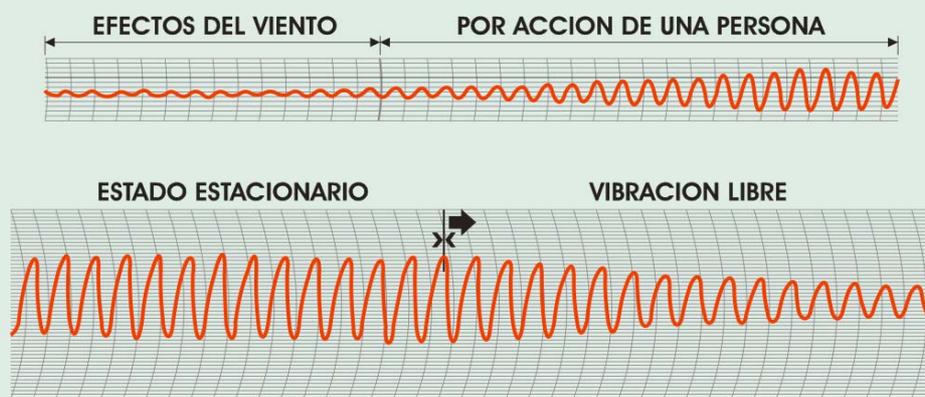
INSTITUTO DE LA CONSTRUCCION Y GERENCIA

Av. Jorge Basadre 1199, San Isidro. Telef: 421-7896.
Email: icg@icg.org.pe Web: www.construccion.org.pe





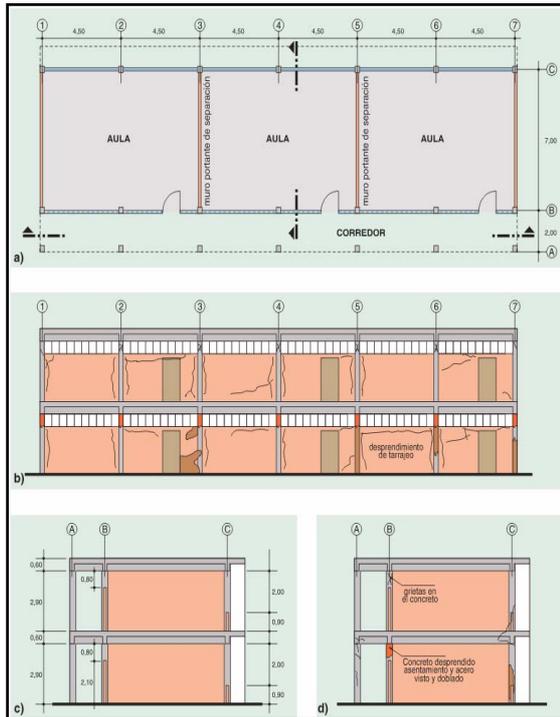
CD BIBLIOTECA MILLIKAN IV



Equipo: Sismómetro Lunar Ranger, JPL (NASA) / Caltech

PRINCIPALES CAUSAS DE FALLAS SISMICAS EN EDIFICIOS DE C.R.

- Columna corta – CC
- Piso blando – PB
- Reducción brusca en planta – RB
- Excentricidad/Torsión – ET
- Impacto – IM
- Chicoteo – CH
- Defecto de Colocación de Armadura - DA
- Daños No Estructurales - NE



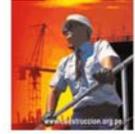
COLUMNA CORTA - CC

Ej. Locales escolares:
 terremotos en Perú:
 1966, 1970, 1974, 1979,
 1986 y 2001. Filipinas,
 1990. Chi Chi, Taiwan:
 1999

CC EN EL PERU 1970 a 2001



Norma Sismo-resistente de 1997 eliminó la CC de los colegios.

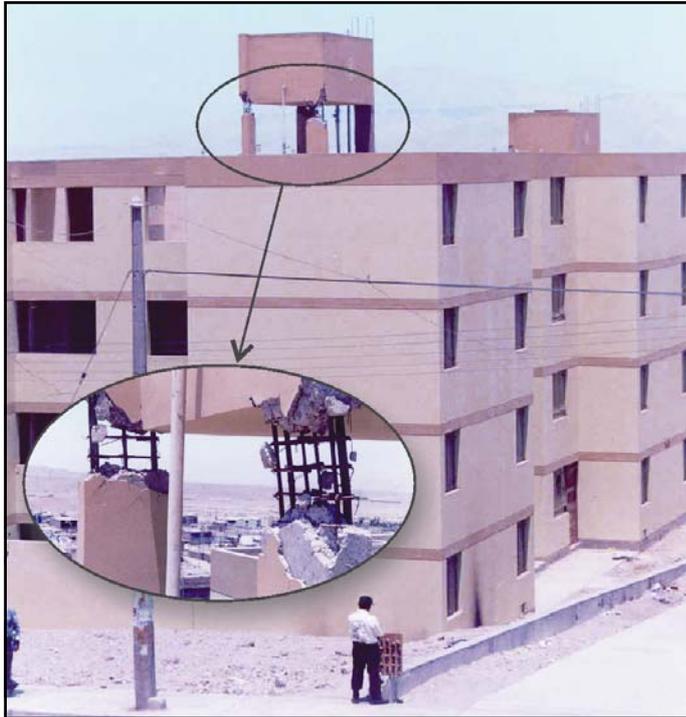


FALLAS POR PISO BLANDO



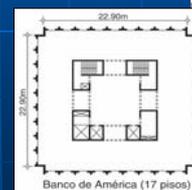
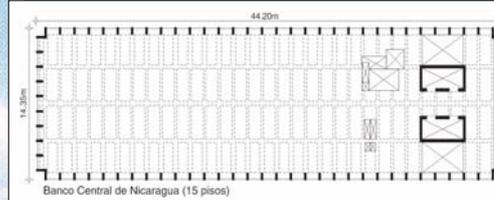
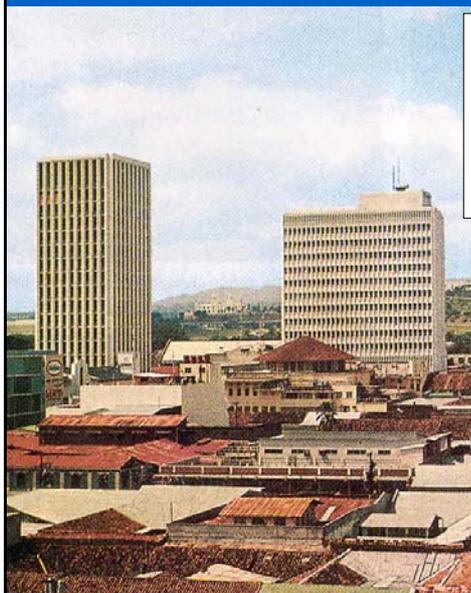
REDUCCION BRUSCA EN PLANTA





PISO FLEXIBLE Y CAMBIO BRUSCO EN PLANTA

FALLAS POR EXCENTRICIDAD – TORSION ET - I

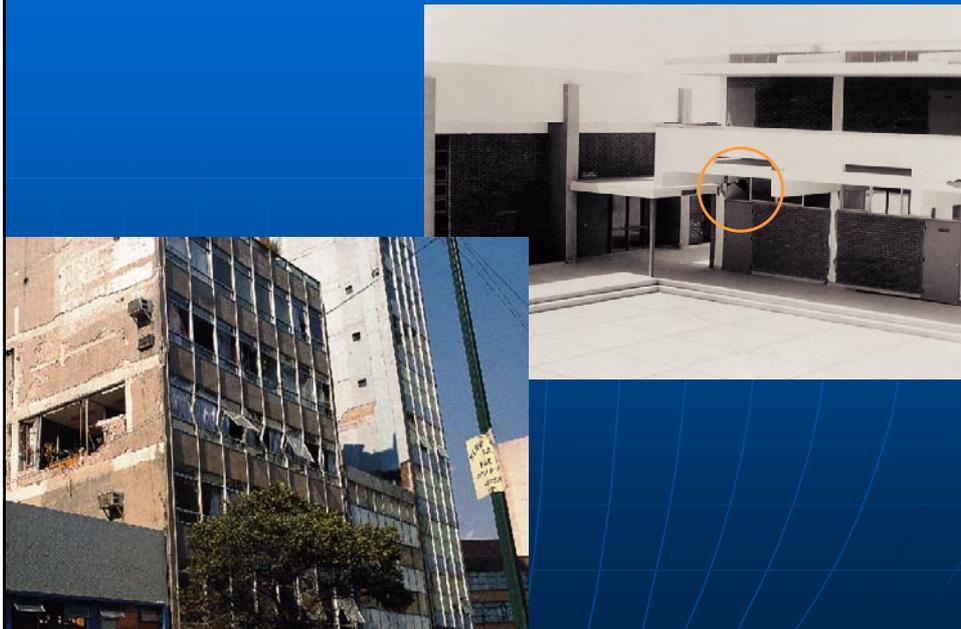




FALLAS POR ET - II

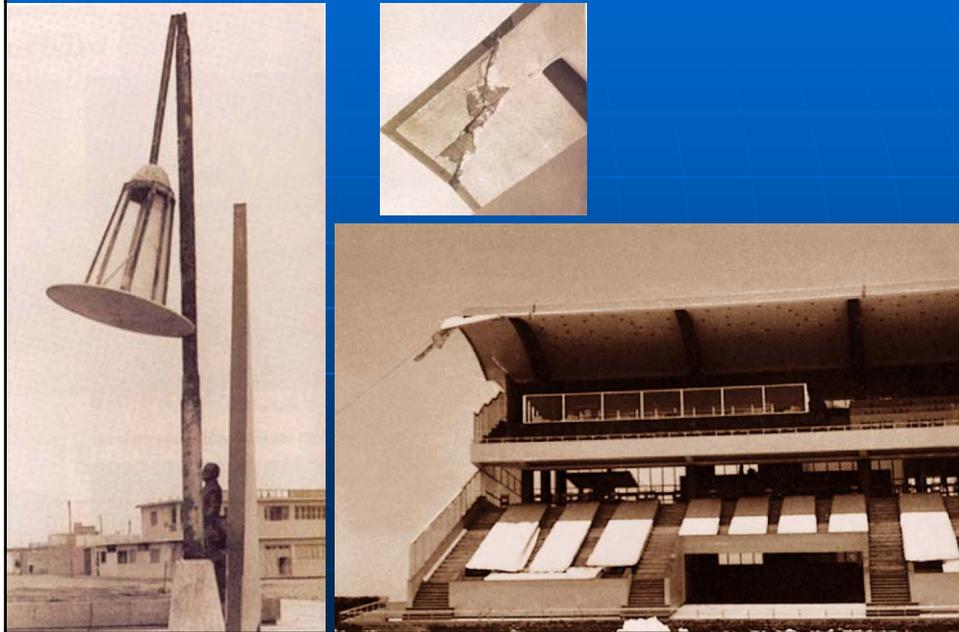


FALLAS POR IMPACTO - IM





FALLAS POR CHICOTEO - CH



COLOCACION DEFECTUOSA DE ARMADURA I EN NUDOS

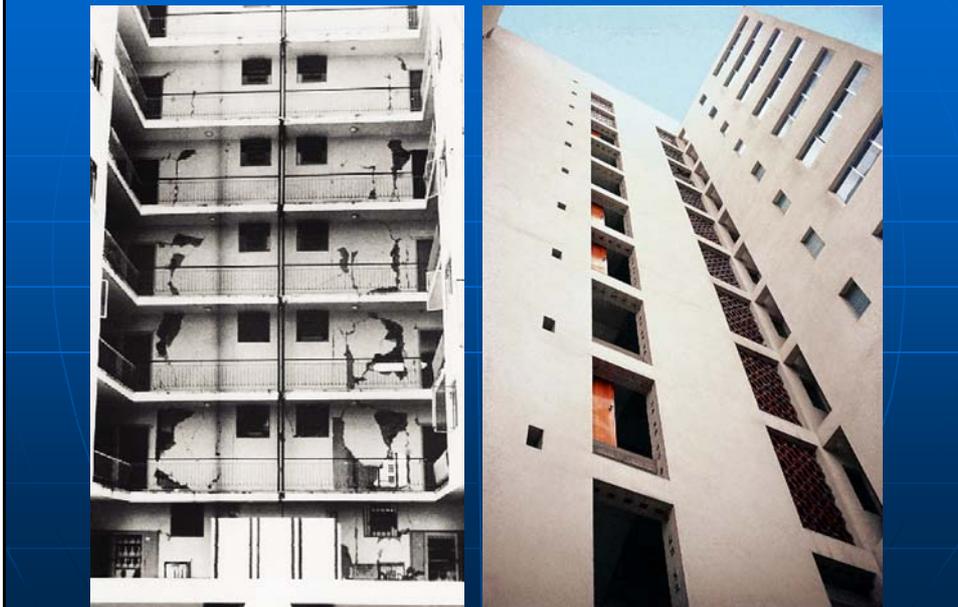




**COLOCACION DEFECTUOSA DE ARMADURA II
EN EXTREMO DE COLUMNAS**

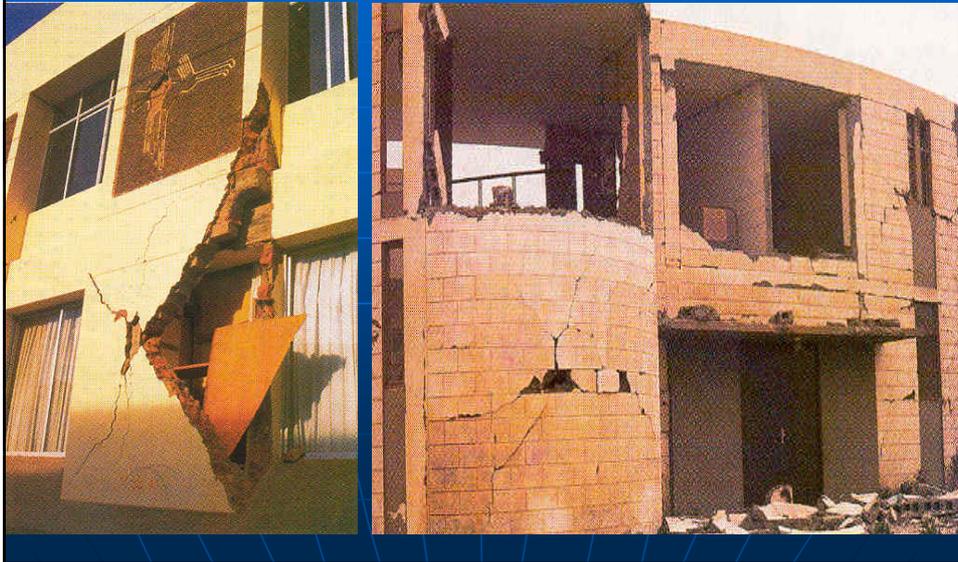


**ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES – NE – I
EFECTO DEL CORTE HORIZONTAL**

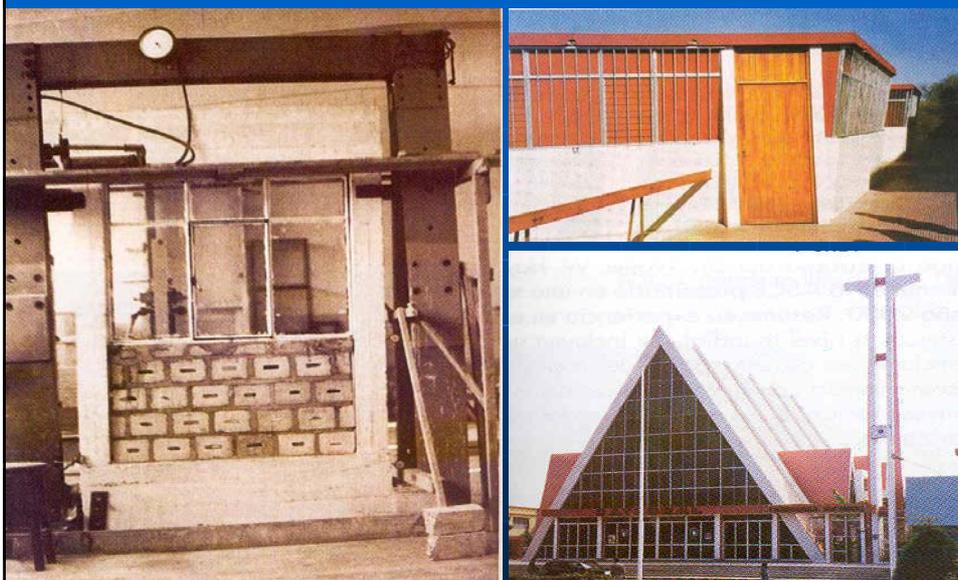




**FALLAS DE ELEM. NE II
RELLENOS NO CONFINADOS**



**FALLA DE ELEMENTOS NE III
VIDRIOS**





ENSEÑANZAS

- Elimina:
- EVITAR PUNTOS DE CONCENTRACION DE ESFUERZOS _____ CC, PB
 - SIMETRIA EN PLANTA DE ELEMENTOS RIGIDOS _____ ET
 - ELEMENTOS RIGIDOS UNIFORMES EN ELEVACION _____ PB, RB
 - RIGIDEZ LATERAL Y SEPARACION ADECUADAS _____ IM
 - ANALISIS DINÁMICO _____ CH
 - APLICAR ACI EN CR _____ DA

EDIFICIOS SIN DAÑOS EN SISMOS INTENSOS



ESTRUCTURAS DE CONCRETO





REPARACIÓN Y REFORZAMIENTO - RR

Objetivo.- El proyecto debe eliminar las causas de los daños.

EXPERIENCIA PERUANA:

- Entre 1970 y 2001, se han preparado los proyectos de RR de cerca de 200 edificios de CR.
- Después de los sismos de 1970, '74 y '79 se prepararon los proyectos de RR de cerca de 3,000 viviendas de albañilería.

TABLA 3.2

TIPO DE DAÑOS DE LOS EDIFICIOS REPARADOS Y REFORZADOS		
TIPO PRIMARIO DE DAÑOS (1)	No.	%
Columnas cortas y otros defectos estructurales incluyendo cambios bruscos en rigidez en planta y elevación.	100	69,0
Fallas por corte en muros	18	12,5
Fallas en las uniones de columnas y vigas	8	5,5
Flexión en muros	7	5,0
Baja calidad del concreto	5	3,5
Fallas en vigas por flexión o corte lateral	4	3,0
Impacto entre edificios contiguos	2	1,5
TOTAL	144	100%



TABLA 3.3

USOS DE LOS EDIFICIOS REPARADOS Y REFORZADOS		
USO	No.	%
Escuelas	68	47
Oficinas	30	20
Hospitales	14	10
Hoteles	9	6
Industriales	8	6
Otros usos	15	11
TOTAL	144	100%

DETALLES DE RR





RR DE UN HOSPITAL



AISLADORES Y AMORTIGUADORES SÍSMICOS





COMENTARIOS FINALES

- Las pérdidas en los desastres constituyen un enorme obstáculo para el desarrollo sostenible de las naciones. P.e el huracán Mitch \leftrightarrow 70% del PBI de Honduras, 1998. El Niño 1982-83 \leftrightarrow al 6.2% del PBI del Perú de 1983.
- El Banco Mundial y el BID no otorgan préstamos si no se considera la componente mitigación de desastres en los proyectos.
- La URP ha reemplazado el curso Ing. Sismorresistente por el curso Ing. Para la Reducción de Desastres, que incluyen las otras amenazas naturales: inundaciones, fallas del suelo, etc. En el 1er semestre de 2007 lo hará la UNI (Prof. Dr. Javier Piqué).
- La USMP está diseñando un nuevo curso: Arquitectura y Planeamiento para la Reducción de Desastres, que se está dictando.
- Se recomienda organizar un curso de 2da especialidad sobre reducción de desastres para ingenieros y arquitectos en práctica profesional.

GRACIAS

