

Aplicación de Metodología Probabilística para la Estimación del Daño de un edificio de mediana altura diseñado bajo la Norma Peruana

Héctor Hugo Silva

Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres - CISMID

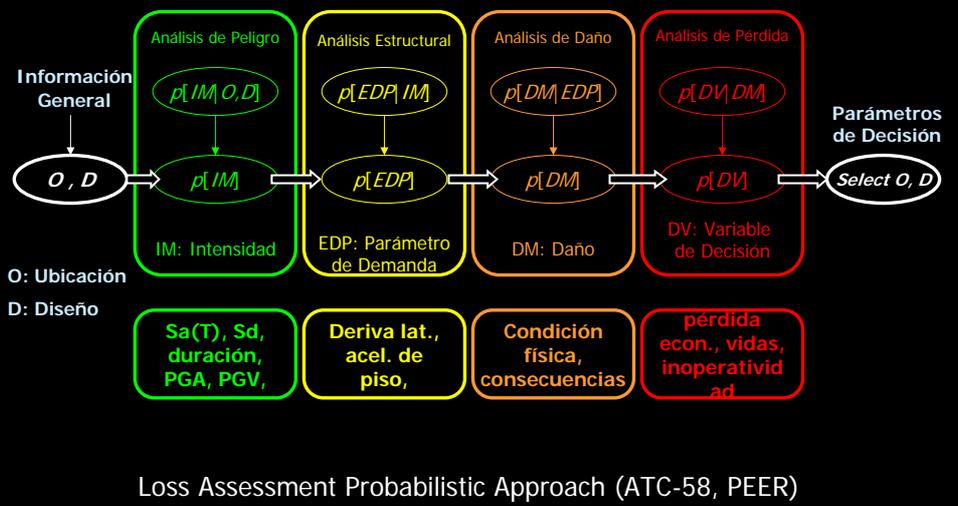
Objetivo

- Aplicar la metodología probabilística de estimación de daño para calcular los niveles de daño sísmico de un edificio de mediana altura de concreto armado diseñado en Lima utilizando la información disponible.

Contenido

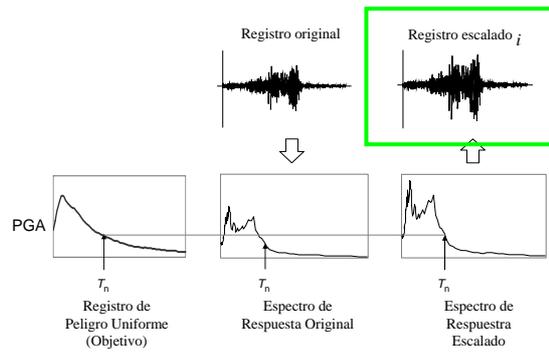
- Metodología
- Procedimiento
 - Escalamiento de registros sísmicos
 - Respuesta Estructural
 - Cálculo de Probabilidades de Daño
- Resultados del Cálculo
- Conclusiones

Metodología



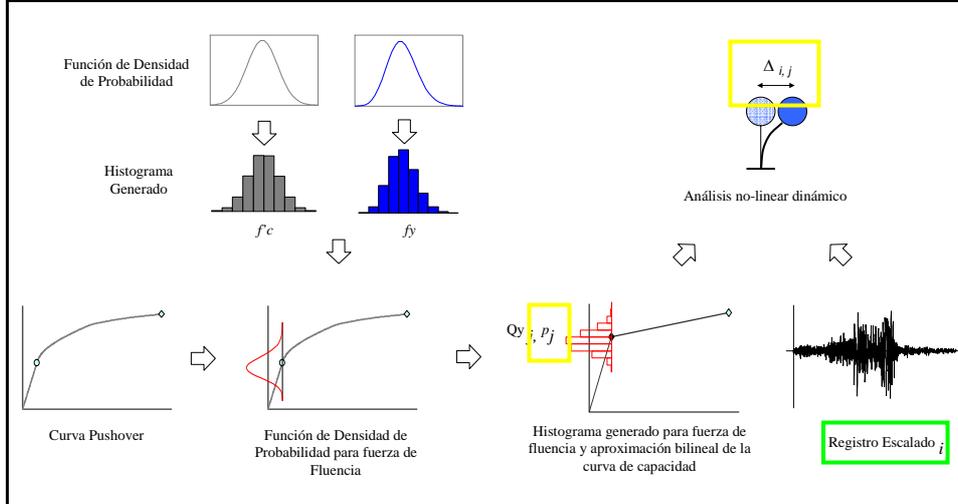
Procedimiento

Paso 1: Escalamiento de Registros Sísmicos



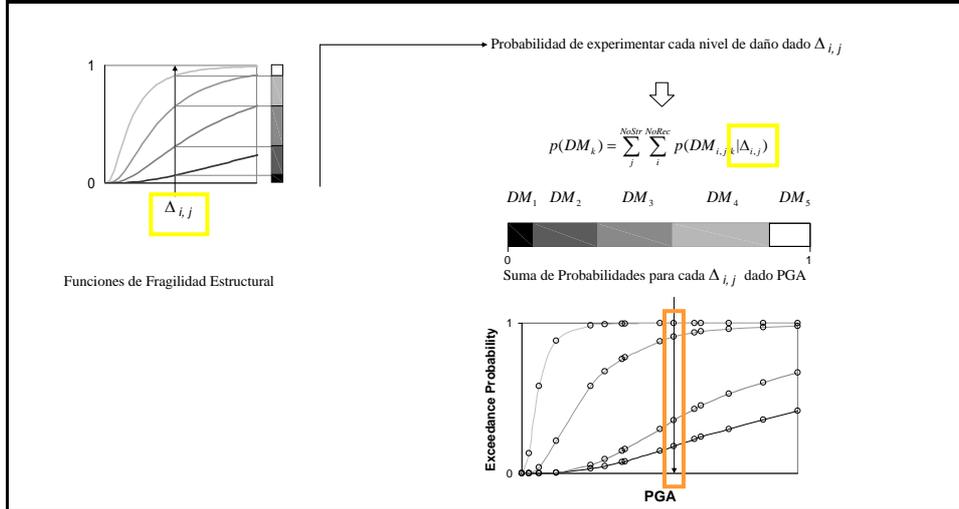
Procedimiento

Paso 2: Respuesta Estructural



Procedimiento

Paso 3: Cálculo de Probabilidades de Daño



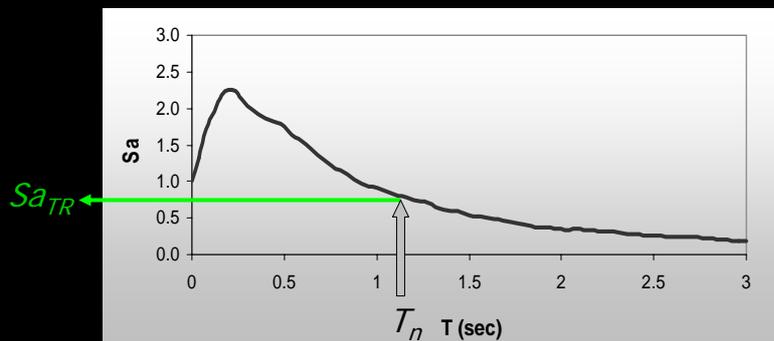
(i) Escalamiento de Registros



Selección de Registros Sísmicos

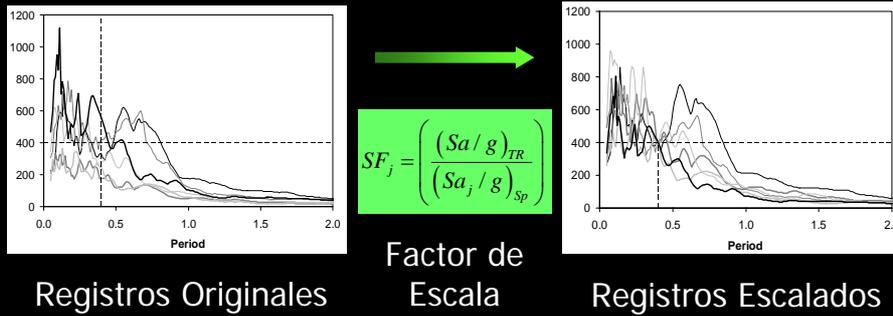
Código	Fecha	Coordenadas		Magnitud	PGA (gals)		Suelo
		Latitud	Longitud		EO	NS	
PRQ-5101311139F	10/31/1951	12	78	5.5	60	45.7	Grava Densa
PRQ-6610171641F	10/17/1966	10.7	78.7	6.3	180.6	269.3	Grava Densa
PRQ-7005311523F	05/31/1970	9.2	78.8	6.6	104.8	97.7	Grava Densa
PRQ-7111291514F	11/29/1971	11.2	77.8	5.3	53.5	86.5	Grava Densa
PRQ-7410030921F	10/03/1974	12.3	77.8	6.6	192.5	179	Grava Densa
SCO-7410030921F	10/03/1974	12.3	77.8	6.6	192.3	207.1	Grava Densa
UNI290491	04/29/1991	11.26	77.67	5.7	53.6	49.1	Grava Densa
PRQ290491	04/29/1991	11.26	77.67	5.7	35.2	27.5	Grava Densa
UNI180493	04/18/1993	11.75	76.62	5.8	129	94.2	Grava Densa
CMS-0305281626F	05/28/2003	12.51	77.19	5.1	143	118	Grava Densa

Procedimiento de Escalamiento de Registros

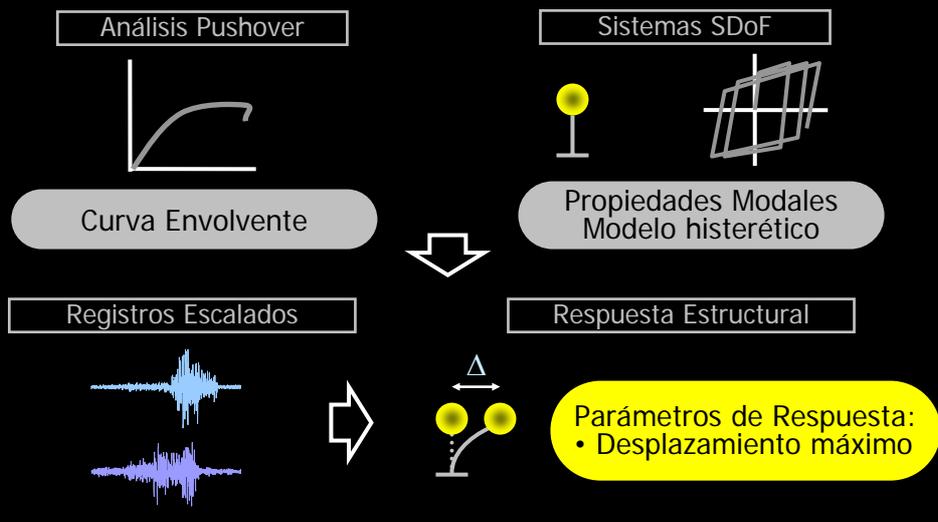


Espectro de Peligro Uniforme ($T_r = 475$ años)

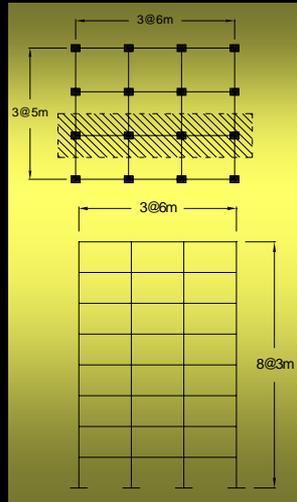
Procedimiento de Escalamiento de Registros



(ii) Respuesta Estructural



Caso de Estudio



Características

Suelo : Rígido
Uso : Residencial
Tipo estructural : Pórticos RC

Cargas de Gravedad

Carga Muerta : 5000N/m^2
Carga Viva : 2500N/m^2
Peso Total : 4744KN

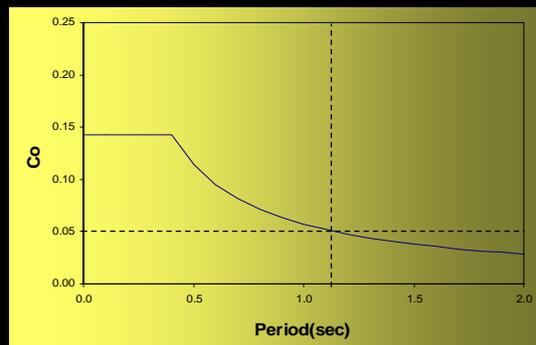
Carga Sísmica

FS = $0.05W$

Propiedades Estructurales

Periodo Fundam. : 1.1s
Peso efectivo : $0.7W$
Altura efectiva : $0.68H$

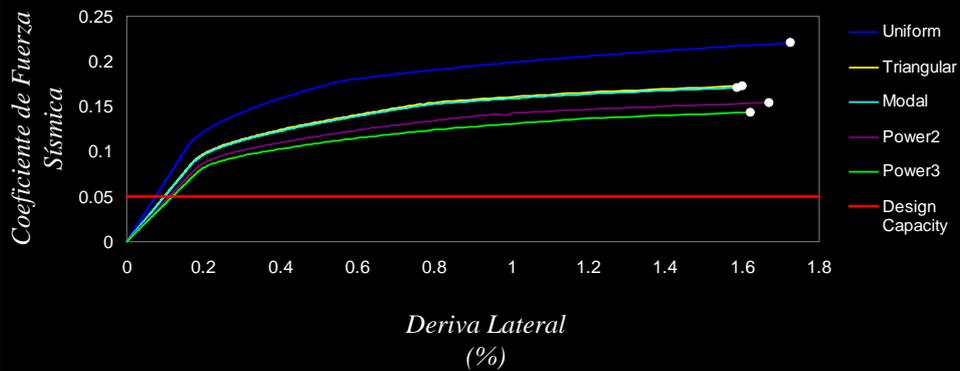
Caso de Estudio



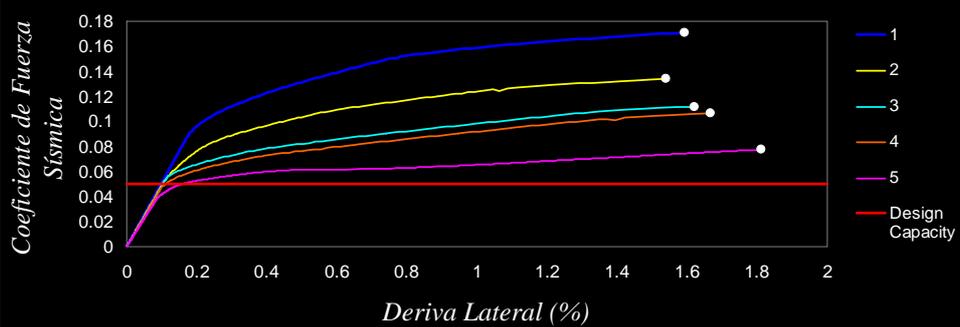
Coefficiente Sísmico

Periodo : 1.1s
C : 0.05

Análisis Pushover

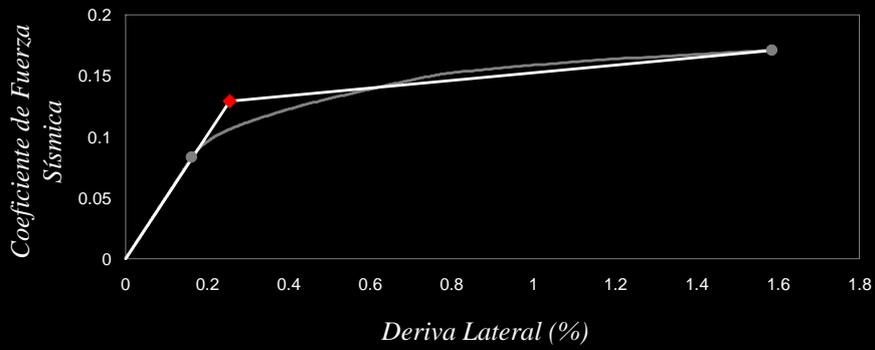


Análisis de Sobre-resistencia

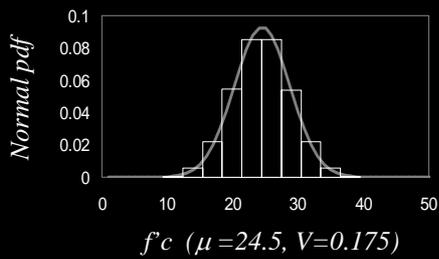


Fuente de SR	Sobre-resistencia (%)
Extra As	35.0
Factores de Carga	16.0
Factores de Resistencia	5.2
Propiedades de Material	19.4
Remanente	24.3

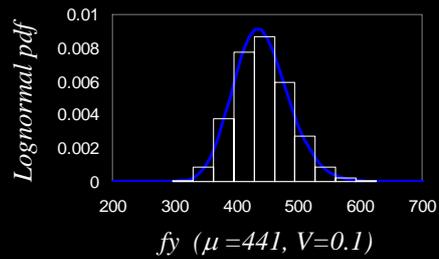
Curva Bilineal



Incertidumbre Estructural

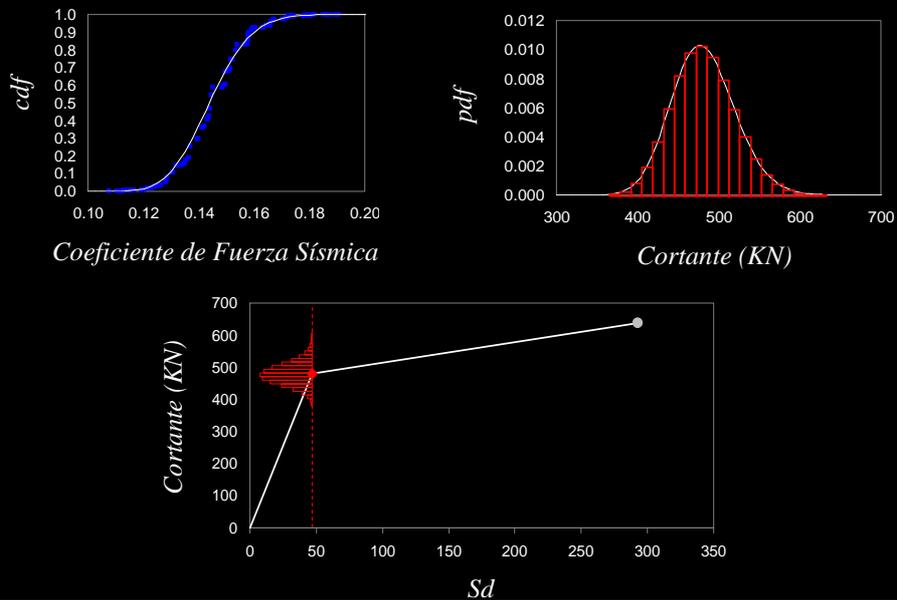


f'_c (Mpa)	Probabilidad
11.3	0.0028
14.2	0.0170
17.2	0.0658
20.1	0.1621
23.0	0.2539
26.0	0.2532
28.9	0.1606
31.9	0.0648
34.8	0.0166
37.7	0.0027

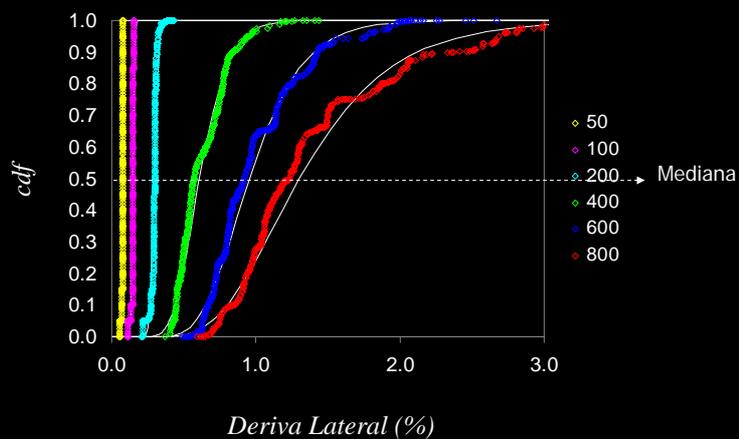


f_y (Mpa)	Probabilidad
316	0.0026
348	0.0282
380	0.1219
412	0.2500
444	0.2803
476	0.1919
508	0.0876
540	0.0286
572	0.0071
604	0.0014

Incertidumbre Estructural



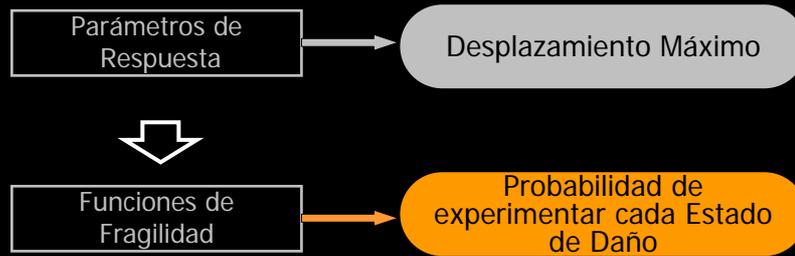
Resultados del Análisis Estructural



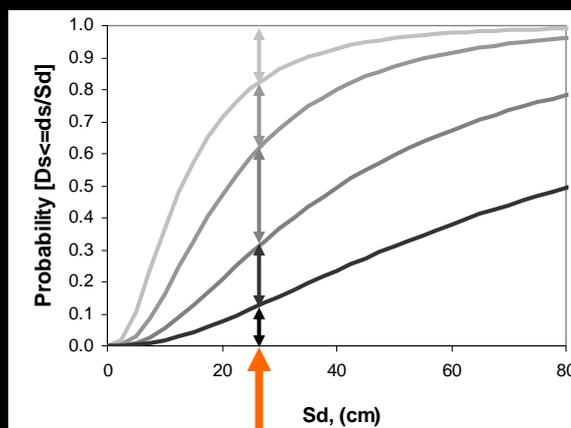
Distribución para diferentes valores de PGA

(iii) Cálculo de Probabilidad de Daño

Probabilidad de daño calculada de funciones de fragilidad

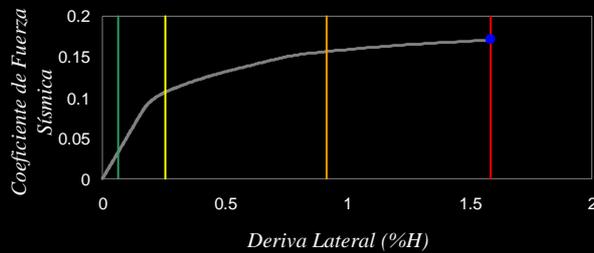


Probabilidad de Experimentar cada Estado de Daño

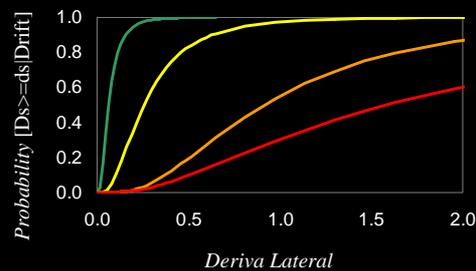


Estado de Daño
Sin Daño
Leve
Moderado
Severo
Completo

Determinación de Funciones de Fragilidad



Estado de Daño	Limite
Leve	0.06
Moderado	0.26
Severo	0.92
Cerca al Colapso	1.59



Cálculo Numérico del Daño

Expresión Matemática

$$v[DM] = \iint G(DM|EDP) dG(EDP|IM) d\lambda(IM)$$



$$p_k(DM) = \frac{1}{NoRec} \sum_{j=1}^{NoStr} p_{k,j}(DM) p_j(Str)$$

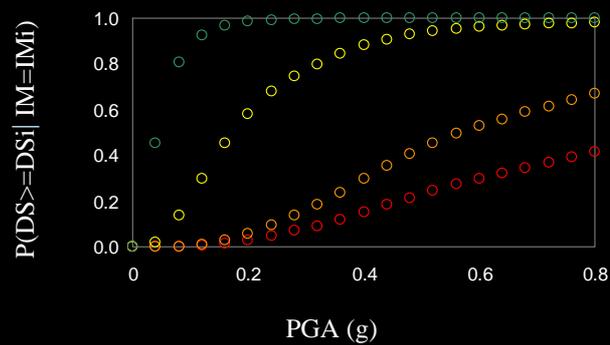
Expresión Numérica

$NoRec$: Número de Registros $p_{k,j}(DM)$: Probabilidad de cada Estado de Daño (de funciones de fragilidad)
 $NoStr$: Número de Resistencias $p_j(Str)$: Probabilidad de cada Resistencia

Cálculo Numérico del Daño

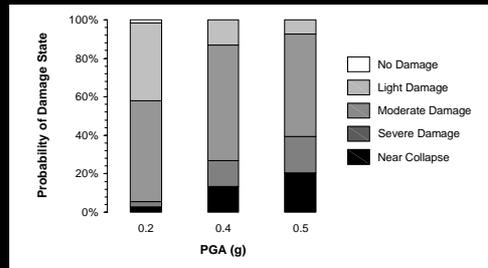


Resultados



Resultados

Movimiento	Periodo de Retorno	PGA (g)
Frecuente	50	0.2
Raro	475	0.4
Muy raro	970	0.5



- ### Conclusiones
1. El objetivo final de esta metodología es la medición de la pérdida en términos de variables de decisión tales como pérdida económica, pérdida de vidas y suspensión de la operatividad; de modo que la estimación del daño es un paso intermedio el cual debe ser relacionado con la pérdida con funciones de pérdida.
 2. En el cálculo de la respuesta estructural, el modelo utilizado de curva push-over como envolvente y análisis inelástico de sistemas de un grado de libertad podría ser cambiado por un sistema de masas concentradas por niveles, el cual conserva la simplicidad y permite tener valores más precisos de las distorsiones de entrepiso con la inclusión de altos modos de vibración.
 3. Los resultados muestran una respuesta apropiada según los principios del diseño estructural del código peruano. La estructura se comporta prácticamente con leve y moderado daño para sismos de 50 años de periodo de retorno. Para el caso de los sismos raro y muy raro, el daño es mayormente moderado y la probabilidad de colapso se mantiene bajo 23% para el sismo de 970 años de periodo de retorno.

Muchas Gracias

