

Características del Movimiento Sísmico en la Ciudad de Lima

Juan Bariola, Ph.D.
Alfonso Cordero, M.S.

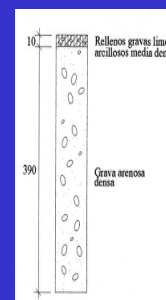
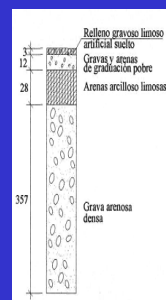
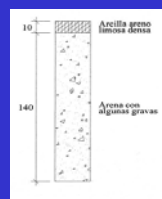
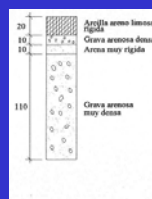
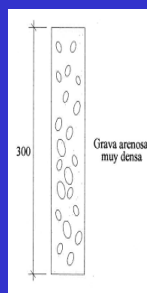
Objetivo:

Investigar la características del movimiento
sísmico en la ciudad de Lima.

Información geotécnica:

CISMID
Ayquipa
Chávez
Huamán
Meneses
Polo
Arce
Repetto

Sitios Estudiados



P. de la Reserva

La Molina

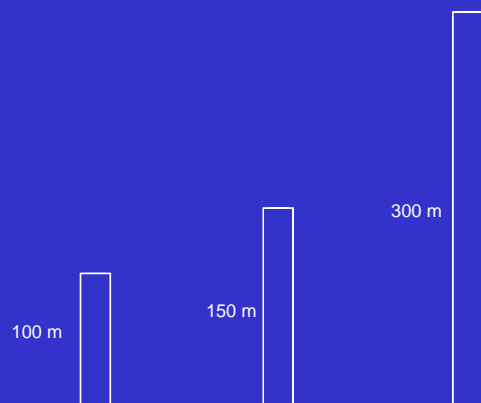
Chorrillos

La Punta

El Callao

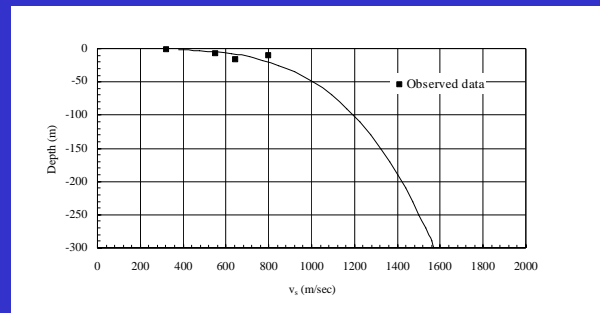
Respuesta dinámica de depositos de grava

- Suelo de Lima
- Sismo del 3 de Octubre de 1974
- Profundidad a la roca variable
- Programa EERA (Bardet)

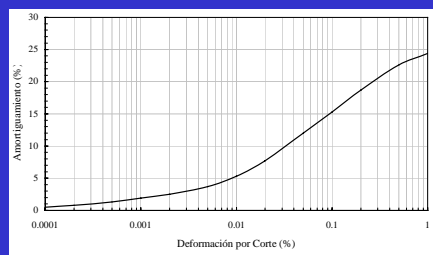
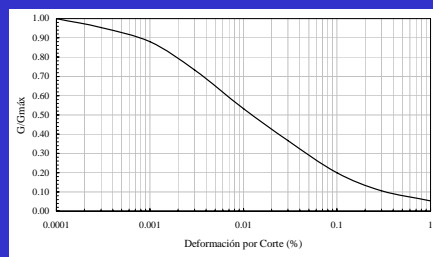


Profundidad de los Depositos

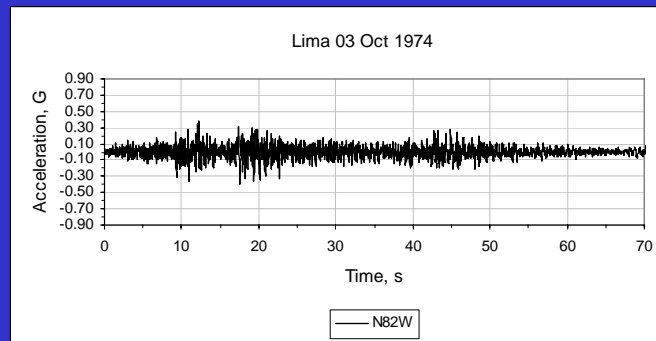
Velocidad de Ondas de Corte vs. Profundidad del Deposito IGP, Lima



Módulo de Corte y Amortiguamiento vs. Deformación

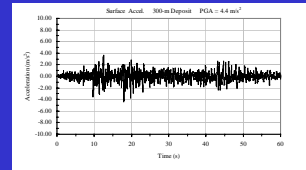
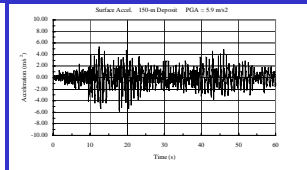
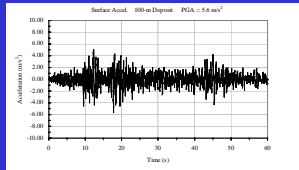


Registro de Aceleraciones en Roca para el Análisis de los Depósitos de Grava



H Depósito (m)	Período Natural (s)	Período 2 ^{do} Modo (s)
100	0.40	0.10
150	0.50	0.20
300	1.00	0.30

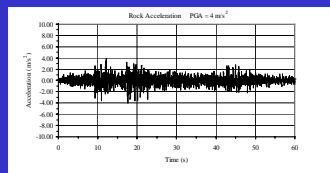
Respuesta en la Superficie Libre de los Depósitos



100 m

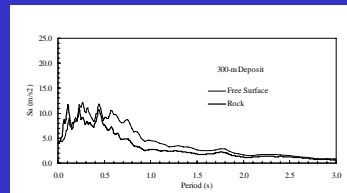
150 m

300 m

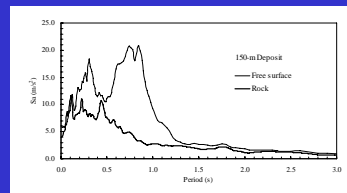


Roca

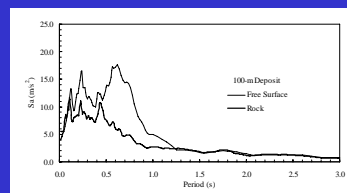
Espectros de Respuesta en Roca y en la Superficie Libre



300 m



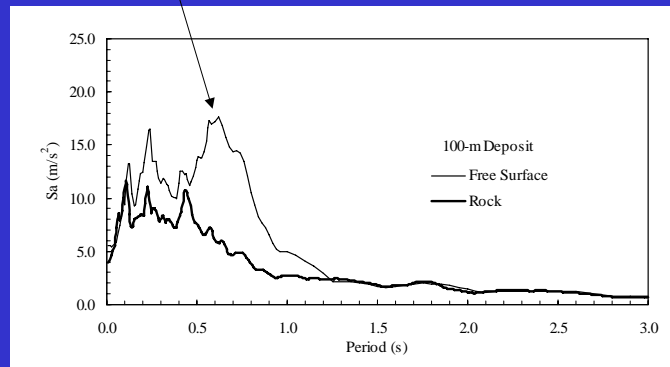
150 m



100 m

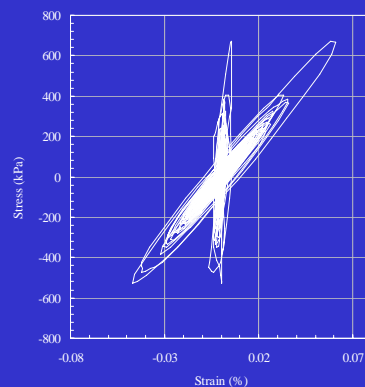
Espectro de Respuesta $H = 100$ m

- Amplificación espectral 3.2
- Período natural = 0.40 s (entra en resonancia con el mov. en roca)
- Pico en Aprox 0.6 s



Veamos la respuesta Tension – Deformacion....

Depósito de 100 m



(T aumenta por la respuesta no lineal)

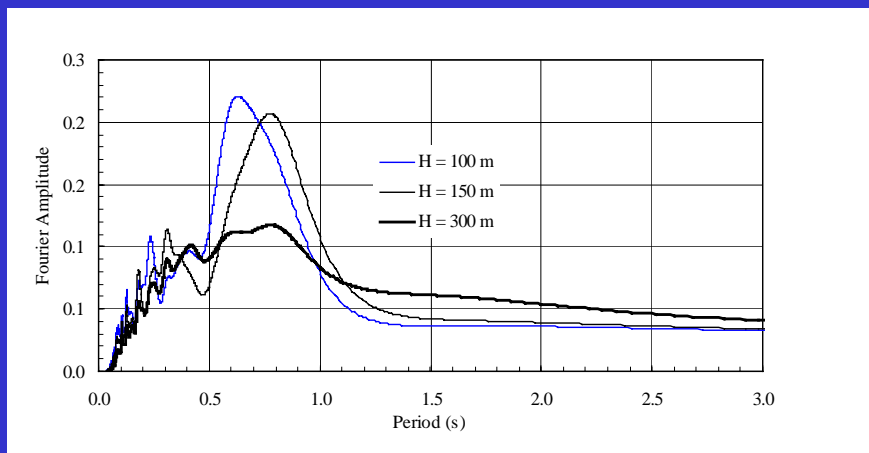
Depósito/ roca	Acel. en base del depósito m/s ²	Acel. en superficie libre m/s ²	Amplificación de aceleraciones (*)	Amplificación espectral pico
Roca	4	4	--	2.8
Depósito 100 m	4	5.6	1.4	3.2
Depósito 150 m	4	5.9	1.475	3.6
Depósito 300 m	4	4.4	1.1	2.8

100 m Este de la Ciudad

150 m Surco

300 m Centro de Lima, Miraflores, San Isidro

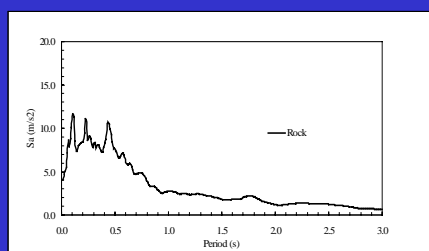
Por que para el deposito de 100 m la
amplificacion es menor que para 150 m?

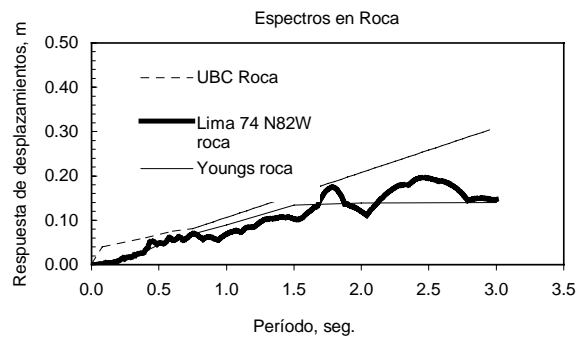


Spectra de Fourier de la Respuesta de Aceleraciones
H= 100, 150 y 300 m

Estimación de la Respuesta de Depositos

Profundidad del depósito (m)	T pico en el espectro de Fourier (s)	Acel. en la superficie (m/s ²)
100	0.60	6.0
150	0.75	5.0
300	1.50	3.0



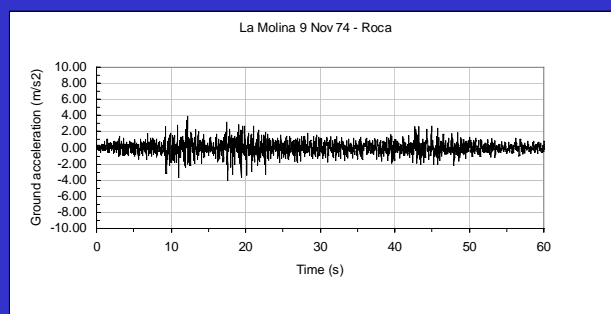
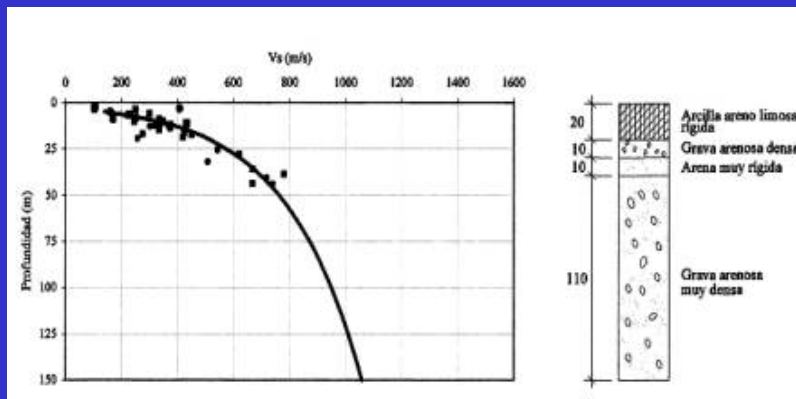


Que tales resultados da el programa EERA?

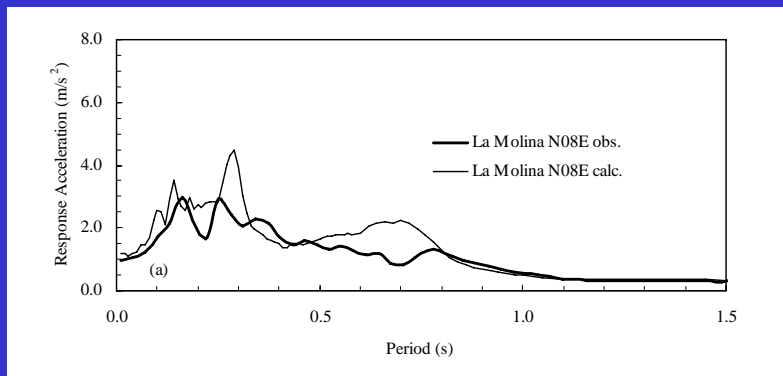
Como responde el suelo de La Molina?

Comparemos la respuesta calculada y
observada en La Molina

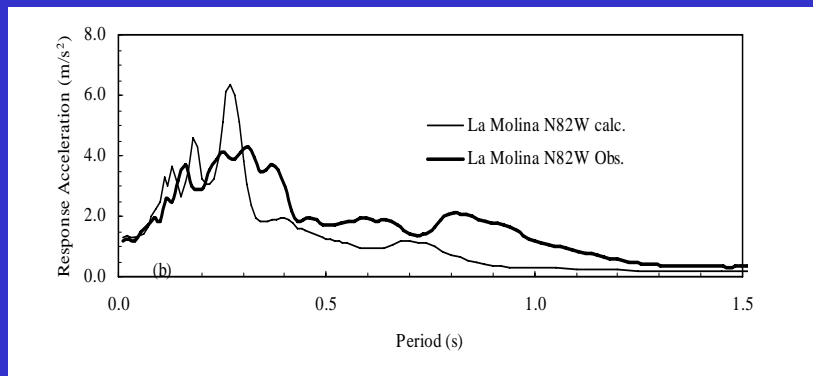
La Molina Propiedades Mecánicas del Suelo



Aceleración en Roca

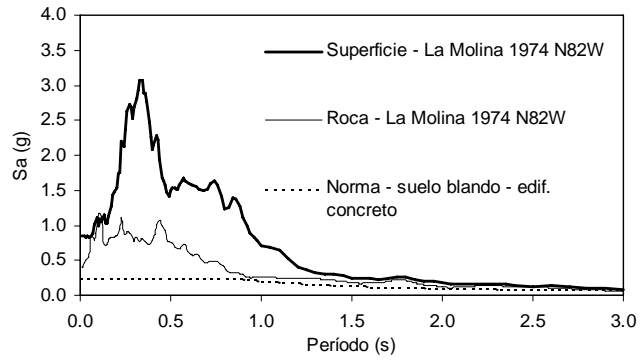


Espectros observados y calculados
La Molina 9 Nov. 1974, N08E – Superficie Libre

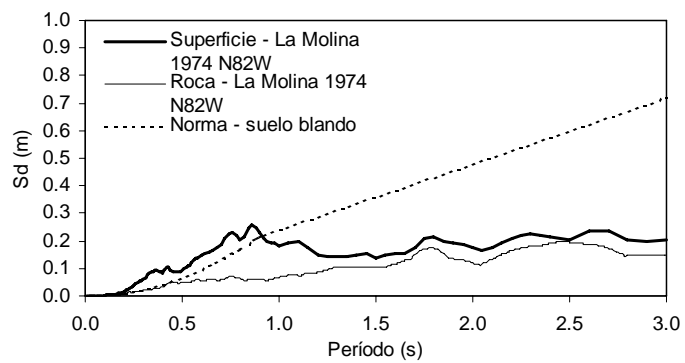


Espectros observados y calculados
La Molina 9 Nov. 1974, N82W – Superficie Libre

Espectros de Respuesta en La Molina



Espectros de Desplazamientos en La Molina



Análisis de los Depósitos de:

Lima, La Molina, Chorrillos, Callao, La Punta

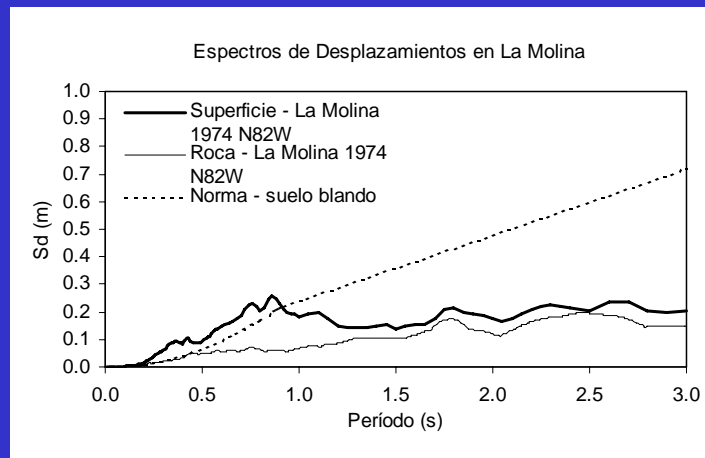
Acelerogramas: Lima Oct 74, Lima 66,
Lima Nov 74, Chile, 1985

Respuesta de los 5 depósitos de suelo

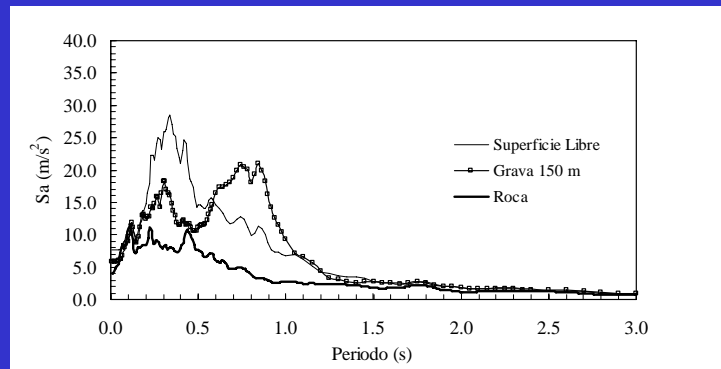
Sitio	Acel. pico en roca m/s^2	Acel. pico en la superficie del depósito m/s^2	Amplificación de aceleraciones ^(*)
P. de la Reserva	4	4.4	1.1
La Molina	4	7.7	1.9
Chorrillos	4	7.2	1.8
La Punta	4	3.2	0.8
El Callao	4	6.9	1.7

Respuesta de los 5 depósitos de suelo (continúa)

Sitio	Máxima Sa m/s ²	Amplificación espectral pico
P. de la Reserva	12.1	2.8
La Molina	28.5	3.7
Chorrillos	21.9	3.1
La Punta	10.9	3.4
El Callao	27.8	4.0



La Molina H=150 m vs. Grava H=150 m



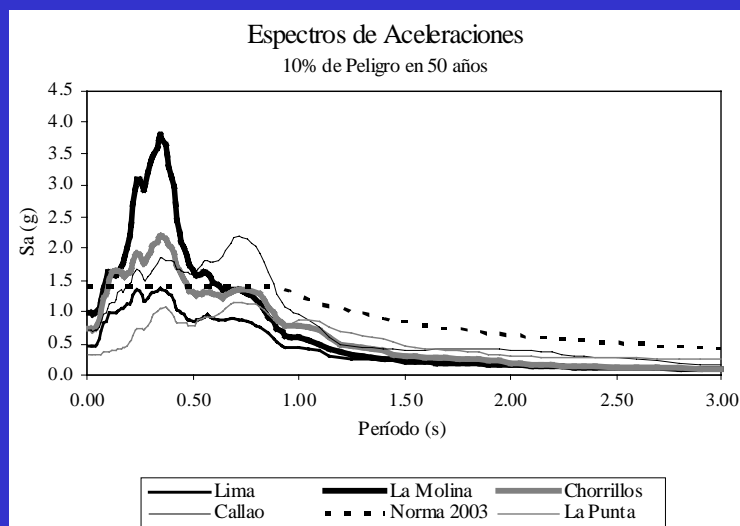
Deposito	Periodos	Amplificacion Superf./Roca	Amp. Espectral
Grava H=150 m	0.5, 0.2	1.5	3.6
La Molina H=150 m	0.6, 0.25	1.9	3.8

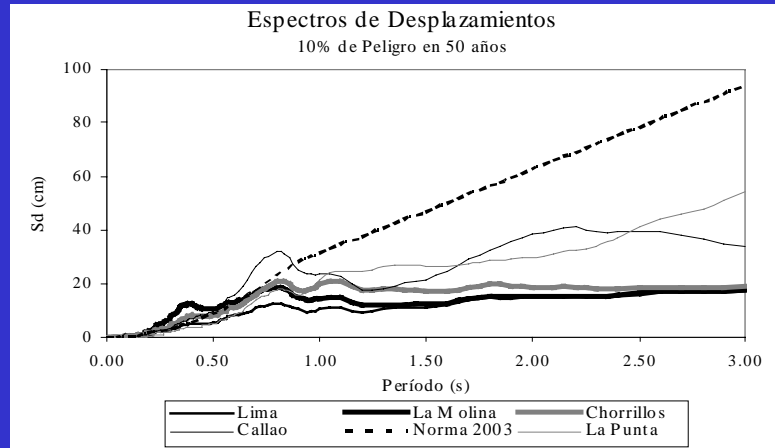
Espectro de Probabilidad Uniforme

Espectro calculado considerando como variables aleatorias:

- Rata y magnitud de los sismos
- Aceleracion en roca = $F(M, \text{distancia})$
- Profundidad del deposito de suelo
- Propiedades mecánicas del suelo (no se consideró)

y un número de acelerogramas representativos





CONCLUSIONES

1. Para todo tipo de suelo (firme o blando) la respuesta en la superficie libre depende de: (a) la cercanía entre el período natural del movimiento en roca y el período natural del depósito, y (b) la resistencia del terreno.

CONCLUSIONES

2. En caso coincidir los períodos de roca y suelo, la amplificación de aceleraciones (suelo/roca) y la amplificación espectral tendrán valores mayores que pueden superar al espectro de la norma.

Para 300 m no se observó amplificación, mientras para 150 m se observó la amplificación máxima.

CONCLUSIONES

3. En caso de excederse la resistencia del terreno, la respuesta puede reducirse por la incapacidad del depósito de desarrollar mayores desplazamientos.

4. La respuesta del depósito puede acentuarse en el primer o segundo modo de vibración.