

ASPECTOS SISMOLÓGICOS

Gerardo Aguilar Ramos

Jorge Aguirre González

Jorge Arturo Ávila Rodríguez

Eduardo Botero Jaramillo

David Murià Vila



Índice

1. Generalidades del Sismo
2. ¿Esperado?
3. Sistemas de Monitoreo y Alerta
4. Registros, intensidades instrumentales y observaciones, espectros de respuesta
5. El registro de aceleración más grande ...
6. ¿Cómo se generan y amplifican las olas del Tsunami?
7. Sistemas de Monitoreo y Alerta
8. Alturas registradas
9. Tsunamímetros, evidencia del gran deslizamiento.



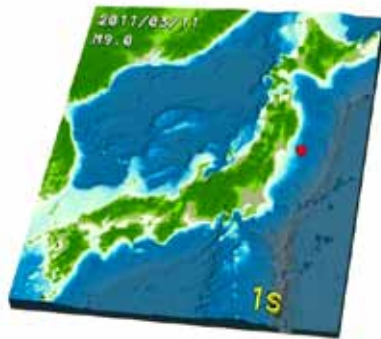
Índice

1. Generalidades del Sismo

2. ¿Esperado?
3. Sistemas de Monitoreo y Alerta
4. Registros, intensidades instrumentales y observaciones, espectros de respuesta
5. El registro más grande ...
6. ¿Cómo se generan y amplifican las olas del Tsunami?
7. Sistemas de Monitoreo y Alerta
8. Alturas registradas
9. Tsunamímetros, evidencia del gran deslizamiento.



Generalidades del Sismo



(Furumura, 2011)

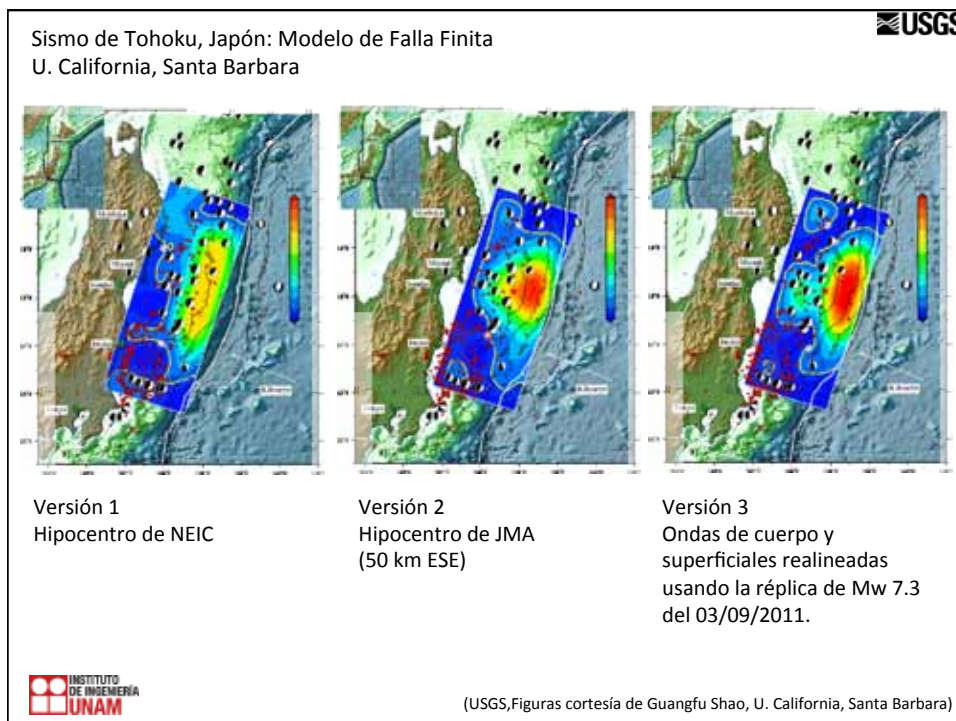
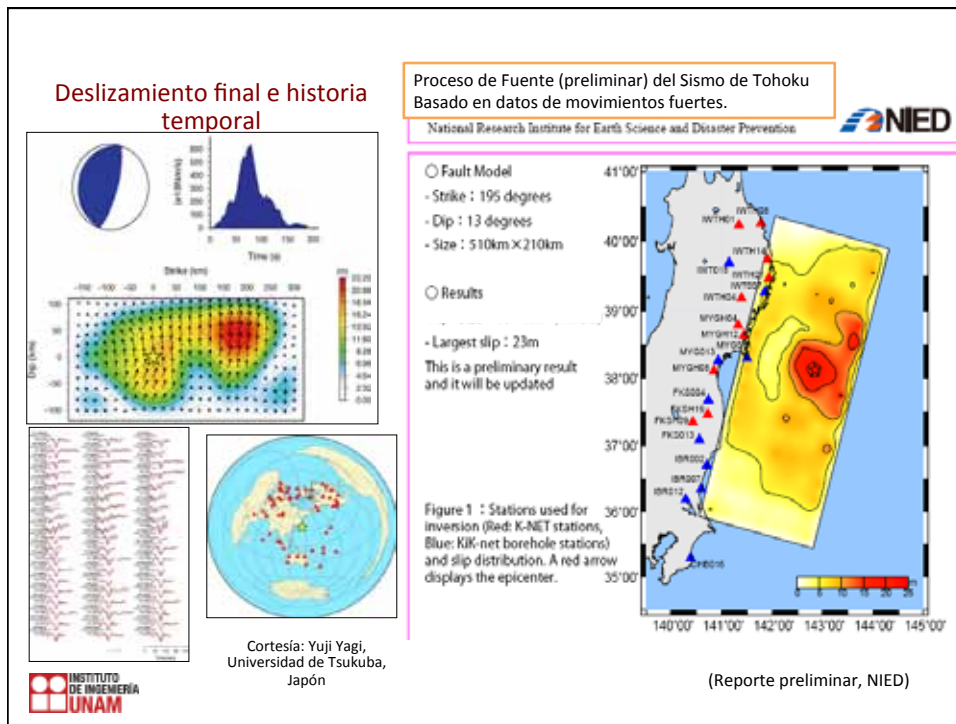
Fecha: 11 de marzo de 2011
Hora: 14:46 (tiempo de Japón)

Profundidad: 24 km
Magnitud: 9.0 (JMA), Mw= 9.0

Momento Sísmico:
Mo= 3.9×10^{22} Nm (USGS)

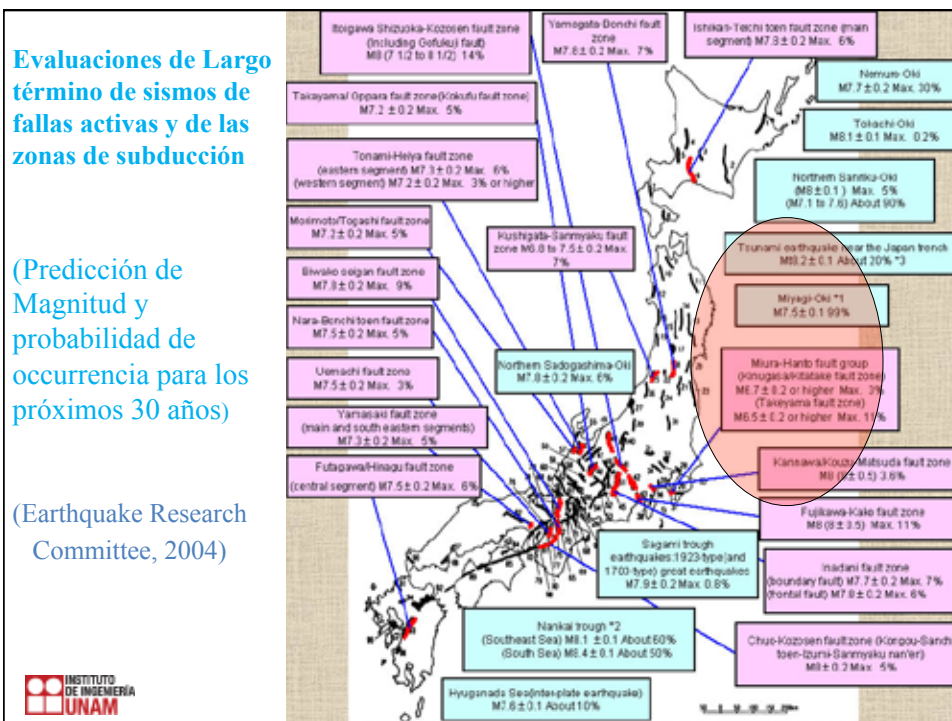
Área de Ruptura:
A= 550 km X 260 km (USGS)





Índice

1. Generalidades del Sismo
2. ¿Esperado?
3. Sistemas de Monitoreo y Alerta
4. Registros, intensidades instrumentales y observaciones, espectros de respuesta
5. El registro más grande ...
6. Generalidades del Tsunami
7. ¿Cómo se generan y amplifican las olas?
8. Sistemas de Monitoreo y Alerta
9. Alturas registradas
10. Simulación
11. Tsunamímetros, evidencia del gran deslizamiento.

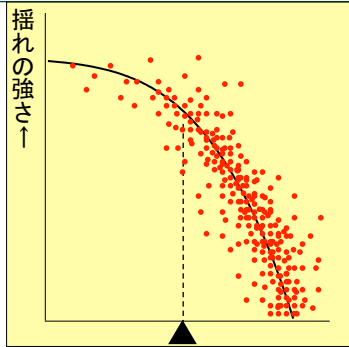


Mapa Probabilista de Peligro Sísmico

Observación de largo término

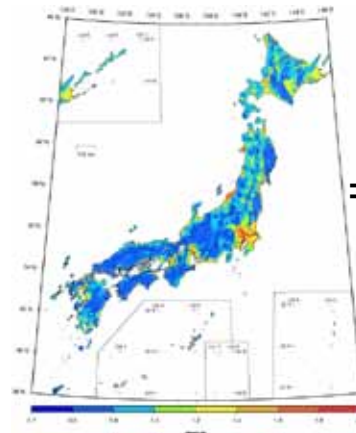
×

Relación de Atenuación
Movimiento del terreno-Distancia



Distancia a la falla

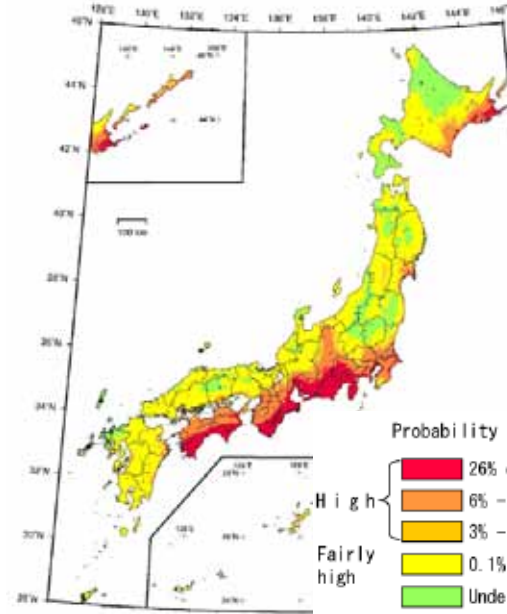
Amplificación local



= PSHM

(HERP)

Mapa Probabilista de Peligro Sísmico (2005)



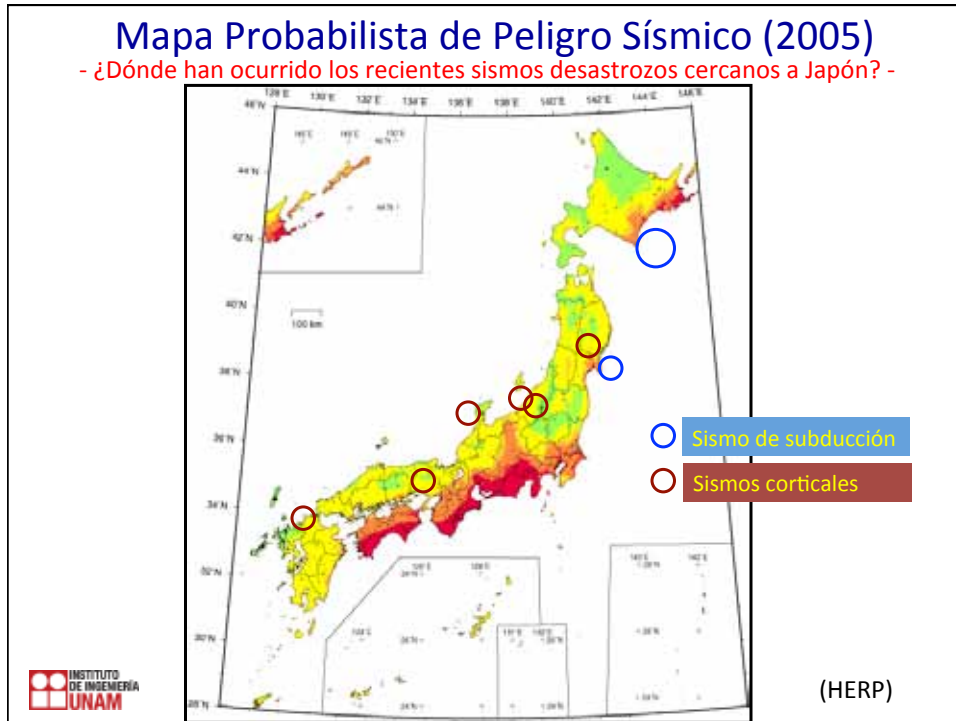
Probabilidad de que los movimientos de tierra sean iguales o mayores que la intensidad sísmica 6L (JMA) durante los próximos 30 años.



(HERP)

Mapa Probabilista de Peligro Sísmico (2005)

- ¿Dónde han ocurrido los recientes sismos desastrosos cercanos a Japón? -



* La evaluación de largo término fue basada sobre análisis estadísticos de el registro completo de sísmicos históricos para los pasados 400 años.

* Sin embargo, el sismo de Tohoku claramente muestra que 400 años es un periodo muy corto para evaluar la actividad sísmica.

* En efecto, durante los pasados cinco años geólogos de Inspección Geológica de Japón (Geological Survey of Japan) han reportado que un gran tsunami inundó las costas del área de Sendai en AD 869 (Tsunami de Jōgan).

* Fue, probablemente, de tamaño comparable con el tsunami que golpeó después del sismo de marzo.

* Desafortunadamente, esos descubrimientos llegaron demasiado tarde para ser considerados en la evaluación de, y medidas en contra, tsunamis.

(Takeshi Sagiya, Nature 12 mayo de 2011)

De los últimos 5 terremotos (2004-2011):

- 3 en Sumatra (Mw9.1,8.5,8.5)
- 1 en Chile (Mw8.8)
- 1 en Tohoku, Japón (Mw9.0)

¿Esperados?

$$Mw = -0.00953T + 0.143 V + 8.01 \quad (\text{Ruff \& Kanamori, 1980})$$

Zona	Edad (My)	V (cm/y)	
	T	V	
Chile	20	11	Mw=9.5
Alaska	40	6	Mw=9.2
Kamchatka	80	9	Mw=9.0
Sumatra	60	3	(Mw=8.2)
Tohoku	130	10	(Mw=8.2)

(Singh, 2011)



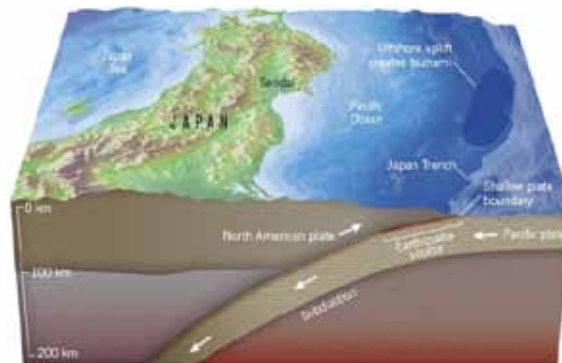
... La deformación debió haberse acumulado en esa zona por cerca de 1000 años

... A pesar de la extensiva red de GPS en Japón, este crecimiento de gran deformación localizada no pudo ser detectada debido a que el área está 200 kilómetros afuera de la costa. Una lección importante que hemos aprendido es que ese tipo de gran deformación puede acumularse en la frontera somera de la placa

(Kanamori, 12 mayo de 2011)

Zona de Presión

La deformación se acumula en la trinchera de Japón cuando la placa del Pacífico se atora mientras que se desliza bajo Japón



(Nature, 12 mayo de 2011)

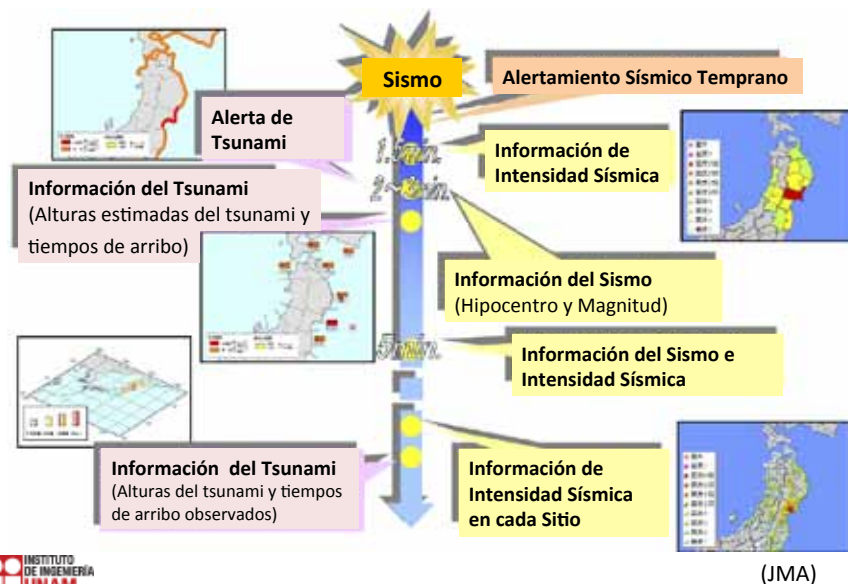


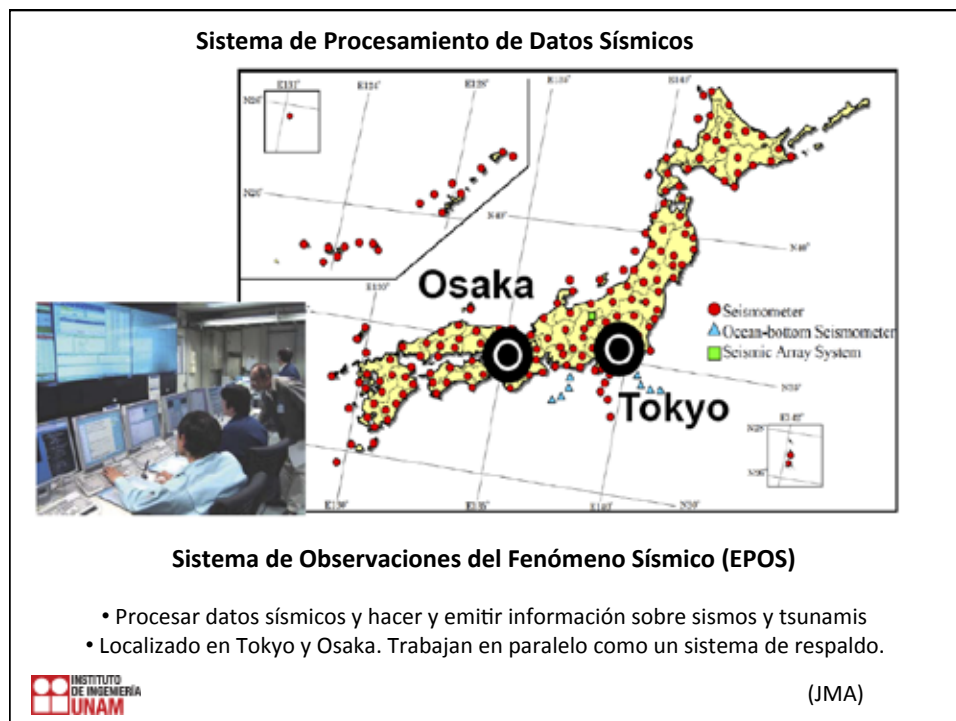
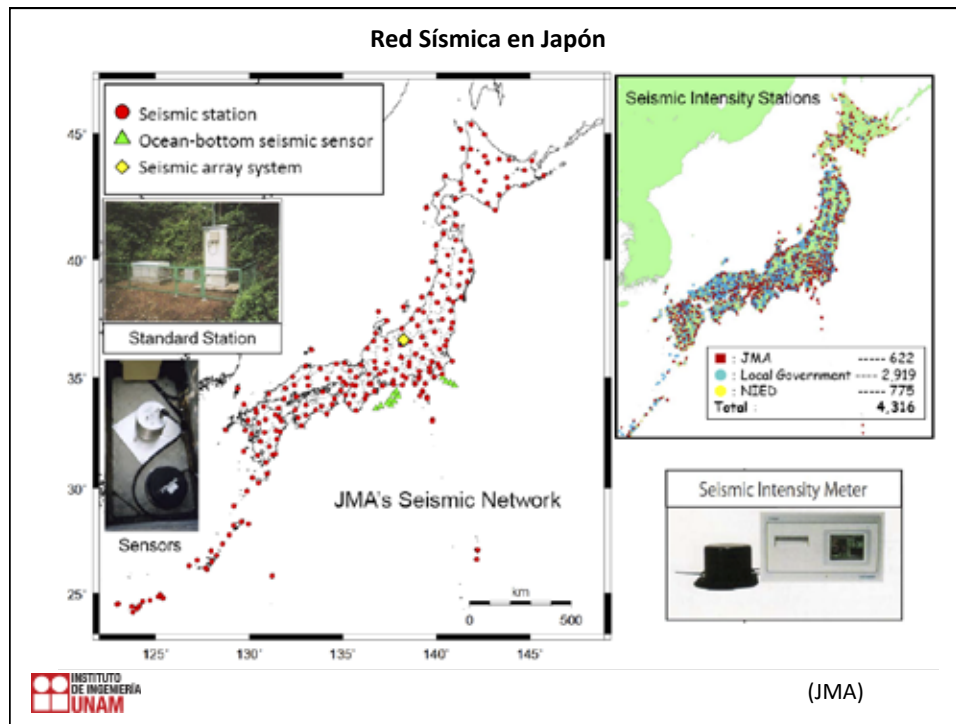
Índice

1. Generalidades del Sismo
2. ¿Esperado?
- 3. Sistemas de Monitoreo y Alerta**
4. Registros, intensidades instrumentales y observaciones, espectros de respuesta
5. El registro más grande ...
6. ¿Cómo se generan y amplifican las olas del Tsunami?
7. Sistemas de Monitoreo y Alerta
8. Alturas registradas
9. Tsunamímetros, evidencia del gran deslizamiento.



Secuencia Temporal de la Información Sísmica y Alerta de Tsunami en JMA





MONITOREO SÍSMICO EN JMA TOKYO



MONITOREO SÍSMICO EN JMA TOKYO



MONITOREO SÍSMICO EN JMA TOKYO



MONITOREO SÍSMICO EN JMA TOKYO

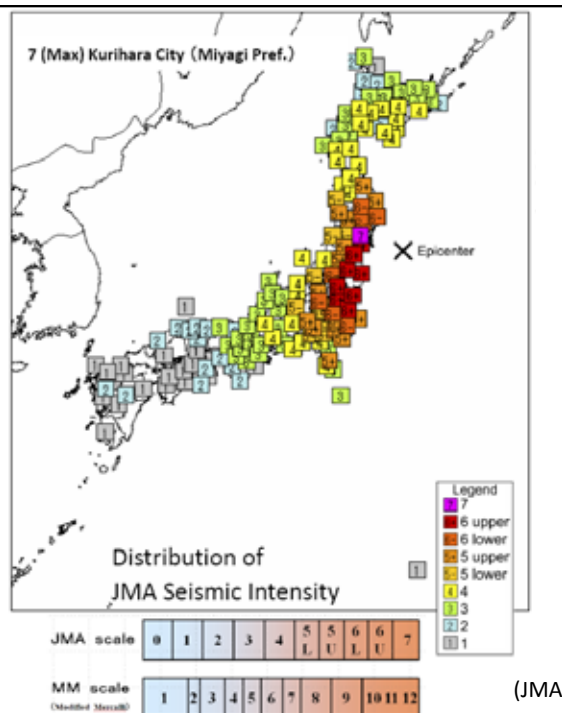


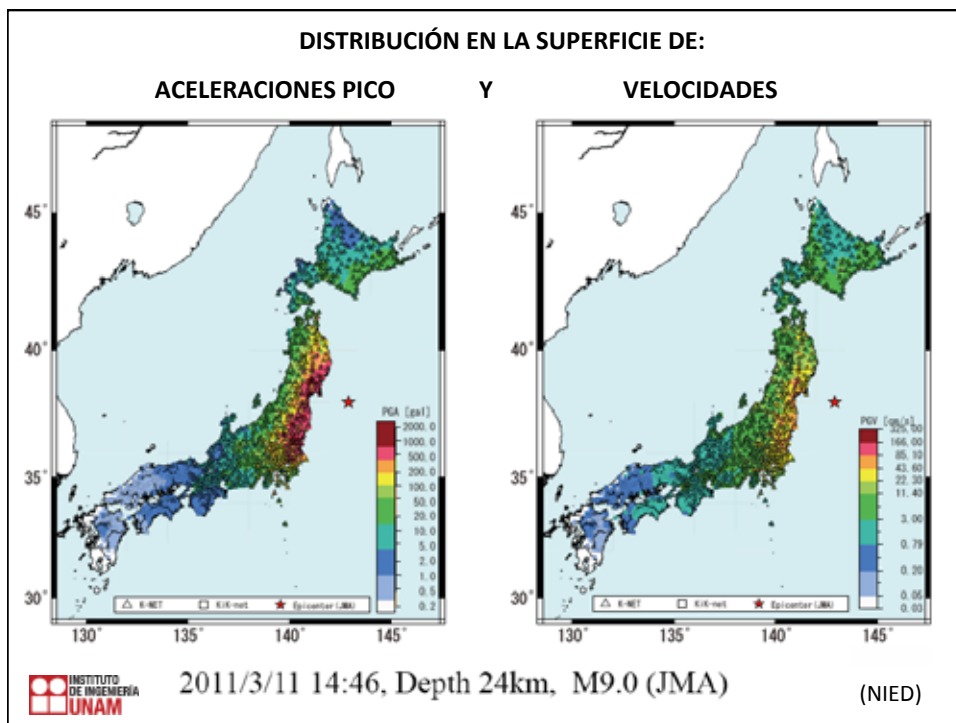
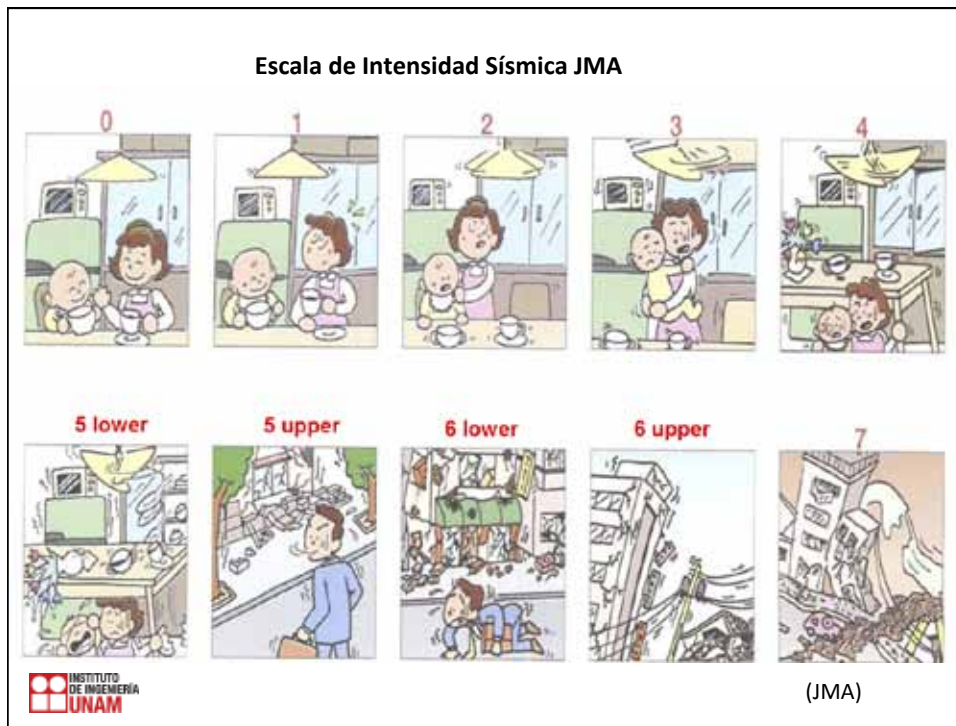
Índice

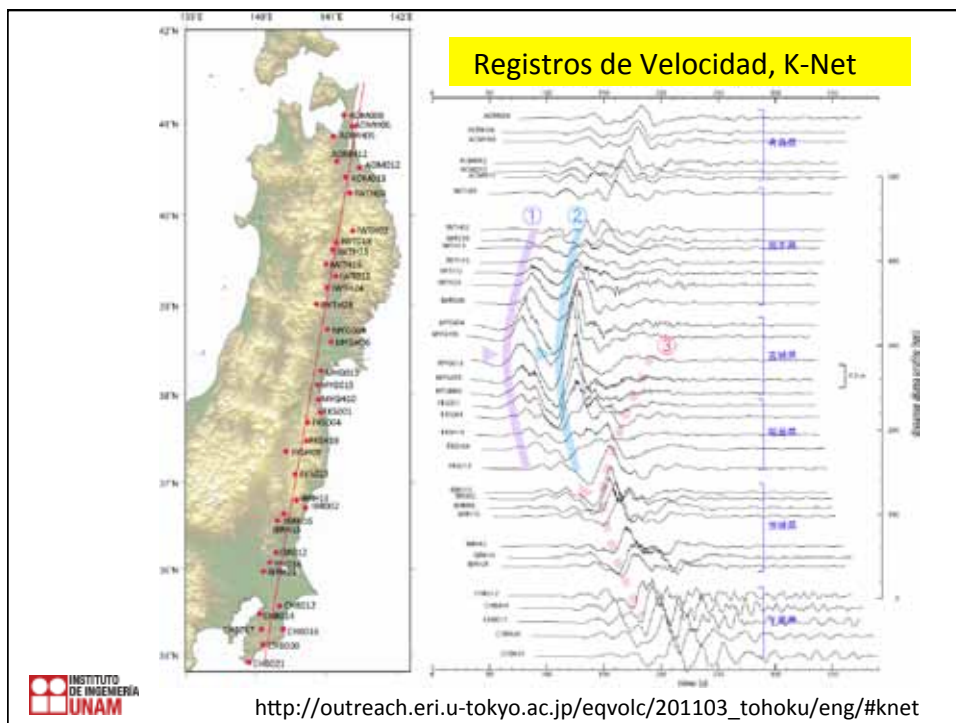
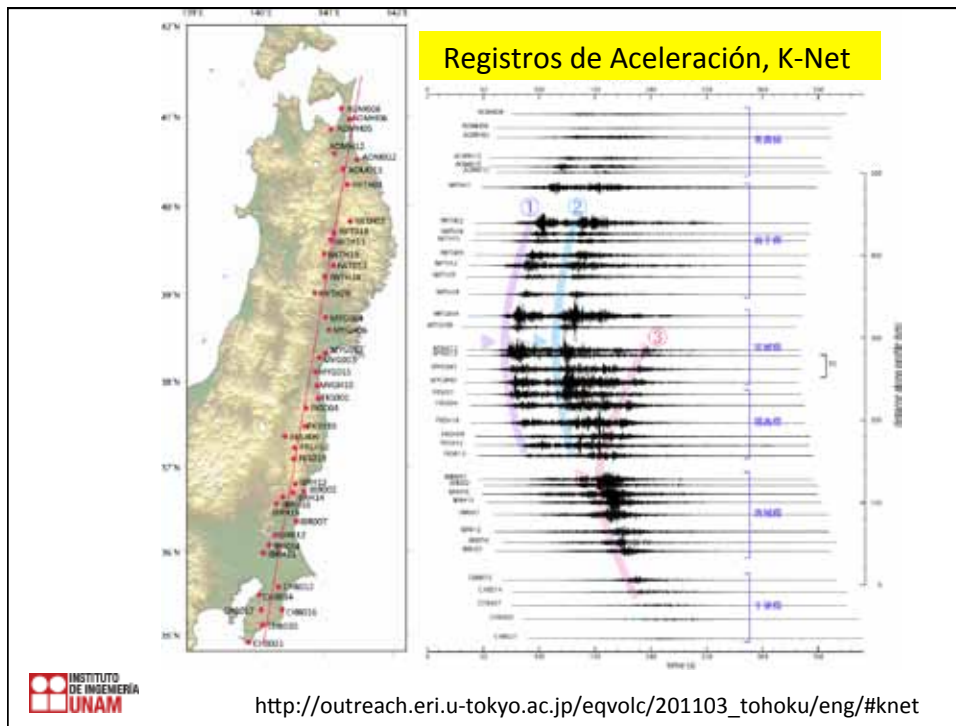
1. Generalidades del Sismo
2. ¿Esperado?
3. Sistemas de Monitoreo y Alerta
- 4. Registros, intensidades instrumentales y observaciones, espectros de respuesta**
5. El registro más grande ...
6. ¿Cómo se generan y amplifican las olas del Tsunami?
7. Sistemas de Monitoreo y Alerta
8. Alturas registradas
9. Tsunamímetros, evidencia del gran deslizamiento.



Distribución de intensidades sísmicas JMA



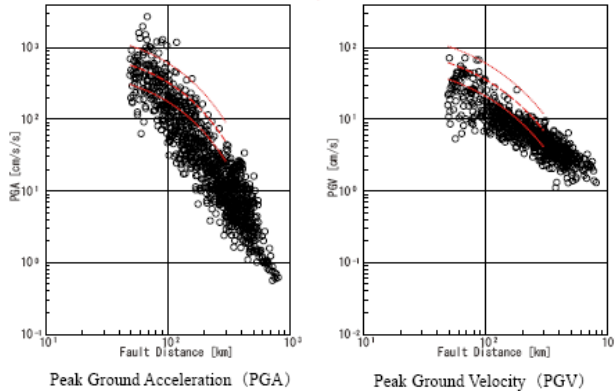




Comparación de valores observados de PGA y PGV con Leyes de Atenuación Empíricas

2011/03/11 14:46 Depth=24km(JMA), Mw=9.0

----- Shi & Midorikawa (1999) inter-plate



- + PGA y PGV son obtenidas como los valores máximos entre las componentes horizontales
- + Los PGV son corregidos a Vs=600 m/s, removiendo la información de cada estación con la información de pozo.
- + Mw 9.0 está mas allá del rango de aplicación de la ley empírica de atenuación. (Shi y Midorikawa, 1999)
- + El modelo de falla usado es preliminar.



(NIED)

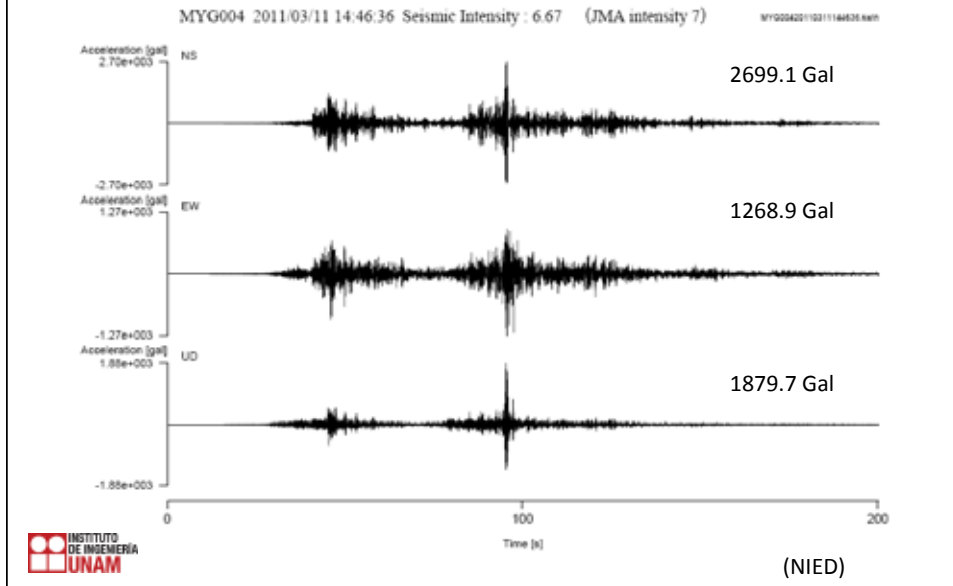
Lista de las 10 aceleraciones pico del terreno más grandes observadas y la intensidad instrumental JMA

	Station name	PGA	JMA intensity※
1	MYG004	2933gal	6.6
2	MYG012	2019gal	6.0
3	IBR003	1845gal	6.4
4	MYG013	1808gal	6.3
5	IBR013	1762gal	6.4
6	FKSH10	1335gal	6.0
7	TCGH16	1305gal	6.5
8	TCG014	1291gal	6.3
9	IBRH11	1224gal	6.2
10	MYGH10	1137gal	6.0

※JMA Instrumental intensity

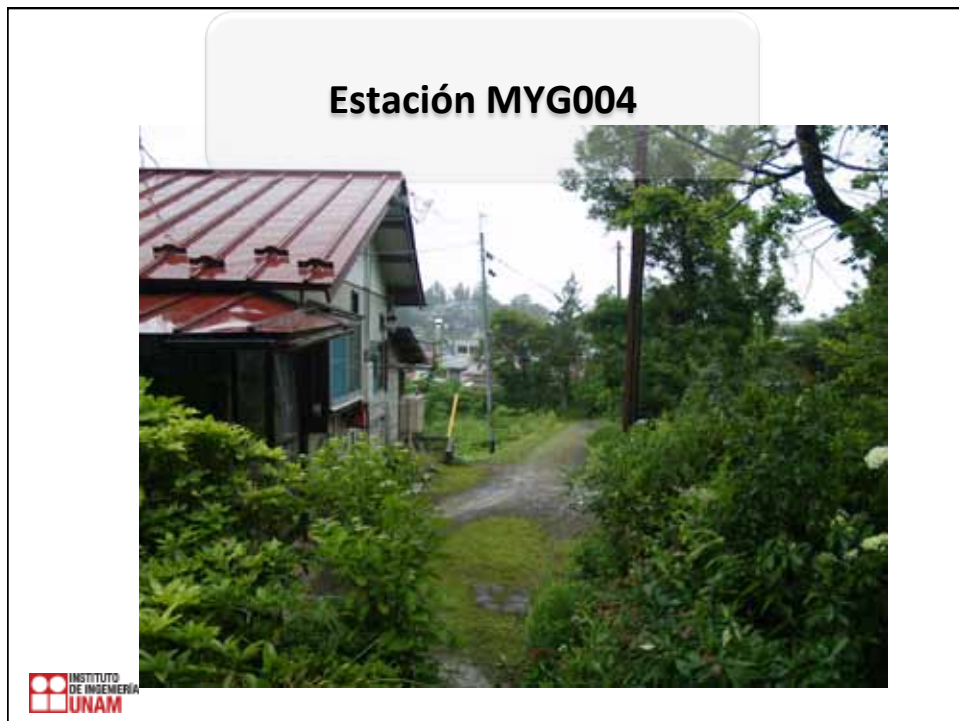


La aceleración pico del terreno más grande registrada en los sitios de K-NET y KiK-net fue registrada en la estación de K-NETE MYG004 (Tsukidate) en la ciudad de Kurihara, en la prefectura de Miyagi, alcanzando 2933 Gal (suma vectorial de las 3 componentes)



Estación MYG004 K-net (Tsukidate)









**La casa más cercana a la
estación MYG004**



**VISTAS CERCANAS A
MYG004**





Descripción intensidades JMA 6U y 7 en casas de madera

(6U) Muchas casas menos resistentes a los sismos se colapsan. En muchos casos, incluso paredes y columnas de casas altamente resistentes a los sismos son severamente dañados.

(7) Ocasionalmente, incluso las casas sismorresistentes son severamente dañadas.

Escala de Intensidad Sísmica JMA



(JMA)

Estación MYG013 (Sendai)



Estación MYG013



Estación MYG013



Estación MYG013



Estación MYG013

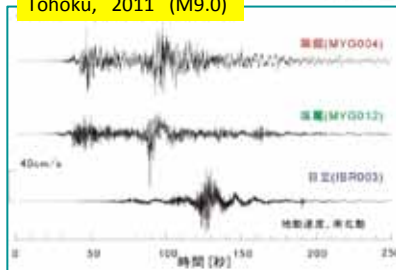


Estación MYG013

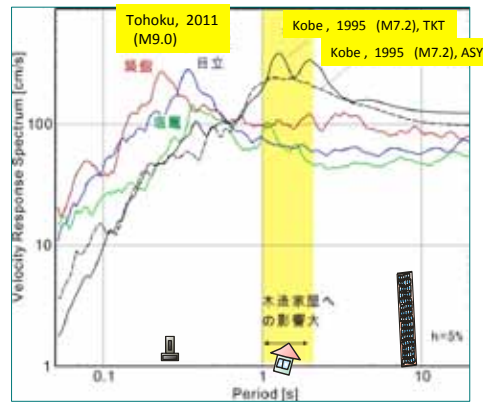
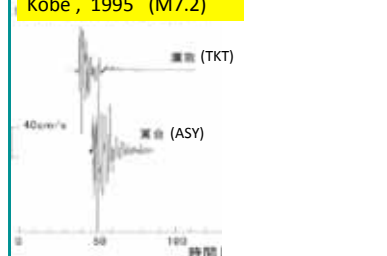


Comparación de registros Tohoku vs Kobe

Tohoku, 2011 (M9.0)



Kobe, 1995 (M7.2)



(Furumura, 2011)



Índice

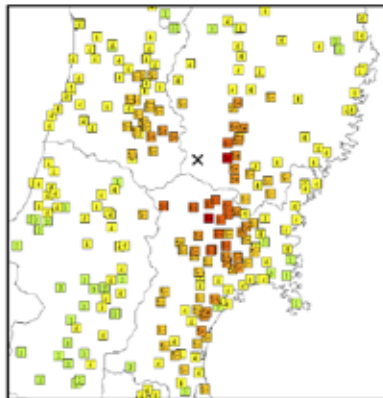
1. Generalidades del Sismo
2. ¿Esperado?
3. Sistemas de Monitoreo y Alerta
4. Registros, intensidades instrumentales y observaciones, espectros de respuesta
- 5. El registro más grande ...**
6. ¿Cómo se generan y amplifican las olas del Tsunami?
7. Sistemas de Monitoreo y Alerta
8. Alturas registradas
9. Tsunamímetros, evidencia del gran deslizamiento.



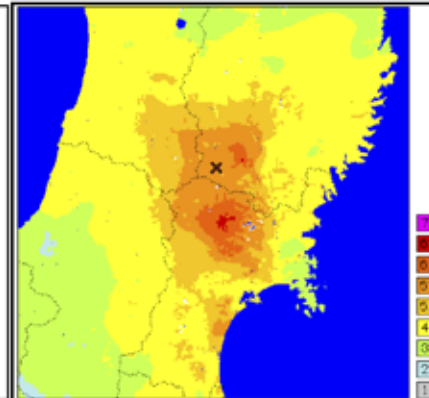
Shake Map

The Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake in 2008 M:7.2 Depth : 8km

Distribution of Seismic Intensity
(observed point data)



Distribution of Seismic Intensity
(plane value estimated from observed data)



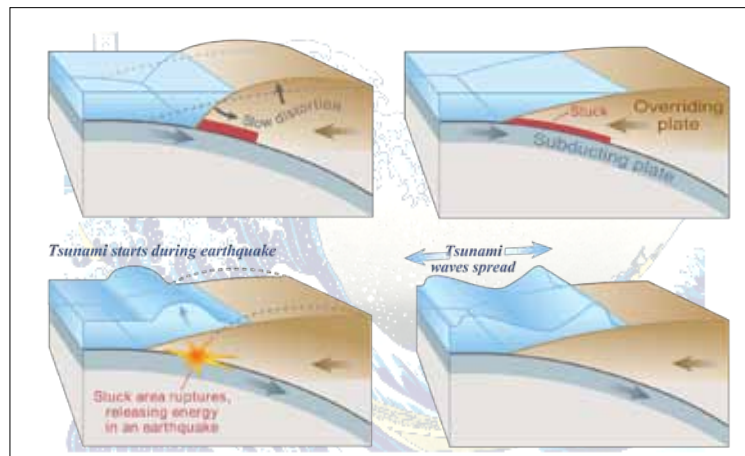
(JMA)

Índice

1. Generalidades del Sismo
2. ¿Esperado?
3. Sistemas de Monitoreo y Alerta
4. Registros, intensidades instrumentales y observaciones, espectros de respuesta
5. El registro más grande ...
- 6. ¿Cómo se generan y amplifican las olas del Tsunami?**
7. Sistemas de Monitoreo y Alerta
8. Alturas registradas
9. Tsunamímetros, evidencia del gran deslizamiento.

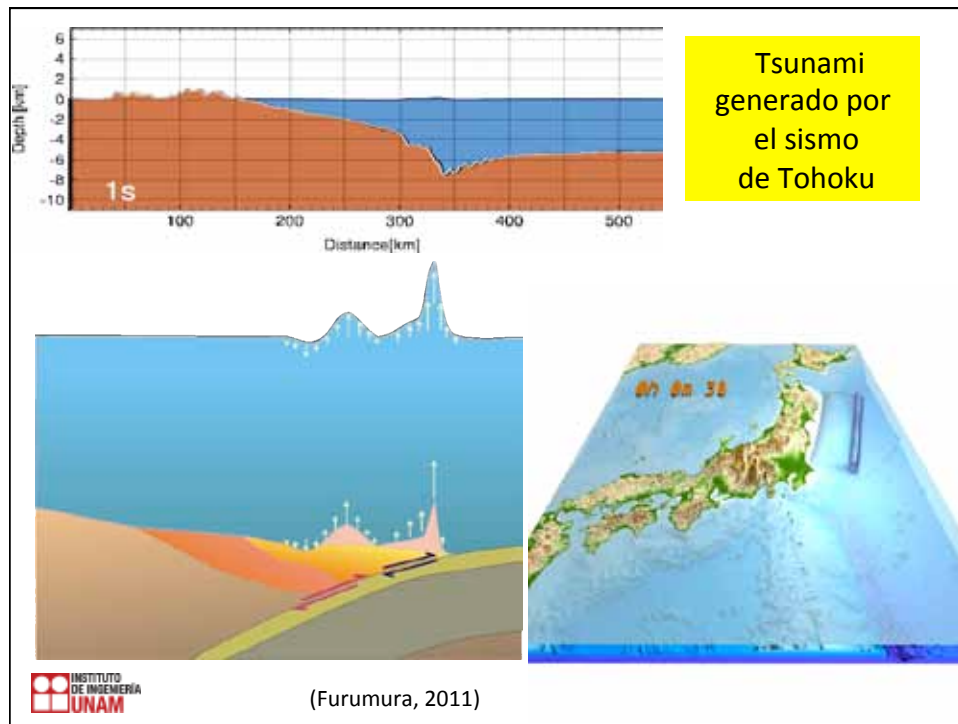


Principio Generador de Tsunami



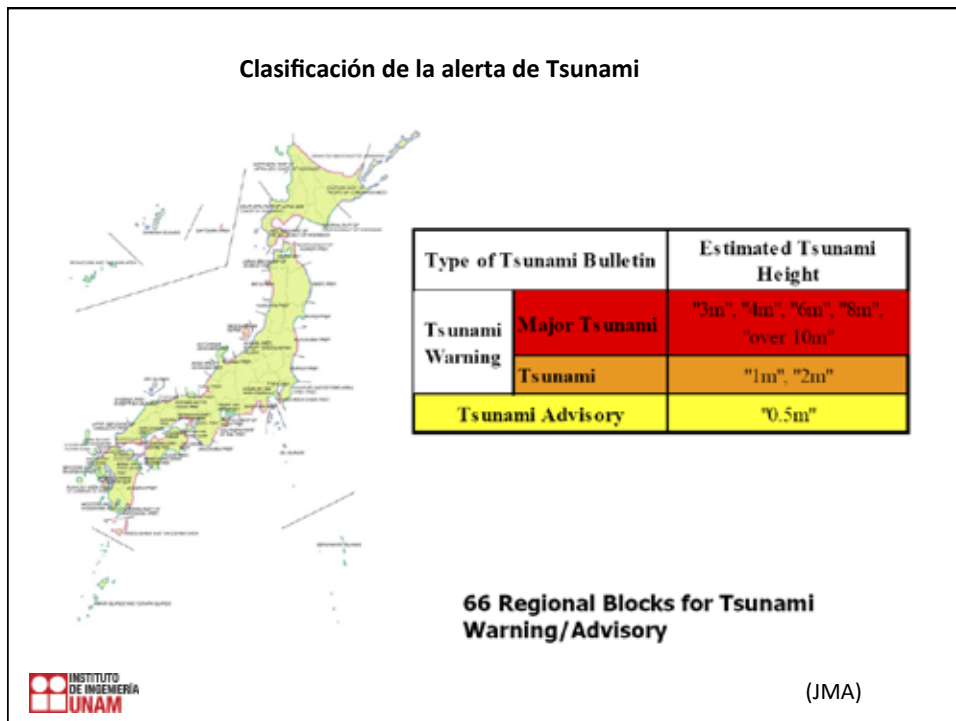
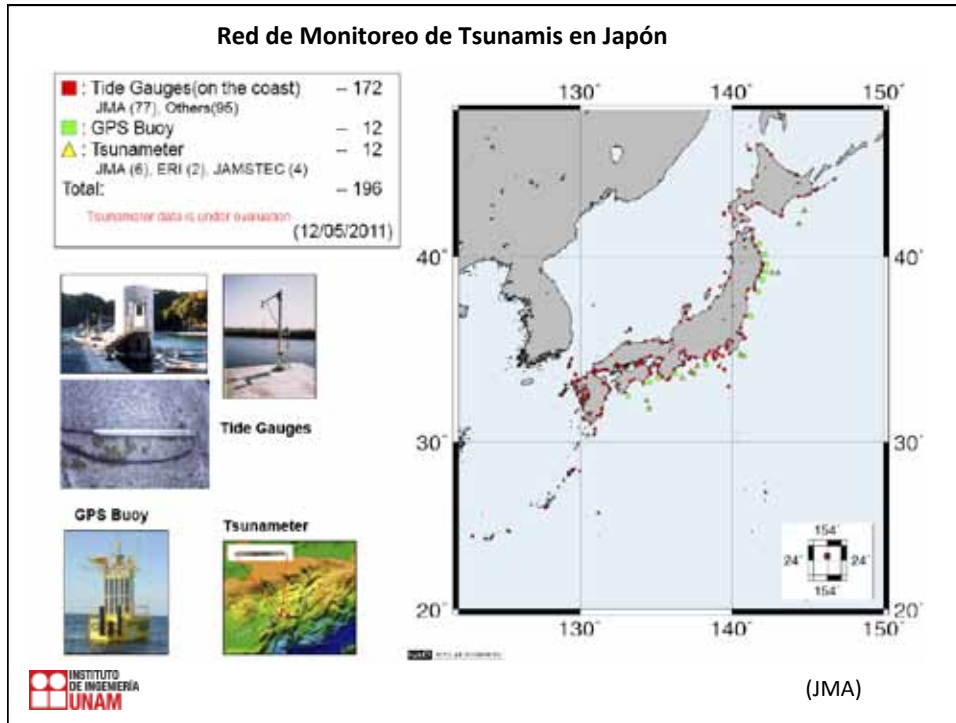
Fuente: USGS



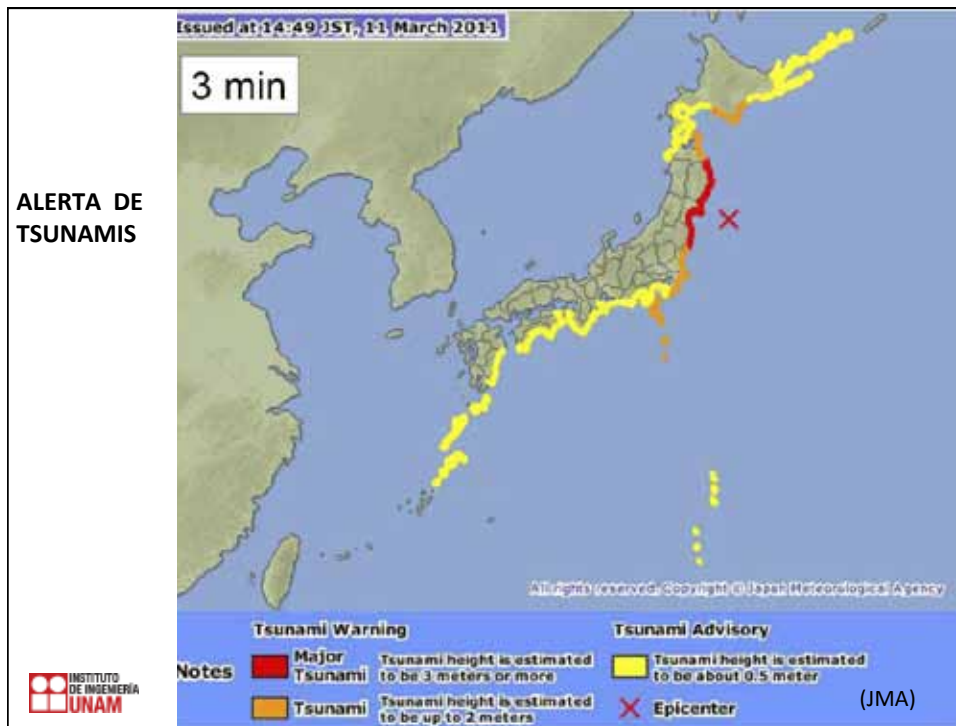


Índice

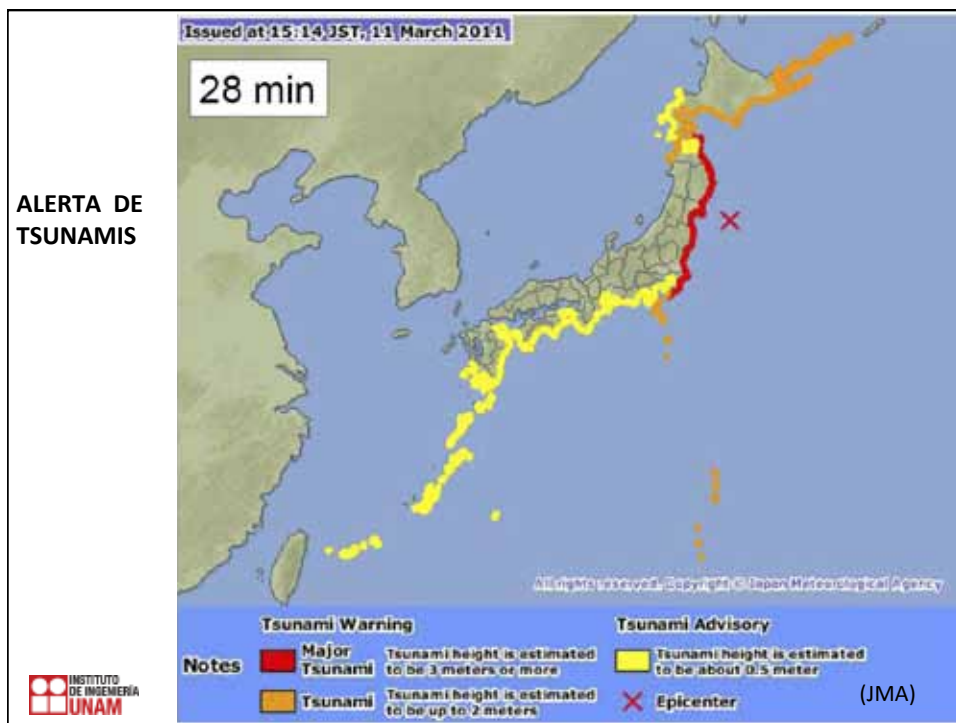
1. Generalidades del Sismo
2. Esperado?
3. Sistemas de Monitoreo y Alerta
4. Registros, intensidades instrumentales y observaciones, espectros de respuesta
5. El registro más grande ...
6. ¿Cómo se generan y amplifican las olas del Tsunami?
- 7. Sistemas de Monitoreo y Alerta**
8. Alturas registradas
9. Tsunamímetros, evidencia del gran deslizamiento.

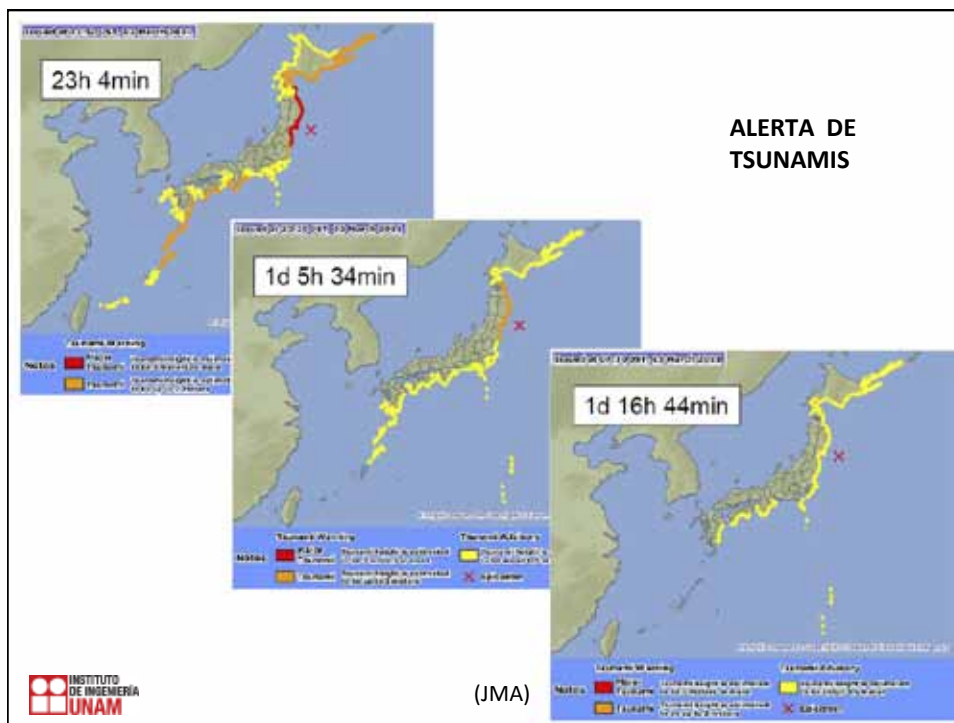
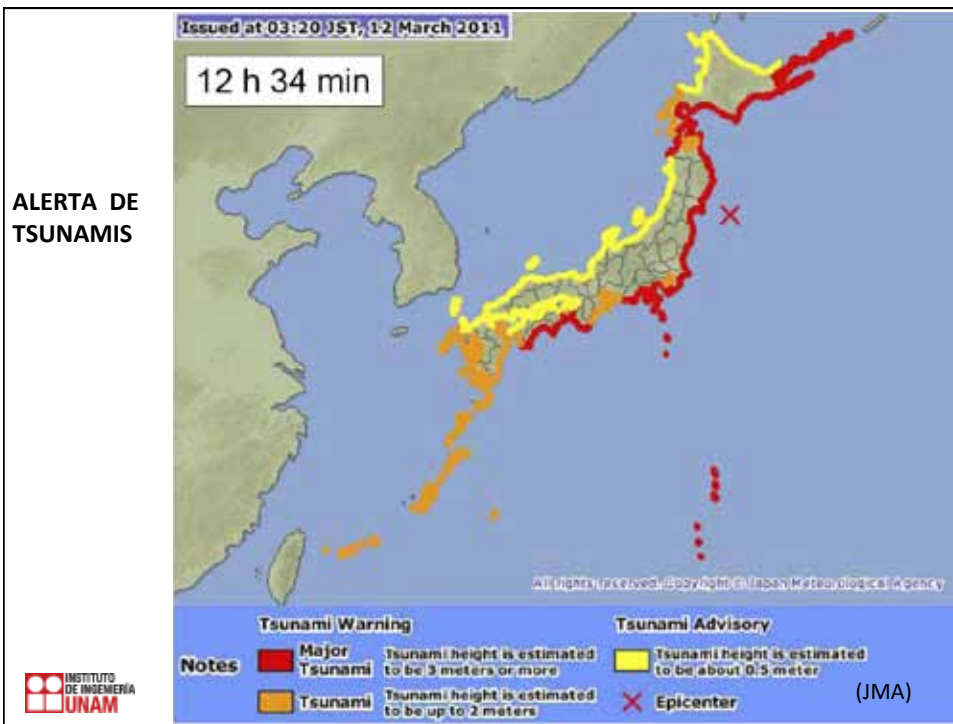


ALERTA DE TSUNAMIS



ALERTA DE TSUNAMIS





LA ALERTA DE TSUNAMIS FUÉ CANCELADA DOS DÍAS DESPUÉS DEL SISMO



(JMA)

LA ALERTA DE TSUNAMI EN LA TV JAPONESA

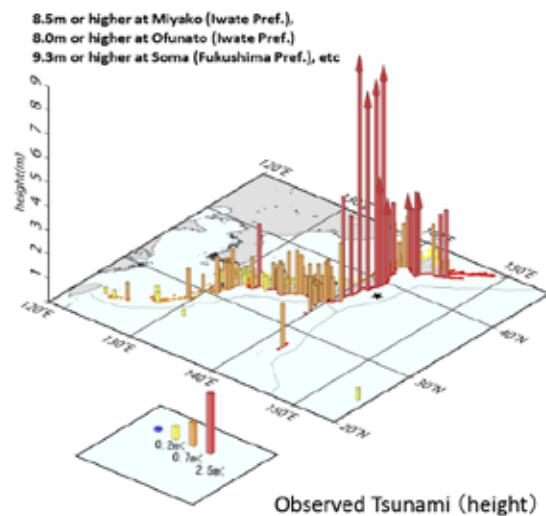


Índice

1. Generalidades del Sismo
2. Esperado?
3. Sistemas de Monitoreo y Alerta
4. Registros, intensidades instrumentales y observaciones, espectros de respuesta
5. El registro más grande ...
6. ¿Cómo se generan y amplifican las olas del Tsunami?
7. Sistemas de Monitoreo y Alerta
- 8. Alturas registradas**
9. Tsunamímetros, evidencia del gran deslizamiento.



Alturas del Tsunami Observadas



Date and Time: 11 March 2011 14:46 JST (05:46 UTC)
Magnitude: 9.0 (the largest earthquake recorded in Japan)
Hypocenter: N38.1, E142.9 Depth 24km (interim value)
(130km ESE off Ojika Peninsula)



(JMA)

Índice

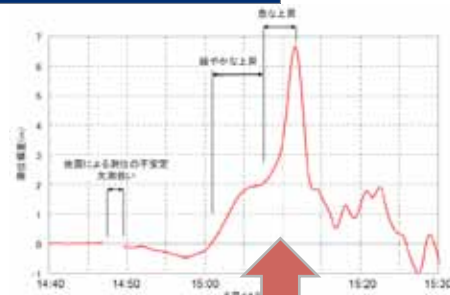
1. Generalidades del Sismo
2. ¿Esperado?
3. Sistemas de Monitoreo y Alerta
4. Registros, intensidades instrumentales y observaciones, espectros de respuesta
5. El registro más grande ...
6. ¿Como se generan y amplifican las olas del Tsunami?
7. Sistemas de Monitoreo y Alerta
8. Alturas registradas
- 9. Tsunamímetros, evidencia del gran deslizamiento.**



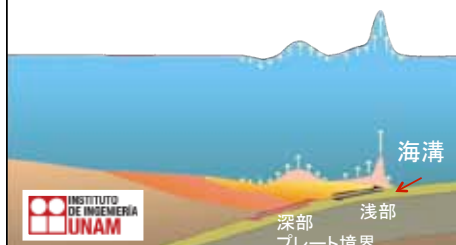
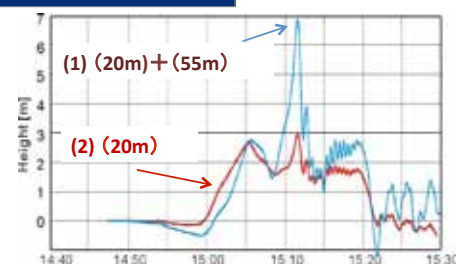
¿De dónde vino el gran tsunami? (Furumura, 2011)

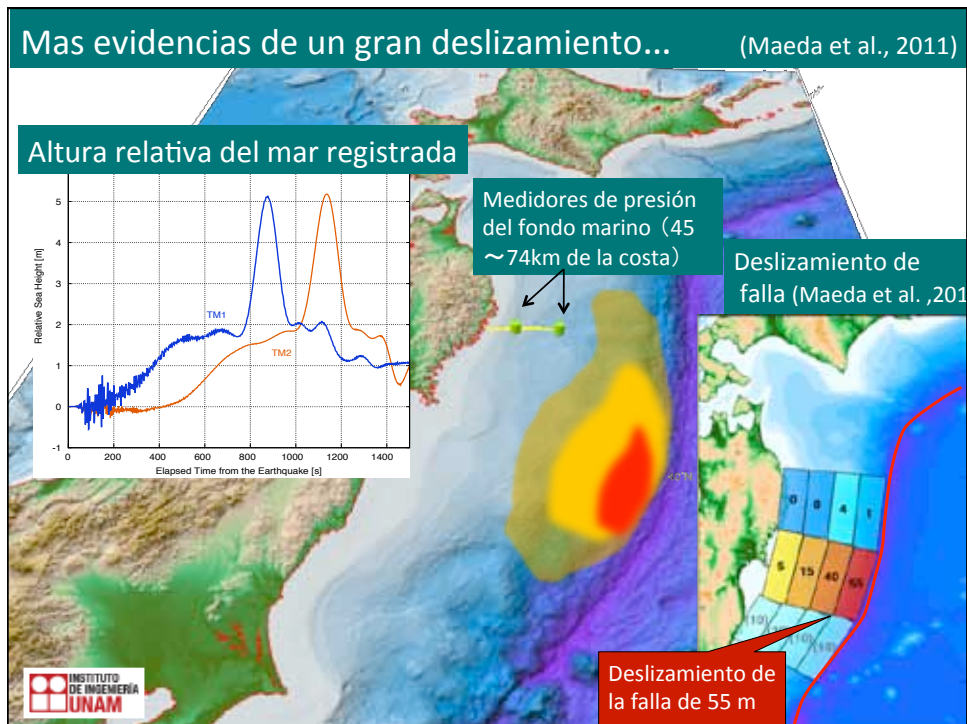


Registro de la Boya GPS (DART) 国土交通省資料



Simulación del Tsunami





INMENSO

Sismo de gran magnitud Mw 9.0
Generador de un Gran Tsunami

INESPERADO

Sismo de gran magnitud Mw 9.0

INSTRUMENTADO

Gracias a la densa instrumentación en Japón,
se generarán muchos estudios que permitirán profundizar
más en el conocimiento de los sismos.

La experiencia Japonesa debe servir como ejemplo y pauta para
las investigaciones y estudios que debemos realizar en México a fin
Contar con una sociedad mejor preparada ante los sismos.

FIN