

Universidad Católica Andrés Bello
Facultad De Ingeniería
Escuela De Ingeniería Civil

**CAMBIOS EN LA RESPUESTA DINÁMICA DE UN PERFIL
GEOTECNICO CON ESTRATO DEBIL**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO

Como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO CIVIL

Autores:

Bueno Duran, Yusleidy

Contreras Segovia, Miccet

Tutor:

Ing. Echezuria Heriberto

Caracas, junio del 2021

Universidad Católica Andrés Bello
Facultad De Ingeniería
Escuela De Ingeniería Civil

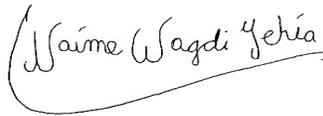
**CAMBIOS EN LA RESPUESTA DINÁMICA DE UN PERFIL
GEOTECNICO CON ESTRATO DEBIL**

Este jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado: **VEINTE (20)** puntos.

JURADO EXAMINADOR



Ing. Alvaro Boiero



Ing. Wagdi Naime



Ing. Heriberto Echezuria

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO CIVIL

CAMBIOS EN LA RESPUESTA DINÁMICA DE UN PERFIL GEOTECNICO CON ESTRATO DEBIL

Autores: **Bueno D. Yusleidy**
Contreras S. Miccet

Tutor: **Ing. Heriberto Echezuria**

RESUMEN

Este trabajo de grado se enfocó en estudiar la respuesta dinámica de un perfil geotécnico con estrato débil sometido a la acción de un evento sísmico. Para ello se realizó una investigación de tipo experimental. Se logró determinar los efectos del espesor, ubicación y velocidad de onda de corte del estrato en estudio. La respuesta dinámica se evaluó con el programa Deepsoil, el cual permitió obtener los acelerogramas en la base de los estratos licuables del perfil, denominado quiebre en el resto de este trabajo. Dicho programa también permitió la creación de perfiles nuevos para el análisis de las propiedades del mismo. De esta manera se pudo evaluar el cambio de la intensidad del sector fuerte del acelerograma en el estrato de quiebre para los perfiles con diferentes propiedades. Se verificó que la intensidad del sector fuerte del acelerograma es una fracción de la intensidad de Arias.

En este TEG se evaluaron varias condiciones que permitieron constatar que el amortiguamiento del suelo junto con la ubicación, el espesor y la velocidad de las ondas de corte del estrato débil varían la respuesta del sitio. Adicionalmente, se demostró que la respuesta de un mismo sismo cambia significativamente dependiendo de la localización del estrato débil por debajo de los 30 m superiores del perfil. Esto confirma que no es necesariamente la V_{s30} la que controla las respuestas en la superficie del terreno.

AGRADECIMIENTOS

Ante todo, quiero Agradecer primeramente a Dios por estar acompañándome en cada paso de mi vida, por Bendecirme con las personas que me han ayudado durante todo este tiempo. A mi madre María Omaira Duran, por todo su Cariño y Fé, por su constante motivación, amor y compromiso en todos estos años de mi formación Académica. Gracias por ser la mejor coach de Motivación y una amiga incondicional.

A mi Única y Ejemplar Hermana Migdalys Bueno, por ser fuente de inspiración en mi formación universitaria, por creer en mí y apoyarme siempre. A mi Padre Henry Bueno, por su cariño y gran apoyo. A personas muy especiales, que fueron un apoyo incondicional en momentos de pandemia y crisis, los cuales se convirtieron en mi familia cercana Mireya Salazar, Nancy Benavides, Jorge Loreto y Edward Sevilla.

A mi amiga de la infancia y compañera de tesis Miccet Contreras, por estar siempre en los eventos importantes de mi vida, y estar en este gran logro compartido fue gracias a nuestros traspasos y perseverancia.

A mis amigos de la UCAB en especial a Samira Pacheco, Simon Alcivar, Belkis Ruiz, Valesska Maldonado, Ariana Alvarez y Jorge Pantin, quienes fueron un gran apoyo en mi formación universitaria, siendo tan gentiles, con guías y cuadernos impecables que me ayudaría a lograr culminar mi carga académica.

A mi tutor Ing. Heriberto Echezuria por toda su dedicación, compromiso y asesoría para lograr culminar este Trabajo de Grado

Muchísimas Gracias a todos!

Yusleidy. A. Bueno. D

Agradezco a mi madre Milagros Segovia por todo su amor, comprensión y apoyo en todos estos años de estudio. A mi padre José Contreras que, aunque no pudo compartir esta y otras etapas de mi vida sé que estaría orgulloso de todo lo que he logrado y estoy por alcanzar. De ambos aprendí que a pesar de las circunstancias que tengamos en la vida, siempre hay un camino para salir adelante.

A mis hermanos Iris Contreras, José Javier Contreras por su cariño y apoyo durante toda mi vida e Ingma Contreras por velar durante gran parte de mi vida por mi bienestar y formación permitiéndome alcanzar este gran logro.

A mi amor José Daniel Brazon, por ser mi apoyo más importante durante los momentos más difíciles de la carrera, por siempre tener las palabras correctas cuando más las necesitaba y nunca permitirme desistir, agradezco que el destino nos juntara para permitirnos crecer juntos en esta y muchas más etapas que nos vienen por compartir.

A mis amigos Daniela Herrera y Rafael Ruiz por darme el ánimo y apoyo cuando nos trasnochábamos por lograr entregar los proyectos o estudiar para los parciales, por esas palabras de apoyo cuando pensábamos que no lo lograríamos.

A mi amiga Yusleidy Bueno con quien he compartido muchos años de vida, por compartir esta experiencia conmigo, por todo su esfuerzo y dedicación en este trabajo, por sus palabras de apoyo y los buenos momentos que hemos compartido.

Gracias a nuestro tutor, el Ing. Heriberto Echezuria por brindarnos su apoyo en todo momento, sus chistes y animo en los momentos de dificultad, en especial por permitirnos realizar este trabajo especial de grado bajo su tutela.

Miccet D. Contreras S.

INDICE GENERAL

RESUMEN	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
INDICE GENERAL	vi
INDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE TABLAS	xix
CAPÍTULO I	1
1.1. Planteamiento del Problema.....	1
1.2. Antecedentes	1
1.3. Alcance y limitaciones	4
1.4. Objetivo General	5
1.5. Objetivos Específicos.....	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1. Mediciones Sísmicas	6
2.1.1. Magnitud de Momento	6
2.2. Ley de Atenuación	7
2.3. Amortiguación del material.....	8
2.3.1 Amortiguación por radiación	8
2.4. Amplificación o Función de transferencia	8
2.5. Acelerogramas.....	9
2.5.1. Sector Fuerte del Acelerograma.....	10
2.6. Potencia e Intensidad de Arias	10
2.6.1. Potencia e intensidad del Sector Fuerte del Acelerograma con la definición de duración de Echeruria.....	11
2.7. Licuación	13
CAPÍTULO III	14
MARCO METODOLÓGICO	14
3.1 Registros de Acelerogramas en Roca.....	15
3.2 Programa DEEPSOIL	16

3.3. Caracterización de sismos	16
3.4 Cambios en el perfil geotécnico	18
3.5. Cambios en estratos a distintas Profundidades	19
CAPÍTULO IV	21
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	21
4.1. Relación de la Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en el quiebre y roca en Perfil Original de Treasure Island.	21
4.1.1. Relación de la Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en el quiebre y roca para las variaciones del Perfil Geotécnico.	22
4.2. Análisis de la Intensidad del Sector Fuerte en quiebre con la Presión de Poros en Perfil Original de Treasure Island	25
4.2.1. Análisis de la Intensidad del Sector Fuerte en quiebre con la Presión de Poros para las variaciones del Perfil Geotécnico	27
4.3. Relación de la intensidad del Sector Fuerte en quiebre con la Intensidad de Arias en quiebre en Perfil Original de Treasure Island.....	30
4.3.1. Relación de la intensidad del Sector Fuerte en roca con la Intensidad de Arias en roca para los sismos utilizados	30
4.4. Análisis de las Intensidades con la generación de Presión de Poros.....	31
4.5. Análisis de la presión de poros con el desplazamiento en Perfil Original de Treasure Island	32
4.5.1 Análisis de la presión de poros con el desplazamiento para las variaciones del Perfil Geotécnico.....	34
4.6. Variación del espectro de respuesta de un sismo con los cambios en los perfiles	3535
CAPÍTULO V	36
CONCLUSIONES	36
RECOMENDACIONES	38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
APÉNDICES	40

INDICE DE FIGURAS

Fig.1. Parametros caracteristicos de una falla (Shakal.; Benreuter, 1981.....	6
Fig. 2. Ley de Atenuación - (Herrera; Muñoz, 2018.....	7
Fig.3. Elemento delgado de un sólido de Kelvin-Voigt sometido a corte (Kramer,1996)...	8
Fig.4. Acelerogramas (Kramer, 1996).....	10
Fig. 5. Sector fuerte del Acelerograma (Kramer, 1996).....	10
Fig.6. Variación con el tiempo de la potencia y la intensidad de un sismo y definición del sector fuerte del acelerograma. (Echezuría, 2.020).....	12
Fig.7. Caracterización del suelo del sitio Treasure Island. Tomado de Pass (1991).....	15
Fig.8. Espectros Tipo 1. Son sismos provenientes de roca bastante dura con altos esfuerzos en ambos lados de la falla que se rompe en forma abrupta y liberan bastante energía con desplazamientos relativamente pequeños.....	17
Fig.9. Espectros Tipo 2. Son sismos provenientes de roca muy dura con muy altos esfuerzos en ambos lados de la falla que se rompe en forma abrupta, pero hay suficiente energía para lograr desplazamientos relativamente grandes fracturando más roca en el proceso.....	17
Fig.10. Espectro Tipo 3. Son sismos provenientes de roca dura fracturada con medianos esfuerzos en ambos lados de la falla que se rompe en forma menos abrupta y hay suficiente energía para lograr desplazamientos medianos a grandes fracturando más roca en el proceso.....	18
Fig. 11. Espectro Tipo 4. Son sismos provenientes de roca muy fracturada con medianos esfuerzos en ambos lados de la falla que se rompe en forma poco abrupta y hay suficiente energía para lograr desplazamientos medianos en el proceso.....	18
Fig. 12. Distribución de las variaciones de cada perfil con respecto a la ubicación del estrato débil y la ubicación de la roca.....	20
Fig. 13. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en quiebre vs roca para el perfil original de Treasure Island, H=100m. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....	21

Fig. 14. Intensidad d Sector Fuerte del acelerograma en quiebre vs roca para el perfil original de Treasure Island, con H=20m. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....22

Fig. 15. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en quiebre vs roca para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 20m, espesor de 15m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....23

Fig. 16. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en quiebre vs roca para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 20m, espesor de 5m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....24

Fig. 17. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en quiebre vs presión de poros para el perfil original de Treasure Island, H=100m. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....26

Fig. 18. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma vs la presión de poros para el perfil original de Treasure Island, H=20m. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....26

Fig. 19. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma vs la presión de poros para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 20m, espesor de 15m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....27

Fig. 20. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma vs la presión de poros para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 20m, espesor de 5m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....28

Fig. 21. Intensidad de Arias en quiebre vs la presión de poros para todas las corridas estudiadas. Con los distintas magnitudes y tipos de espectros.....29

Fig. 22. Intensidad de Arias en quiebre vs Intensidad del Sector Fuerte para el perfil original de Treasure Island, H=100m. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....30

Fig. 23. Intensidad de Arias en roca vs Intensidad del Sector Fuerte en roca para el perfil original de Treasure Island, H=100m. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....31

Fig. 24. Intensidades en el quiebre vs Presión de poros para el perfil original de Treasure Island, H=100m. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....	32
Fig. 25. Presión de poros vs quiebre vs desplazamiento para el perfil original de Treasure Island, H=100m. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....	33
Fig. 26. Presión de poros vs quiebre vs desplazamiento para el perfil original de Treasure Island, H=20m. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....	33
Fig. 27. Intensidad de Arias en quiebre vs la presión de poros para todas las corridas estudiadas. Con los distintas magnitudes y tipos de espectros.....	34
Fig.28. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Manjil, Iran-M7,37.Espectro Tipo I...	35
Apéndice 1	41
Fig. A1-1. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en quiebre vs roca para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 60m, espesor de 15m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....	41
Fig. A1-2. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en quiebre vs roca para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 60m, espesor de 5m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....	41
Fig. A1-3. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en quiebre vs roca para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 85m, espesor de 15m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....	42
Fig. A1-4. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en quiebre vs roca para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 85m, espesor de 5m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....	42
Fig. A1-5. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en quiebre vs roca para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 20m, espesor de 15m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....	43
Fig. A1-6. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en quiebre vs roca para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 20m, espesor de 5m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....	43

Fig. A1-7. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en quiebre vs roca para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 60m, espesor de 15m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....	44
Fig. A1-8. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en quiebre vs roca para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 60m, espesor de 5m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....	44
Fig. A1-9. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en quiebre vs roca para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 85m, espesor de 15m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....	45
Fig. A1-10. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en quiebre vs roca para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 85m, espesor de 5m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....	45
Fig. A1-11. Degradación de los módulos de corte y cambios en el amortiguamiento para distintos suelos. Modificado de Vucetic y Dobry (1991).....	46
Apéndice 2:	47
Fig. A2-1. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma vs presión de poros para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 20m, espesor de 15m, arcilla. Con los distintas magnitudes y tipos de espectros.....	47
Fig. A2-2. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma vs la presión de poros para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 20m, espesor de 5m, arcilla. Con los distintas magnitudes y tipos de espectros.....	47
Fig. A2-3. Intensidad del Sector Fuerte vs la presión de poros para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 90m, espesor de 15m, arcilla. Con los distintas magnitudes y tipos de espectros.....	48
Fig. A2-4. Intensidad del Sector Fuerte vs la presión de poros para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 90m, espesor de 5m, arcilla. Con los distintas magnitudes y tipos de espectros.....	48
Fig. A2-5. Intensidad del Sector Fuerte vs la presión de poros para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 20m, espesor de 15m, arena. Con los distintas magnitudes y tipos de espectros.....	49

Fig. A2-6. Intensidad del Sector Fuerte vs la presión de poros para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 20m, espesor de 5m, arena. Con los distintas magnitudes y tipos de espectros.....49

Fig. A2-7. Intensidad del Sector Fuerte vs la presión de poros para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 60m, espesor de 15m, arena. Con los distintas magnitudes y tipos de espectros.....50

Fig. A2-8. Intensidad del Sector Fuerte vs la presión de poros para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 60m, espesor de 5m, arena. Con los distintas magnitudes y tipos de espectros.....50

Fig. A2-9. Intensidad del Sector Fuerte vs la presión de poros para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 85m, espesor de 15m, arena. Con los distintas magnitudes y tipos de espectros.....51

Fig. A2-10. Intensidad del Sector Fuerte vs la presión de poros para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 85m, espesor de 5m, arena. Con los distintas magnitudes y tipos de espectros.....51

Apéndice 3:.....52

Fig. A3-1. Intensidad de Arias en quiebre vs Intensidad del Sector Fuerte en quiebre para el perfil original de Treasure Island, H=20m. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....52

Fig. A3-2. Intensidades de Arias en quiebre vs Intensidad del Sector Fuerte en quiebre para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 20m, espesor de 15m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....52

Fig. A3-3. Intensidad de Arias en quiebre vs Intensidad del Sector Fuerte en quiebre para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 20m, espesor de 5m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....53

Fig. A3-4. Intensidad de Arias en quiebre vs Intensidad del Sector Fuerte en quiebre para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 60m, espesor de 15m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....53

Fig. A3-5. Intensidad de Arias en quiebre vs Intensidad del Sector Fuerte en quiebre para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 60m, espesor de 5m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....54

Fig. A3-6. Intensidad de Arias en quiebre vs Intensidad del Sector Fuerte en quiebre para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 85m, espesor de 15m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....54

Fig. A3-7. Intensidad de Arias en quiebre vs Intensidad del Sector Fuerte en quiebre para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 85m, espesor de 5m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....55

Fig. A3-8. Intensidad de Arias en quiebre vs Intensidad del Sector Fuerte en quiebre para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 20m, espesor de 15m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....55

Fig. A3-9. Intensidad de Arias en quiebre vs Intensidad del Sector Fuerte en quiebre para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 20m, espesor de 5m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....56

Fig. A3-10. Intensidad de Arias en quiebre vs Intensidad del Sector Fuerte en quiebre para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 60m, espesor de 15m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....56

Fig. A3-11. Intensidad de Arias en quiebre vs Intensidad del Sector Fuerte en quiebre para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 60m, espesor de 5m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....57

Fig. A3-12. Intensidad de Arias en quiebre vs Intensidad del Sector Fuerte en quiebre para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 85m, espesor de 15m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....57

Fig. A3-13. Intensidad de Arias en quiebre vs Intensidad del Sector Fuerte en quiebre para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 85m, espesor de 5m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....58

Apéndice 4:.....59

Fig. A4-1. Intensidades (Arias y Sector fuerte en quiebre) vs Presión de poros para el perfil original de Treasure Island, H=20m. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros....59

Fig. A4-2. Intensidades (Arias y Sector fuerte en quiebre) vs Presión de Poros para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 20m, espesor de 15m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....59

Fig. A4-3. Intensidades (Arias y Sector fuerte en quiebre) vs Presión de Poros para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 20m, espesor de 5m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....60

Fig. A4-4. Intensidades (Arias y Sector fuerte en quiebre) vs Presión de Poros para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 60m, espesor de 15m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....60

Fig. A4-5. Intensidades (Arias y Sector fuerte en quiebre) vs Presión de Poros para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 60m, espesor de 5m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....61

Fig. A4-6. Intensidades (Arias y Sector fuerte en quiebre) vs Presión de Poros para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 85m, espesor de 15m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....61

Fig. A4-7. Intensidades (Arias y Sector fuerte en quiebre) vs Presión de Poros para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 85m, espesor de 5m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....62

Fig. A4-8. Intensidades (Arias y Sector fuerte en quiebre) vs Presión de Poros para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 20m, espesor de 15m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....62

Fig. A4-9. Intensidades (Arias y Sector fuerte en quiebre) vs Presión de Poros para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 20m, espesor de 5m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....63

Fig. A4-10. Intensidades (Arias y Sector fuerte en quiebre) vs Presión de Poros para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 60m, espesor de 15m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....63

Fig. A4-11. Intensidades (Arias y Sector fuerte en quiebre) vs Presión de Poros para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 60m, espesor de 5m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....64

Fig. A4-12. Intensidades (Arias y Sector fuerte en quiebre) vs Presión de Poros para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 85m, espesor de 15m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....64

Fig. A4-13. Intensidades (Arias y Sector fuerte en quiebre) vs Presión de Poros para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 85m, espesor de 5m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....65

Apéndice 5:.....66

Fig. A5-1. Presión de poros vs desplazamiento para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 20m, espesor de 15m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....66

Fig. A5-2. Presión de poros vs desplazamiento para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 20m, espesor de 5m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....66

Fig. A5-3. Presión de poros vs desplazamiento para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 60m, espesor de 15m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....67

Fig. A5-4. Presión de poros vs desplazamiento para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 60m, espesor de 5m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....67

Fig. A5-5. Presión de poros vs desplazamiento para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 85m, espesor de 15m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....68

Fig. A5-6. Presión de poros vs desplazamiento para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 85m, espesor de 5m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....68

Fig. A5-7. Presión de poros vs desplazamiento para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 20m, espesor de 15m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....69

Fig. A5-8. Presión de poros vs desplazamiento para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 20m, espesor de 5m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....69

Fig. A5-9. Presión de poros vs desplazamiento para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 60m, espesor de 15m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....70

Fig. A5-10 Presión de poros vs desplazamiento para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 60m, espesor de 5m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....70

Fig. A5-11 Presión de poros vs desplazamiento para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 85m, espesor de 15m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....71

Fig. A5-12 Presión de poros vs desplazamiento para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 85m, espesor de 5m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.....71

Apéndice 6:.....72

Fig. A6-1. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Coalinga-M5,09. Espectro Tipo1.....72

Fig. A6-2. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de San Salvador-M5,80. Espectro Tipo1.....72

Fig. A6-3. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Katamata Greece-M6,20. Espectro Tipo1.....73

Fig. A6-4. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de N Palm Spring-M6,06. Espectro Tipo1.....73

Fig. A6-5. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Coyote-M5,74. Espectro Tipo2.....74

Fig. A6-6. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Baja California-M5.50. Espectro Tipo2.....74

Fig. A6-7. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Georgia-M6,20. Espectro Tipo2.....75

Fig. A6-8. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Chalfant, Valley-M6,19. Espectro Tipo2.....75

Fig. A6-9. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Tabas, Iran-M7,35- Espectro Tipo2.....76

Fig. A6-10. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Managua-Nicaragua-M5.20- Espectro Tipo3.....76

Fig. A6-11. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Dursunbey-Turkey-M5.34- Espectro Tipo3.....77

Fig. A6-12. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Coalinga-M6.36. Espectro Tipo3.....77

Fig. A6-13. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Mammoth Lakes-M6.06. Espectro Tipo3.....78

Fig. A6-14. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Cape Mendocino-M7,01. Espectro Tipo3.....78

Fig. A6-15. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Kocaeli Turkey-M7,51. Espectro Tipo3.....79

Fig. A6-16. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Central Calif-M5,00. Espectro Tipo4.....	79
Fig. A6-17. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Guld of California-M5,70. Espectro Tipo4.....	80
Fig. A6-18. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de New Zealand-M5,50. Espectro Tipo4.....	80
Fig. A6-19. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Chi-Chi Taiwan-M6,20. Espectro Tipo4.....	81
Fig. A6-20. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de San Simeon-M6,52. Espectro Tipo4.....	81
Fig. A6-21. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Hector Mine-M7,13. Espectro Tipo4.....	82
Fig. A6-22. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Landers-M7,28. Espectro Tipo4.....	82
Fig. A6-23. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Durce, Turkey-M7,14. Espectro Tipo4.....	83
Fig. A6-24. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas Tabas Iran-M7,35 Tipo4.....	83

INDICE DE TABLAS

Tabla.1. Variaciones del perfil Geotécnico.....	20
Apéndice 7	84
Tabla 7- 1: Sismos seleccionados para el análisis de los perfiles del estudio.....	84
Tabla A7- 2: Valores de la respuesta de los sismos en el Perfil Treasure Island con $V_s=240$ m/s, $T_o=1.55s$, $H=100m$	85
Tabla A7- 3: Valores de la respuesta de los sismos en el Perfil Treasure Island con $V_s=240$ m/s, $H=20m$	86
Tabla A7- 4: Valores de la respuesta de los sismos en el perfil original de Treasure Island, $H=100m$, Estrato débil a 20m, espesor de 15m, Arcilla.....	87
Tabla A7- 5: Valores de la respuesta de los sismos en el perfil original de Treasure Island, $H=100m$, Estrato débil a 20m, espesor de 5m, Arcilla.....	88
Tabla A7- 6: Valores de la respuesta de los sismos en el perfil original de Treasure Island, $H=100m$, Estrato débil a 60m, espesor de 15m, Arcilla.....	89
Tabla A7- 7: Valores de la respuesta de los sismos en el perfil original de Treasure Island, $H=100m$, Estrato débil a 60m, espesor de 5m, Arcilla.....	90
Tabla A7- 8: Valores de la respuesta de los sismos en el perfil original de Treasure Island, $H=100m$, Estrato débil a 85m, espesor de 15m, Arcilla.....	91
Tabla A7- 9: Valores de la respuesta de los sismos en el perfil original de Treasure Island, $H=100m$, Estrato débil a 85m, espesor de 5m, Arcilla.....	92
Tabla A7- 10: Valores de la respuesta de los sismos en el perfil original de Treasure Island, $H=100m$, Estrato débil a 20m, espesor de 15m, Arena.....	93
Tabla A7- 11: Valores de la respuesta de los sismos en el perfil original de Treasure Island, $H=100m$, Estrato débil a 20m, espesor de 5m, Arena.....	94
Tabla A7- 12: Valores de la respuesta de los sismos en el perfil original de Treasure Island, $H=100m$, Estrato débil a 60m, espesor de 15m, Arena.....	95
Tabla A7- 13: Valores de la respuesta de los sismos en el perfil original de Treasure Island, $H=100m$, Estrato débil a 60m, espesor de 5m, Arena.....	96

Tabla A7- 14: Valores de la respuesta de los sismos en el perfil original de Treasure Island, H=100m, Estrato débil a 85m, espesor de 15m, Arena.....97

Tabla A7- 15: Valores de la respuesta de los sismos en el perfil original de Treasure Island, H=100m, Estrato débil a 85m, espesor de 5m, Arena.....98

CAPÍTULO I

1.1.Planteamiento del Problema

A la hora de ejecutar un proyecto de ingeniería es fundamental que el mismo brinde seguridad, en especial a las personas que de alguna manera se relacionen con el mismo. Debido a esto es sumamente importante garantizar la estabilidad de la estructura para proteger la vida de las personas y así evitar pérdidas materiales y humanas.

En este TEG es primordial conocer las características del perfil geotécnico donde dichas estructuras estarán cimentadas y así poder identificar si es posible la ocurrencia de licuación. Este fenómeno se caracteriza por un cambio brusco en las condiciones del suelo, que generan pérdida de la capacidad portante o desplazamientos excesivos para las estructuras. Esto se debe a que el perfil geotécnico modifica las ondas sísmicas que vienen desplazándose por la roca hasta los estratos superiores y puede causar amplificación y, con ello, su capacidad de causar daños. Es por esto que resulta conveniente establecer la forma en que son afectadas las ondas debido a la presencia de estratos débiles dentro de un perfil geotécnico.

En este TEG se evaluaron varias condiciones que permitieron constatar que el amortiguamiento del suelo junto con la ubicación, el espesor y la velocidad de las ondas de corte del estrato débil varían la respuesta del sitio. Adicionalmente, se demostró que la respuesta del mismo sismo cambia significativamente dependiendo de la localización del estrato débil por debajo de los 30 m superiores del perfil. Esto confirma que no es necesariamente la V_{s30} la que controla las respuestas en la superficie del terreno.

1.2.Antecedentes

Ruiz, G. (2018). Trabajo de grado para Ing. Civil. “*Análisis de la intensidad del sector fuerte del acelerograma considerando el desarrollo de la presión de poros en un perfil geotécnico*” Universidad Católica Andrés Bello, Caracas-Venezuela. Se determinó el

desarrollo de la presión de poros bajo la respuesta dinámica de un perfil geotécnico pudiendo así evaluar la variación del cambio de la intensidad del sector fuerte del acelerograma, por lo tanto, se pudo evidenciar que manteniendo los estratos licuables a una cierta profundidad el periodo fundamental del perfil geotécnico cambia y por consiguiente la ocurrencia de licuación también.

Herrera, D.; Muñoz, H. (2018). Trabajo de grado para Ing. Civil “*Análisis de la intensidad del sector fuerte del acelerograma para establecer el potencial de licuación*” Universidad Católica Andrés Bello, Caracas- Venezuela. Se analizaron las intensidades del sector fuerte del acelerograma con distintos perfiles geotécnicos con diferentes métodos para poder comparar los resultados y conocer las discrepancias entre los distintos métodos empleados para así poder establecer el potencial de licuación.

Echezuria, H. (2017). Centro de Investigación y Desarrollo de Ingeniería (CIDI). “*Duración del Sector Fuerte del terremoto: Unificación de criterios para definirla y nuevo método para calcularla*” Universidad Católica Andrés Bello. Caracas-Venezuela. Se compararon los valores de la duración, T_{sm} y la intensidad I_{sm} del sector fuerte del acelerograma utilizando las definiciones de Vanmarcke-Lai, Bolt, Trifunac-Brady y McCaan-Shah, en donde se mostraron variaciones significativas dependiendo de la definición de duración empleada y se comprobó que a pesar de que la duración y el error medio cuadrático resultan muy distintos entre sí con las cuatro definiciones, las intensidades del sector fuerte resultan bastantes similares.

Echezuria, H. (2018). Memorias del IV Seminario Internacional de Ingeniería Sismo-Geotécnica “*Potencial de licuación utilizando la intensidad del sector fuerte del sismo*” Paipa-Colombia. Se empleó el método CSR- CSS para analizar el potencial de licuación considerando la energía del sismo, para así poder evaluar las diferencias entre los distintos métodos existentes y poder estimar que tan consistente y conservador es el método empleado.

Echezuria, H. (2019). Primer congreso internacional de ciencia y tecnología de la universidad Arturo Michelena. “*El periodo fundamental y la respuesta espectral del depósito en la licuación*”, Valencia-Venezuela. Evaluó la relación del efecto de un modelo no lineal acoplado con generación de poros y la disminución del módulo cortante, para analizar la respuesta espectral del perfil geológico en donde se evidencio que las ordenadas espectrales varían en rangos menores que el método equivalente lineal para lograr la licuación

Hashash, A.; Youssef, M. (2016). Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental. “*Respuesta de sitio sísmico lineal no lineal y equivalente de columnas de suelo unidimensionales*”, Universidad de Illinois, Illinois- Estados Unidos. Se empleo una metodología para el estudio de perfiles geotécnicos de manera lineal y no lineal considerando las variables que contribuyen al tránsito de ondas sísmicas acoplando y desacoplando las presiones de poros, donde dicha metodología adquirió el nombre del software DeepSoil.

García, J. (2007). Departamento de Ingeniería del Terreno, Cartografía y Geofísica, “*Análisis comparativo del fenómeno de licuación en arenas. Aplicación a Tumaco (Colombia)*”, Barcelona- España. Se evaluó por métodos semi-empíricos el desarrollo de la presión de poros en arenas como los propuestos por Seed e Idriss (1971), Varela y Donovan (1977) y Youd (1997), empleando Softwares como PRO-SHAKE, EERA, QUAD4M, FLAC3D y SOLDYNA.

Gonzales, L.; Cencia, J.; Chuquin, R.; Barreto, A. (2020). Trabajo de Grado para Ing, Civil. “*Evaluación de Análisis de Respuesta de Sitio Unidimensional aplicado en un Centro Educativo en el Distrito de Puente Piedra*” Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima- Perú. Se estimaron los Espectros de Respuesta de aceleraciones mediante el análisis de Respuesta de Sitio Unidimensional para un perfil geotécnico de un proyecto en Puente Piedra, en donde se compraron con la Norma E030 obteniendo resultados más conservadores con el Análisis de Respuesta de Sitio Unidimensional.

Anato, J. (2020). Trabajo de Grado para Ing. Civil. *“Influencia de las Amplitudes, las Amplificaciones Espectrales de Fourier y el Periodo Fundamental del perfil geotécnico en el potencial de licuación”* Universidad Católica Andrés Bello, Caracas- Venezuela. Se estudio la respuesta dinámica de un perfil geotécnico en el cual se evaluó la influencia del desarrollo de la presión de poros, cambio de la intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en el estrato de quiebre, como también se estimó la influencia del número de golpes del ensayo SPT en el estrato licuable y la velocidad de onda promedio en el estrato no licuable. En donde se demostró la influencia de la profundidad del depósito en el periodo fundamenta y la velocidad de onda promedio, como también se hizo la propuesta de un nuevo método de análisis en la respuesta del perfil geotécnico.

1.3. Alcance y limitaciones

En este Trabajo de Grado se llevó a cabo un estudio de las variaciones que se pueden presentar en la respuesta dinámica de un perfil geotécnico, mediante simulaciones con el Software Deepsoil (Hashash, 2017). Para dichas simulaciones, se utilizaron acelerogramas (registros) obtenidos de bases de datos de terremotos grabados en roca ocurridos en distintas partes del mundo, por lo que el trabajo se limita a trabajar con los datos disponibles digitalmente, así como con la información extraíble de dicho programa. Para el estudio realizado en este TEG se escogieron 25 registros de la base de datos del profesor Echezuría, los cuales fueron seleccionados según el tipo de espectro. La base de datos del profesor Echezuría comprende 206 acelerogramas con distintas distancias y magnitudes, por lo cual resulta muy robusta. Las simulaciones se realizaron en modo no lineal acopladas con generación de presión de poros con roca elástica en el fondo del perfil.

Se consideraron para este estudio sismos con magnitudes entre 5,00 y 7,99 en la escala de magnitud de momento M_w . Se empleó un perfil geotécnico similar al de “Treasure Island” (USA) con 100 metros de profundidad. A dicho perfil se le aplicaron los eventos sísmicos seleccionados en la base de datos, con lo cual se obtuvo la variabilidad de la respuesta del perfil ante distintos terremotos. Es importante resaltar que a dicho perfil

también se le modificó la profundidad al colocar la roca a 20m sin hacer ninguna modificación en las características de los estratos licuables en los primeros 20m del mismo, para así poder tener más información a la hora de comparar los resultados.

De la misma manera, se evaluó la influencia de las variaciones en la localización del estrato débil dentro del perfil geotécnico, de nuevo sin alterar las condiciones de la arena en los estratos superficiales, para lo cual se utilizaron tres ubicaciones a saber: a 20m, 60m, 85m de profundidad en el perfil geotécnico de 100m de profundidad. Se utilizaron espesores de 5 y 15 metros, respectivamente, para variar el estrato débil. Adicionalmente, se varió el tipo de material en estos estratos débiles para lo cual se utilizó arena y arcilla. La velocidad de onda para todos los casos de estratos débiles se tomó como 120m/s, mientras que la velocidad de las ondas de corte en roca equivalente se fijó en 1400m/s (límite de la roca).

Finalmente, se compararon los desplazamientos obtenidos en las respuestas no lineales acopladas con la presión de poros para los distintos perfiles estudiados.

1.4. Objetivo General

Determinar los efectos del espesor, ubicación y velocidad de onda de corte de un estrato débil en la respuesta dinámica de un perfil geotécnico.

1.5. Objetivos Específicos

- Analizar la influencia de la ubicación del estrato débil en la respuesta dinámica de un perfil geotécnico.
- Analizar la variación del espesor del estrato débil en la respuesta dinámica de un perfil geotécnico.
- Evaluar la influencia de la velocidad de onda de corte del estrato débil en la respuesta dinámica de un perfil geotécnico.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Mediciones Sísmicas

Para realizar las mediciones de los sismos se definen ciertas variables como el foco o hipocentro (focus or hypocenter) el cual representa el origen de la falla o de fractura de la corteza o estrato que da origen al movimiento sísmico, es en este punto donde la energía acumulada es liberada dando origen a todo el desplazamiento. El epicentro (epicenter) corresponde a la localización de dicho foco en la superficie del terreno medido de manera perpendicular desde la superficie hacia el hipocentro. Por consiguiente, tiene la menor distancia de viaje de las ondas generadas en el foco hasta la superficie. La distancia epicentral (epicentral distance), la cual representa la distancia a la cual se ubica un punto desde el epicentro sobre un plano horizontal.

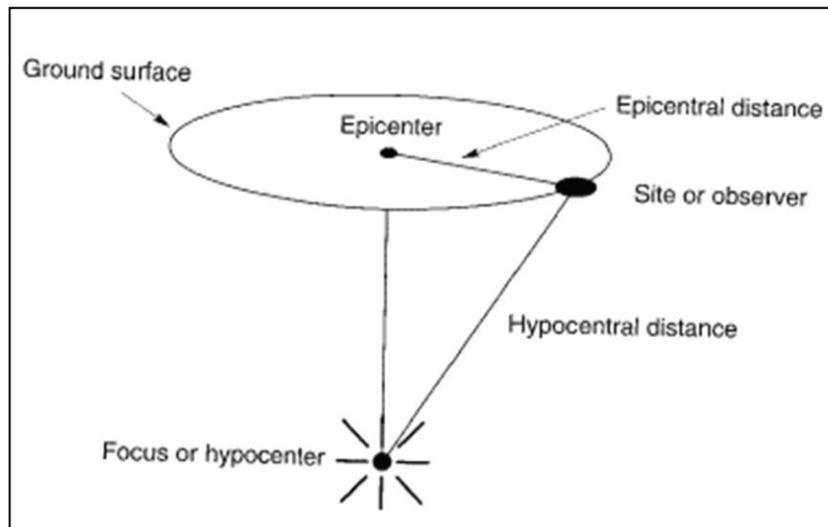


Fig.1. Parametros caracteristicos de una falla (Shakal.; Benreuter, 1981)

2.1.1. Magnitud de Momento

La magnitud de momento (M_w) está definida por un par de vectores de fuerzas separados a cierta distancia que corresponden a la energía necesaria para romper la zona de

la falla que genera el movimiento sísmico. Al ser este un método que se basa implícitamente en la energía liberada en la falla cuenta con resultados en la medida más realista de la energía asociada al sismo.

2. 2. Ley de Atenuación

La ley de atenuación hace referencia a cómo varía la amplitud de las variables de intensidad sísmica con la distancia. Herrera y Muñoz (2018) prepararon una ley de atenuación para la intensidad del sector fuerte del acelerograma con la distancia epicentral, cuyas gráficas para magnitudes de momento $M=5,5$; $M=6,5$ y $M=7,5$ se muestra en la figura 2. La expresión de dicha ley de atenuación es la indicada en la ecuación (2.4.1)

$$10^{(A+Bx5,5+(C+Dx5,5)x\text{Log}(Re(i))+(E+Fx5,5)x(Re(i)))} \quad (2.4.1)$$

Donde: $Re(i)$; la distancia epicentral y los parámetros $A=1.6581$, $B=0.4563$, $C=-0.5011$, $D=0.0614$, $E=-0.0519$ y $F=0.0052$:

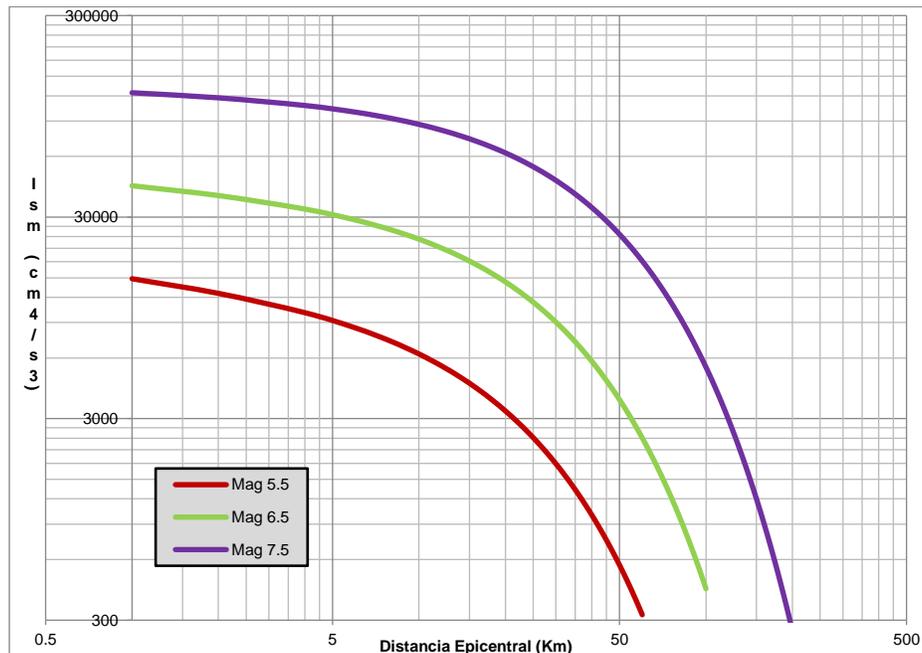


Fig. 2. Ley de Atenuación - (Herrera; Muñoz, 2018)

2.3. Amortiguación del material

En materiales reales, parte de la energía de una onda viajera siempre se convierte en calor debido al amortiguamiento viscoso. La conversión va acompañada de una disminución en la amplitud de la onda. A los efectos de la propagación de ondas viscoelásticas, los suelos suelen modelarse como sólidos Kelvin-Voigt, es decir, materiales cuya resistencia a la deformación por corte es la suma de una parte viscosa, η , y una elástica, G , tal como se ilustra en la figura 3.

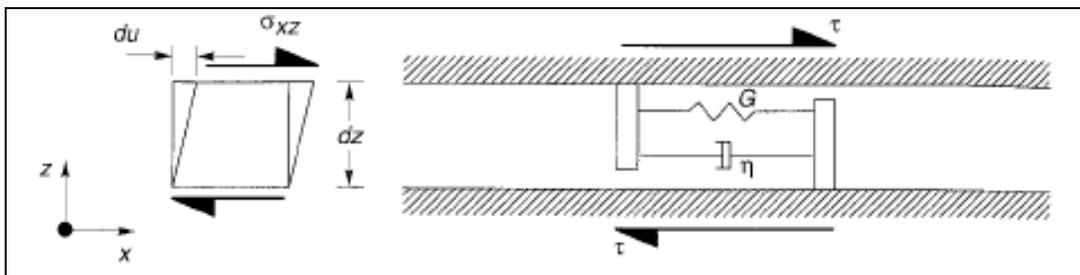


Fig.3. Elemento delgado de un sólido de Kelvin-Voigt sometido a corte (Kramer,1996).

2.3.1 Amortiguación por radiación

Dado que el amortiguamiento del material absorbe parte de la energía de una onda, la energía específica (energía elástica por unidad de volumen) disminuye a medida que la onda viaja a través de un material. La reducción de la energía específica hace que la amplitud de la onda disminuya con la distancia. La energía específica también puede disminuir mediante otro mecanismo común, que puede ilustrarse mediante la propagación de ondas de tensión a lo largo de una varilla cónica no amortiguada. Este es el principio conceptual de la ley de atenuación, antes descrita.

2.4. Amplificación o Función de transferencia

La función de transferencia o factor de amplificación se puede definir como la relación entre la amplitud de una onda en la superficie del terreno y la amplitud de dicha onda en la roca. La expresión del factor de amplificación o función de transferencia para un perfil con

roca elástica en el fondo, la cual corresponde al caso de los análisis conducidos en este TEG es la mostrada en la ecuación (2.4.2) abajo, (Kramer, 1996):

$$F_3(\omega) = \frac{1}{\cos k_s^* H + i \alpha_2^* \sin k_s^* H} = \frac{1}{\cos(\omega H / v_{ss}^*) + i \alpha_2^* \sin(\omega H / v_{ss}^*)} \quad (2.4.2)$$

Es oportuno destacar que este factor de amplificación depende de la profundidad, H, del depósito, y las expresiones dinámicas de velocidad promedio de las ondas de corte, v_{ss}^* , en los suelos del perfil, la impedancia, α_2^* , entre el suelo del perfil y el lecho rocoso y el amortiguamiento, ε , de los suelos en el perfil. El amortiguamiento no está visible en la ecuación (2.4.2) debido a que está contenido en la impedancia y en el módulo cortante los cuales al ser parámetros dinámicos y tienen una componente imaginaria que al ser descompuesta hace que aparezca esa variable. El pico de la amplificación de la expresión (2.4.2) está controlado en gran medida por el amortiguamiento del suelo, ε y la impedancia dinámica α_2^* , (Kramer 1996).

2.5. Acelerogramas

Los Acelerogramas son registros, como lo indica su nombre, de aceleraciones correspondientes al movimiento del suelo, causadas por una alteración en la corteza terrestre. Estos acelerogramas se obtienen mediante un aparato denominado acelerómetro, el cual va grabando digitalmente un valor de aceleración en un intervalo de tiempo establecido. En general, dichas aceleraciones quedan grabadas cada 0.1 segundos a lo largo de la duración final del sismo. Los datos obtenidos de los acelerogramas son muy importantes, ya que con las amplitudes de las aceleraciones se puede obtener la Intensidad del sismo, lo cual será descrito más adelante.

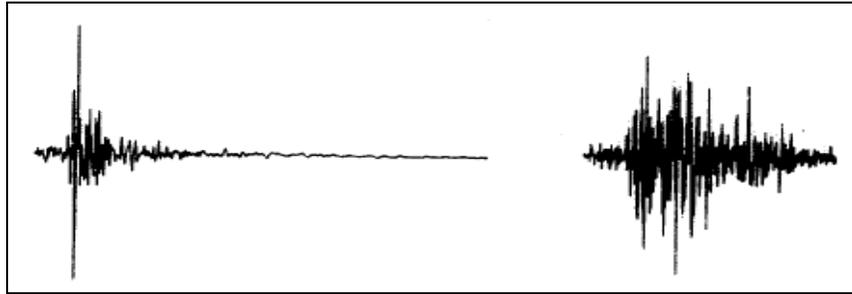


Fig.4. Acelerogramas (Kramer, 1996)

2.5.1. Sector Fuerte del Acelerograma

Del registro del acelerograma mostrados en la Fig.5. se puede evidenciar que hay una zona en la cual se tiene una porción del acelerograma con las mayores aceleraciones. Esa zona es conocida como el sector fuerte del acelerograma y denotado por las siglas (Tsm) por la abreviatura de *strong motion* en inglés. El sector fuerte del acelerograma tiene mucha relevancia a la hora de hacer los análisis ya que es el que puede generar mayor daño.

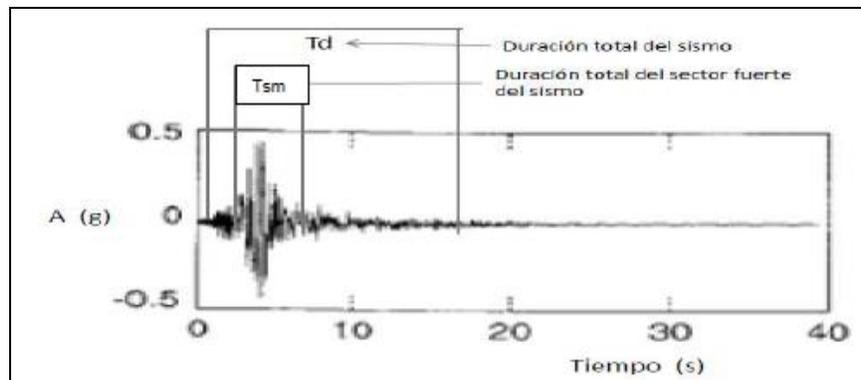


Fig. 5. Sector fuerte del Acelerograma (Kramer, 1996)

2.6. Potencia e Intensidad de Arias

Arias desarrollo una metodología que permite obtener la energía disipada por un oscilador en un grado de libertad, donde I_0 , es la intensidad de Arias, E , es la energía disipada y w , es la frecuencia del oscilador tal como se muestra en la ecuación (2.6.1).

$$Ia = \int_0^{\infty} E(\omega) d\omega \quad (2.6.1)$$

Es posible transformar esa fórmula para un acelerograma donde el equivalente a la energía está dado por el producto de una constante ($C = \pi/2g$) por la media del cuadrado de las aceleraciones, denominada la potencia total del sismo, A_d^2 , y por la duración de todo el registro sísmico (Td). La ecuación (2.6.2) representa la intensidad considerando, C , como las constantes.

$$Ia = C (A_d)^2 \times Td \quad (2.6.2)$$

Esto indica que la intensidad de Arias podría interpretarse como una potencia promedio constante que actúa en un tiempo igual a la duración del registro, multiplicado por unas constantes de movimiento armónico. Las unidades de la intensidad de Arias son m/s , sin embargo, si no se consideran las constantes m^2/s^3 . En este trabajo se utilizan ambas unidades dependiendo de cuál fórmula se utilizó, ya que los primeros trabajos de Herrera y Muñoz (2018), Ruiz, (2019) y Anato (2020) no utilizaban las constantes en sus cálculos pues no trabajaban con la intensidad de Arias. No obstante, debido que en este trabajo sí se utiliza esa intensidad se ajustaron las unidades dependiendo de la comparación de las variables.

2.6.1. Potencia e intensidad del Sector Fuerte del Acelerograma con la definición de duración de Echeruria.

Echezuria (2017, 2020), desarrollo una metodología, basada en la ecuación (2.6.2), para definir la duración del sector fuerte del acelerograma considerando la energía alrededor de la aceleración máxima del sismo. La metodología se basa en la forma que varían tanto el promedio del cuadrado de las aceleraciones, A_{sm}^2 , (potencia del sector fuerte) y la intensidad, I_{sm} , definida como producto de la potencia del sector fuerte por la duración del sector fuerte del acelerograma, T_{sm} , tal como se ilustra en la ecuación (2.6.3) donde C es la misma constante del movimiento armónico antes definida. La clave es que, para

sismos, la potencia aumenta hasta un punto a partir del cual disminuye en forma sostenida. La duración del sector fuerte está definida desde el primer impulso que aumenta bruscamente la potencia hasta aquel donde la misma disminuye en forma sostenida, tal como se ilustra en la Figura 6.

$$I_{sm} = A_{sm}^2 T_{sm} \quad (2.6.3)$$

Es importante destacar que la intensidad, I_{sm} , es un submúltiplo de la intensidad de Arias. Eso se debe a que la duración del sector fuerte es una fracción bastante pequeña de la duración total del evento sísmico y, aunque la potencia de las aceleraciones de dicho sector es mayor que para todo el acelerograma, la duración total aumenta mucho la intensidad en comparación con la fracción correspondiente al sector fuerte (Echezuría, 2017).

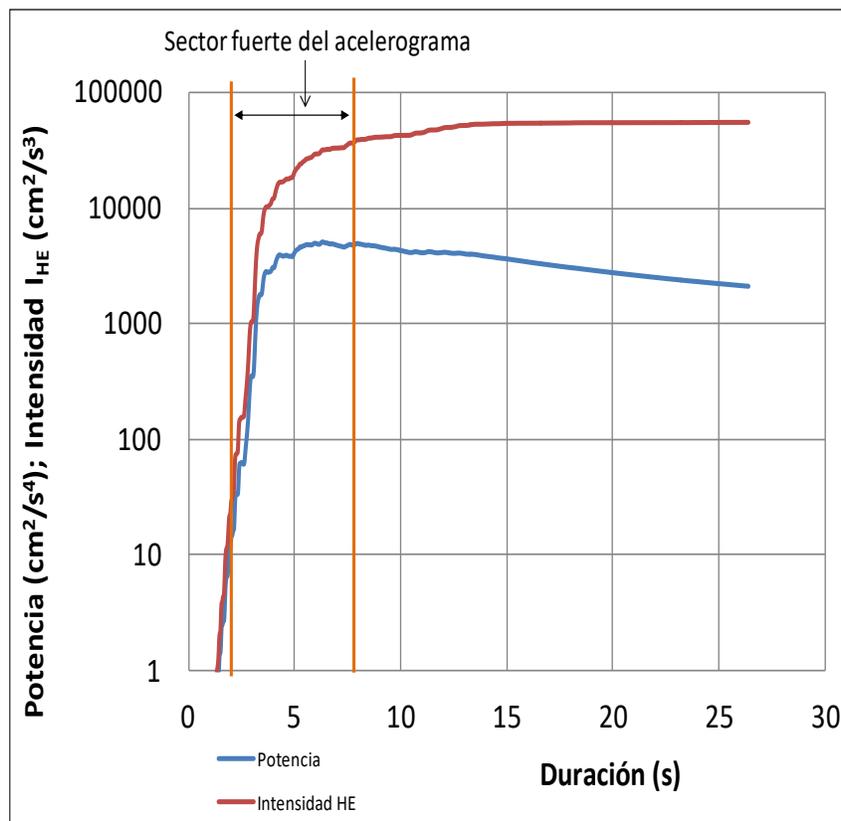


Fig.6. Variación con el tiempo de la potencia y la intensidad de un sismo y definición del sector fuerte del acelerograma. (Echezuría, 2.020)

2.7. Licuación

Al someter el suelo a condiciones dinámicas (como fuerzas sísmicas) se pueden generar cambios en la resistencia al corte del mismo, debido al aumento de la presión de poros, por lo cual puede perder su capacidad de transmitir esfuerzos al disminuir la fricción entre los granos y por consiguiente, la anulación de la resistencia al corte. El programa DEEPSOIL considera varios modelos de presión de poros tanto para arenas como para arcillas y permite su incorporación en los cálculos a medida que progresa el acelerograma con el método no lineal utilizado en este trabajo.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

El presente estudio está enmarcado dentro de un proyecto de investigación de tipo experimental, el cual consiste en descubrir las causas de un fenómeno, en donde se manipulan un conjunto de variables en condiciones controladas con la finalidad de describir de qué modo o por que causa se produce una situación o comportamiento en particular.

Este TEG se centró en calcular la respuesta dinámica de un perfil geotécnico en el cual se determinaron los efectos del espesor y ubicación de un estrato débil. Para esto, se utilizó el programa Deepsoil (Hashash, 2016), el cual incluye un método no lineal para la evaluación de la respuesta del perfil, que permite la generación de la presión de poros durante la ocurrencia del sismo. Para el estrato débil se empleó tanto arenas como arcillas a fin de establecer si la naturaleza del material influye en la respuesta. El programa empleado permite calcular también los desplazamientos a medida que progresa el desarrollo de la presión de poros.

La respuesta dinámica fue evaluada con la ayuda de los espectros de respuesta, la intensidad de Arias (I_a) y la intensidad del sector fuerte del acelerograma (I_{sm}), obtenidos todos en el estrato de quiebre, es decir, aquel justo debajo del estrato licuable en el perfil geotécnico. Las intensidades mencionadas son una medida directa de la energía del sismo. Para calcular la energía del sector fuerte del acelerograma se utilizó la definición de duración de Echezuría (2020).

El análisis se hará con un perfil Geotécnico similar al del sitio Treasure Island, ubicado en el estado de California (USA), mostrado en la figura 7, cuya caracterización ha sido ampliamente estudiada y ha sido utilizado antes para analizar las respuestas de sitio en otras condiciones para el perfil geotécnico por, Herrera y Muñoz (2018), Ruiz (2018) y Anato (2020). A este perfil se le modificaron los parámetros del suelo para determinar los

efectos del espesor y ubicación de un estrato débil y así lograr estudiar las diferencias en el desarrollo de presión de poros a evaluar en este trabajo.

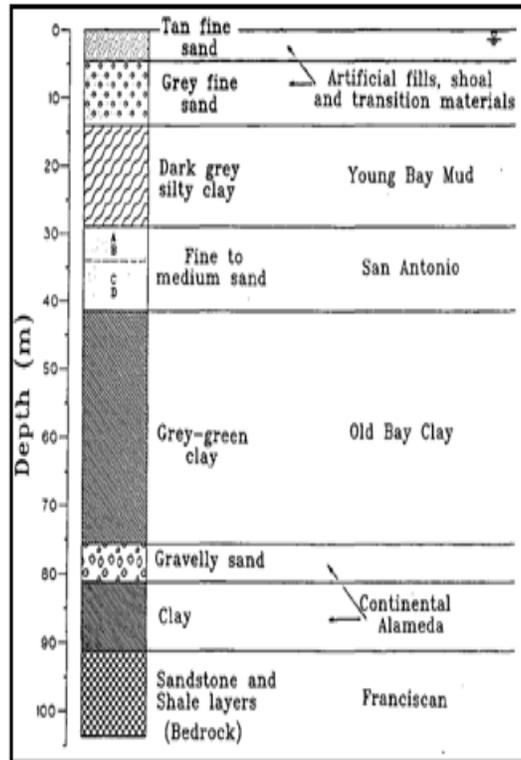


Fig.7. Caracterización del suelo del sitio Treasure Island. Tomado de Pass (1991)

Es bueno resaltar que lo que se desea es estudiar un perfil con características geotécnicas conocidas sometido a diferentes condiciones y distintos sismos para estudiar la influencia de las características del sismo y las variaciones en el perfil. En el estudio se utilizaron sismos con magnitudes entre 5 y 7,99 con distancias epicentrales representativas para cada magnitud.

3.1 Registros de Acelerogramas en Roca

Estos fueron obtenidos de la base de datos del profesor Echezuría la cual fue constituida con acelerogramas PEER Ground Motion Data Base (Pacific Earthquake Engineering Research Center). La base de datos del profesor Echezuría cuenta con 206

registros en afloramientos rocosos, de los cuales se seleccionaron 25 para este TEG clasificados según cuatro formas espectrales para las magnitudes de momento (M_w) entre 5,00 y 7,99 con distancias epicentrales representativas para cada magnitud y tipo de espectros. Las formas espectrales seleccionadas se explican en la Sección Caracterización de sismos, más adelante en este capítulo.

3.2 Programa DEEPSOIL

La respuesta dinámica del perfil Geotécnico se obtuvo mediante el programa Deepsoil, dicho programa cuenta con el perfil original de Treasure Island pre instalado con todas sus características, dicho perfil permite modificaciones de las condiciones geológicas tales como velocidad de onda, periodo fundamental, profundidad del perfil y cantidad de estratos acoplado o no la presión de poros mediante distintos métodos de análisis.

El inicio del estudio consiste en analizar el perfil sin realizar ningún tipo de cambios con la finalidad de comprobar la generación de la presión poros y los parámetros que influyen para la ocurrencia de la misma por acción de los movimientos sísmicos.

Seguidamente, como se ha mencionado con anterioridad la profundidad del depósito, la ubicación del estrato débil, la velocidad de onda y su composición fueron modificadas para realizar el tránsito de los sismos seleccionados para la ejecución de esta investigación. De esta manera se pudo estudiar el cambio en la respuesta dinámica.

3.3. Caracterización de sismos

La base de datos total del profesor Echezuría cuenta con 206 registros acelerográficos, comprendidos entre las magnitudes de momento de 5,00 a 7,99 M_w y diferentes distancias epicentrales. De este total se seleccionaron 25 sismos de acuerdo con las formas espectrales que se describen a continuación, las cuales son representativas de diferentes condiciones en la zona de generación de falla.

Estas formas espectrales seleccionadas corresponden a los mismos sismos que se han observado generar presiones de poros en estudios anteriores con el perfil original de Treasure Island (Ruiz, 2018 y Anato, 2019). La intención es evaluar si al cambiar las condiciones del perfil cambia el patrón de respuesta (espectro de respuesta) y la generación de presión de poros.

Siguiendo el patrón de organización, las formas espectrales se muestran a continuación en las figuras 8 a 11.

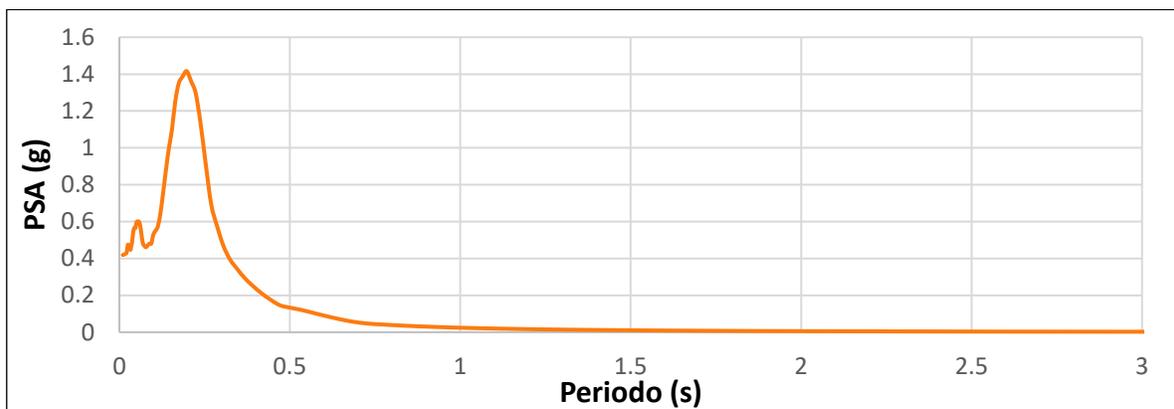


Fig.8. Espectros Tipo 1. Son sismos provenientes de roca bastante dura con altos esfuerzos en ambos lados de la falla que se rompe en forma abrupta y liberan bastante energía con desplazamientos relativamente pequeños.

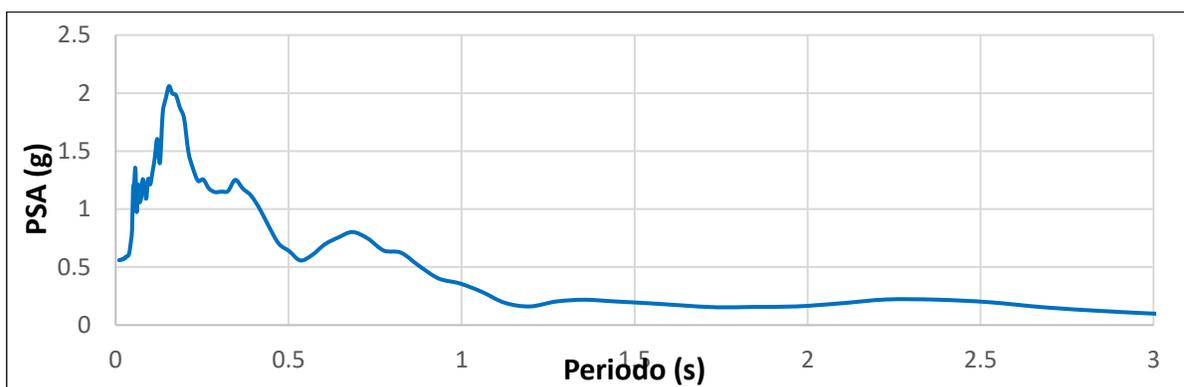


Fig.9. Espectros Tipo 2. Son sismos provenientes de roca muy dura con muy altos esfuerzos en ambos lados de la falla que se rompe en forma abrupta, pero hay suficiente energía para lograr desplazamientos relativamente grandes fracturando más roca en el proceso.

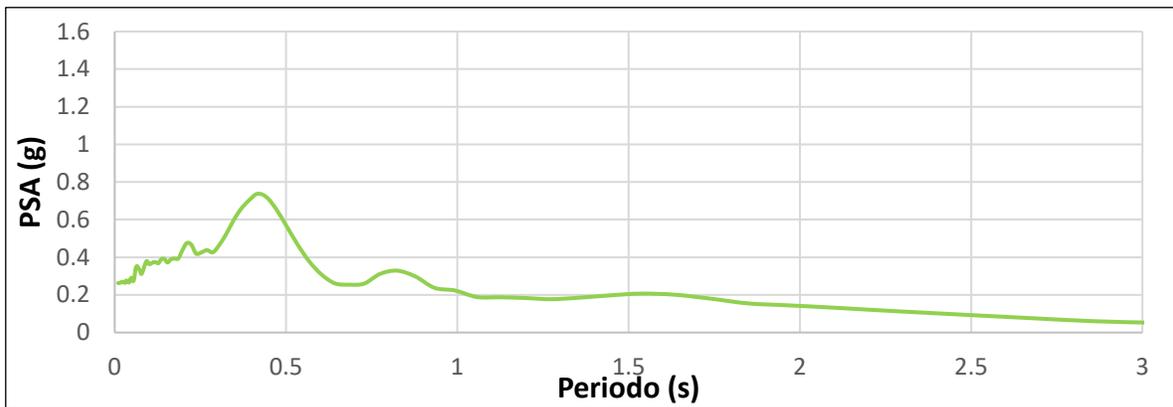


Fig.10. Espectro Tipo 3. Son sismos provenientes de roca dura fracturada con medianos esfuerzos en ambos lados de la falla que se rompe en forma menos abrupta y hay suficiente energía para lograr desplazamientos medianos a grandes fracturando más roca en el proceso.

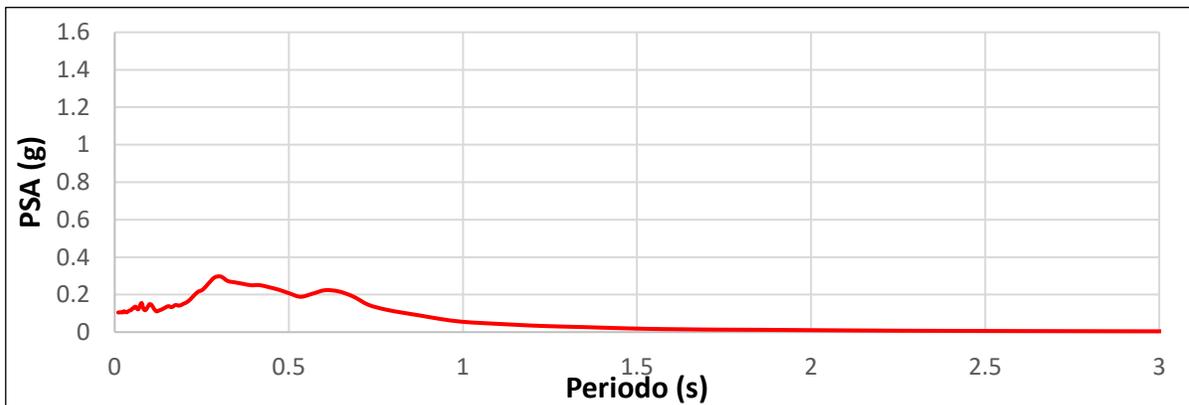


Fig. 11. Espectro Tipo 4. Son sismos provenientes de roca muy fracturada con medianos esfuerzos en ambos lados de la falla que se rompe en forma poco abrupta y hay suficiente energía para lograr desplazamientos medianos en el proceso.

3.4 Cambios en el perfil geotécnico

El perfil geotécnico original del sitio Treasure Island es la base de la cual se partió para generar nuevos perfiles. Dicho perfil está compuesto por 50 capas, de las cuales 27 capas están conformadas por estratos de arena y las 23 capas restantes están constituidas por estratos de arcilla; empleando entonces el software Deepsoil para variar las propiedades de

cada capa y así obtener un nuevo perfil con las características que necesitemos evaluar en el estudio.

En este TEG se evaluó la influencia de las variaciones en la ubicación de un estrato débil dentro del perfil geotécnico, para lo cual se utilizaron tres ubicaciones: 20m, 60m y 85m de profundidad, respectivamente, en el perfil geotécnico, se emplearon espesores entre 5 y 15 metros, respectivamente. De la misma manera se varió el tipo de material empleando para los estratos débiles arena o arcilla. Para todos los casos con estrato débil se utilizó velocidad de onda cortante de 120m/s.

3.5.Cambios en estratos a distintas Profundidades

El perfil original de Treasure Island cuenta con una velocidad de onda promedio de 240 m/s. Al modificar la velocidad de onda en el estrato débil a 120 m/s este parámetro de velocidad de onda promedio varia por lo que debió ser calculado para cada caso de análisis. Adicionalmente, producto de las variaciones en las velocidades de onda de corte promedio debió calcularse también el periodo fundamental de los perfiles en estudio.

En los perfiles nuevos se realizó el tránsito de los sismos, con lo cual se obtuvieron las presiones de poros generadas, los desplazamientos y los registros de los acelerogramas en la capa justamente por debajo del estrato licuable, denominada quiebre. A esos acelerogramas se les calculó la intensidad del sector fuerte y la intensidad de Arias.

En el perfil original fue modificada la profundidad al colocar la roca a 20m sin hacer ninguna modificación en las características de los estratos en los primeros 20 m del mismo para así poder tener más información a la hora de comparar los resultados. Este primer análisis permite evidenciar la diferencia en la respuesta considerando la posición del lecho rocoso.

Las otras variaciones en el perfil, alterando la posición y material en el estrato débil, dieron como resultado 14 perfiles en estudio. Dichos casos se presentan en el gráfico de la figura 12. Cada perfil corresponde a un caso de análisis contenido en la Tabla 1, es decir, según la nomenclatura el perfil 1 corresponde a la corrida 1, el perfil 2 corresponde a la corrida 2 y así sucesivamente.

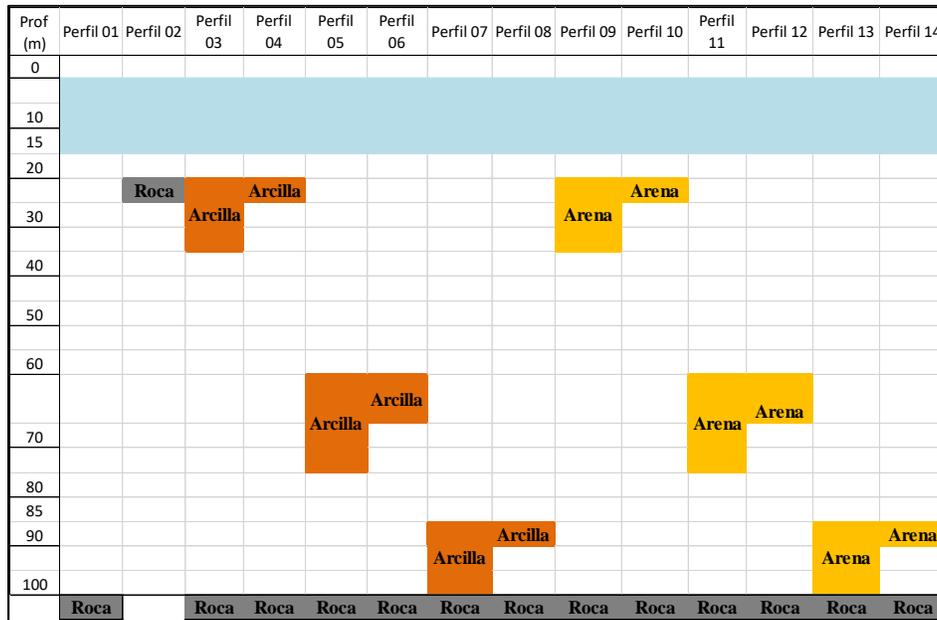


Fig. 12. Distribución de las variaciones de cada perfil con respecto a la ubicación del estrato débil y la ubicación de la roca.

Tabla.1. Variaciones del perfil Geotécnico

Variaciones del Perfil Geotécnico					
Corridas	Profundidad del Perfil Geotécnico	Ubicación del Estrato	Espesor del Estrato debil	Composicion del Estrato Debil	Periodo Fundamental
1	100	Perfil Original Treasure Island			1,54
2	20	Perfil Modificado			0,49
3	100	20	15	Arcilla	1,75
4	100	20	5	Arcilla	1,60
5	100	60	15	Arcilla	1,80
6	100	60	5	Arcilla	1,64
7	100	90	15	Arcilla	1,99
8	100	90	5	Arcilla	1,62
9	100	20	15	Arena	1,75
10	100	20	5	Arena	1,60
11	100	60	15	Arena	1,80
12	100	60	5	Arena	1,64
13	100	90	15	Arena	1,99
14	100	90	5	Arena	1,62

CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Tomando en consideración la metodología expuesta en el capítulo anterior, se plantea alcanzar en este capítulo la interpretación y comparación de los efectos del espesor y ubicación de un estrato débil en la respuesta dinámica de un perfil geotécnico en base a los resultados que se deducen del estudio realizado en este trabajo de grado.

4.1. Relación de la Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en el quiebre y roca en Perfil Original de Treasure Island.

Se estudio en el Perfil Original de Treasure Island la correlación entre la energía del sector fuerte del acelerograma en la roca y en el quiebre sabiendo que este último es aquel que está ubicado justo debajo del estrato licuable. Se observa en la figura 13 un aumento de la intensidad ya que muchos valores que se encuentran por encima de la recta de 45 grados.

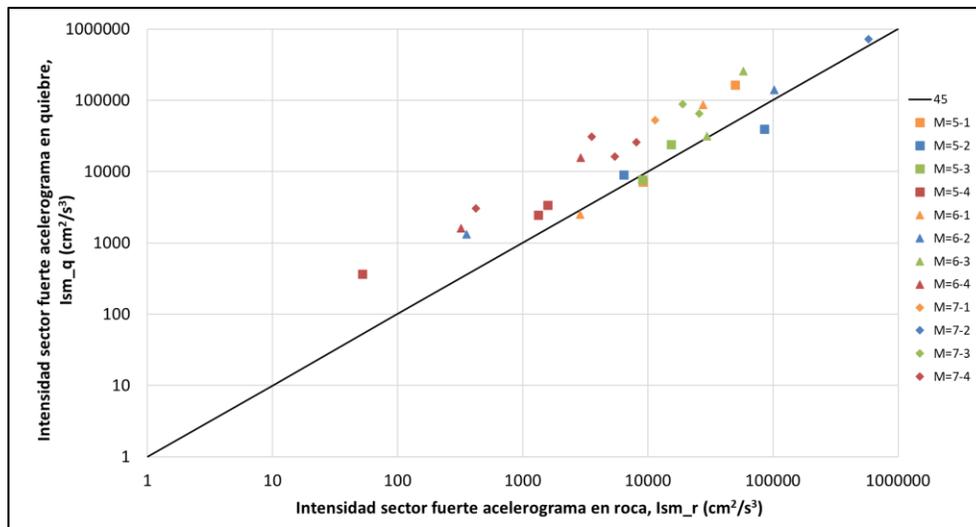


Fig. 13. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en quiebre vs roca para el perfil original de Treasure Island, $H=100m$. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.

Por consiguiente, la intensidad del sector fuerte para esa mayoría ha incrementado, mientras que para algunos registros hubo una reducción de la energía.

De la misma manera se hizo el análisis para el Perfil Original de Treasure Island, pero variando la profundidad del perfil geotécnico a 20m, se presentó una amplificación en casi todos los registros sísmicos, pero con una amplificación menor que la mostrada en el grafico 13. Eso indica que la función de transferencia es menor que en el caso descrito anteriormente y por consiguiente se obtiene que hay menor amplificación en el quiebre con respecto a la roca. Véase figura 14. Esto resalta la importancia de la altura del perfil en la función de transferencia y que las mayores alteraciones de la intensidad ocurren en los 30m superiores del perfil.

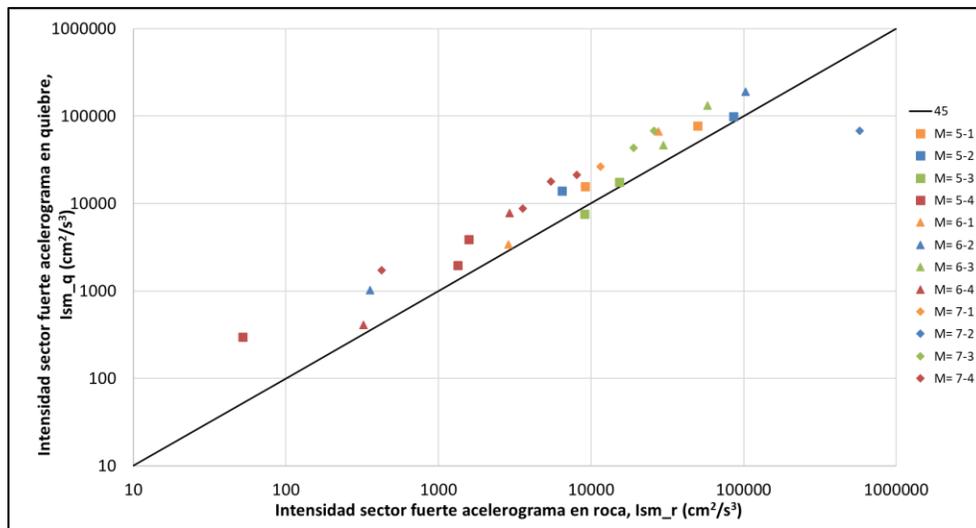


Fig. 14. Intensidad d Sector Fuerte del acelerograma en quiebre vs roca para el perfil original de Treasure Island, con $H=20m$. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.

4.1.1. Relación de la Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en el quiebre y roca para las variaciones del Perfil Geotécnico.

Como parte del análisis también se llevó a cabo un análisis para ciertas variaciones en el perfil geotécnico permitiendo así examinar la respuesta de los sismos ante distintas condiciones, dichas variaciones se llevaron a cabo ubicando un estrato débil de arena o

arcilla, a profundidades de 20, 60 y 85 metros con una velocidad de onda de 120 m/s para ambos casos y con espesores de 5 y 15 metros para los distintos tipos de magnitudes y espectros.

Para los casos en donde el estrato débil de arcilla está ubicado a 20 metros de profundidad para 15 y 5m de espesor se nota una clara disminución de la energía la cual es mayor para el perfil de 15m de espesor en comparación con lo obtenido para el de 5m, ver figuras 15 y 16.

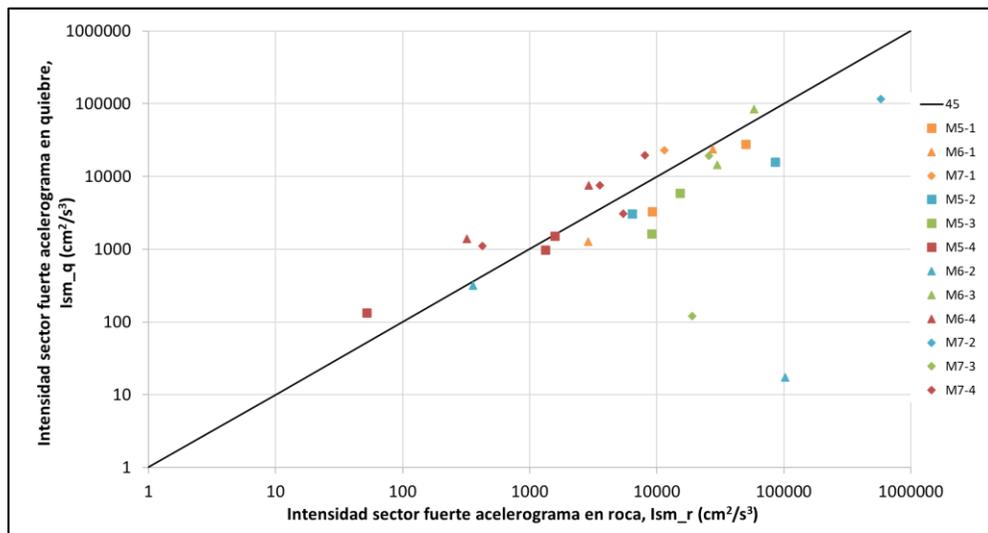


Fig. 15. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en quiebre vs roca para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a 20m, espesor de 15m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.

Esto quiere decir que para un estrato débil de arcilla ubicado a poca profundidad (20 m) el espesor es importante. El estrato de menos espesor deja pasar más energía mientras que el estrato de mayor espesor filtra o disipa más energía.

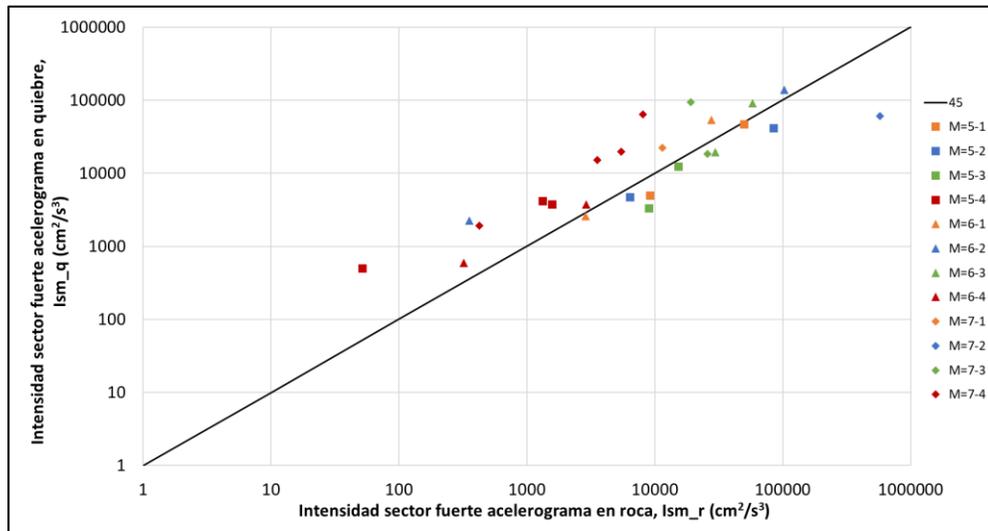


Fig. 16. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en quiebre vs roca para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a 20m, espesor de 5m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.

Para los casos de los perfiles a 60 m de profundidad con 5 y 15 metros se sigue observando una mayor reducción de la energía que para el perfil con 15 metros de espesor con respecto a los datos obtenidos para el perfil de 5 metros de espesor. Estos y los otros casos de estudio se encuentran en el Apéndice 1 de esta investigación.

En cuanto a los perfiles de 90 m con espesor de 5 y 15 metros se evidencia el mismo comportamiento descrito anteriormente donde el perfil de 15 metros de espesor muestra una mayor influencia en la reducción de la energía de los registros sísmicos transitados en comparación con los resultados obtenidos en el perfil de 5 metros.

Por consiguiente de manera muy general se observa que a menor espesor existe mayor amplificación en los registros, mientras que tener un espesor mucho mayor y una ubicación más cercana a la roca reduce la energía del sismo, por lo que se puede evidenciar que tener un estrato débil dentro del perfil original hace que disminuya el potencial de aumento de la intensidad o una reducción de la misma por lo que dicho estrato débil actúa

como un filtro, el cual permite que baje la capacidad del perfil de transmitir fuerzas hacia la superficie y por consiguiente decrece la intensidad y baja el potencial de licuación.

Por otra parte, se observó que no siempre amplifican los mismos sismos y algunos logran amplificar más que otros, esto se debe al cambio en el amortiguamiento promedio del perfil, ya que de lo contrario todas las funciones de amplificación serían idénticas.

Ahora bien, cuando se compara el cambio de intensidad de los estratos débiles de arena con los de arcilla, se observa que, para todos los casos, la arena presenta menos amplificación de la intensidad en el quiebre que la arcilla. Esto se debe al amortiguamiento de la arena es mucho mayor que el de la arcilla de acuerdo con Vucetic y Dobry (1991) en la figura A1-11. De nuevo esto confirma que los cambios de intensidad en los sismos no necesariamente ocurren en los primeros 30 m del perfil.

4.2. Análisis de la Intensidad del Sector Fuerte en quiebre con la Presión de Poros en Perfil Original de Treasure Island

La correlación entre la intensidad del sector fuerte y el desarrollo de la presión de poros, mostradas en las figuras 17 y 18, evidencia que los incrementos de las presiones de poros hasta 75% ocurren para intensidades del sector fuerte entre 0,5 y 0,7 m/s para el perfil original para ambas profundidades 100 y 20 metros, respectivamente.

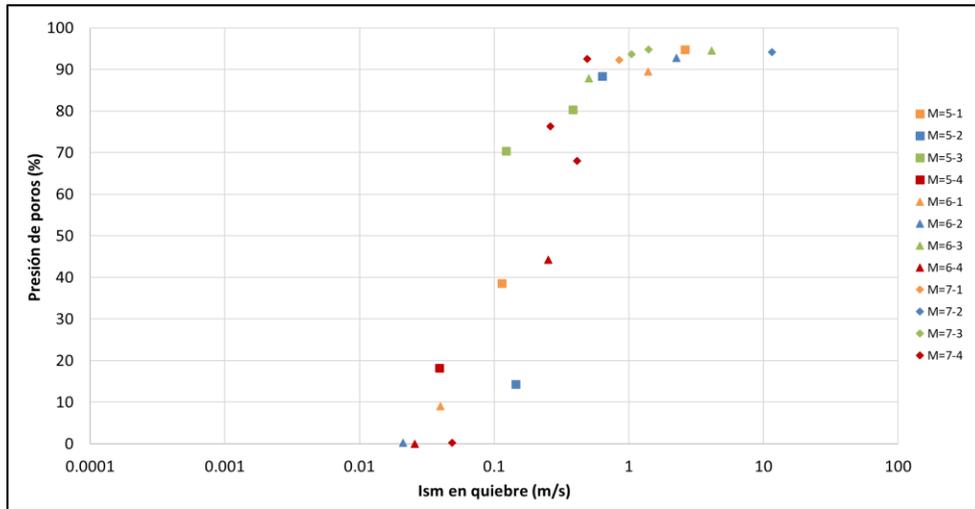


Fig. 17. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en quiebre vs presión de poros para el perfil original de Treasure Island, H=100m. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.

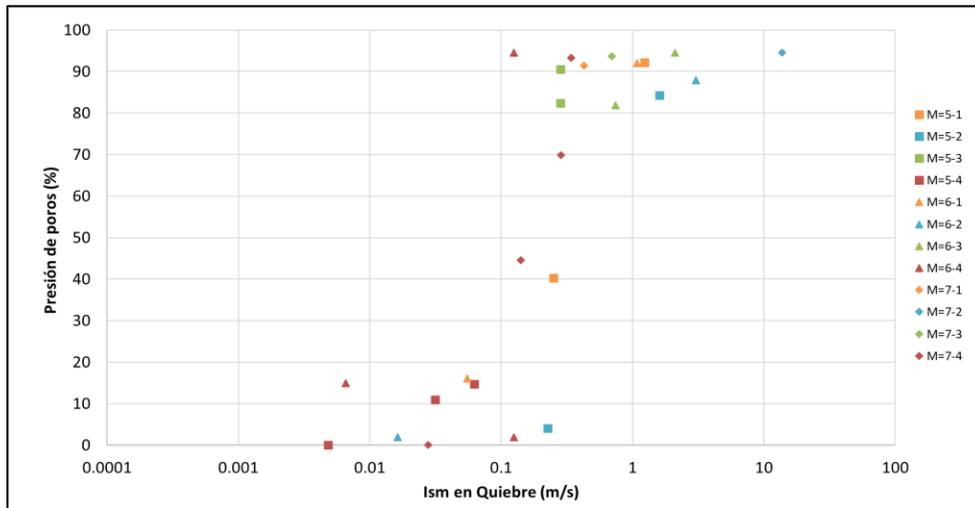


Fig. 18. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma vs la presión de poros para el perfil original de Treasure Island, H=20m. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.

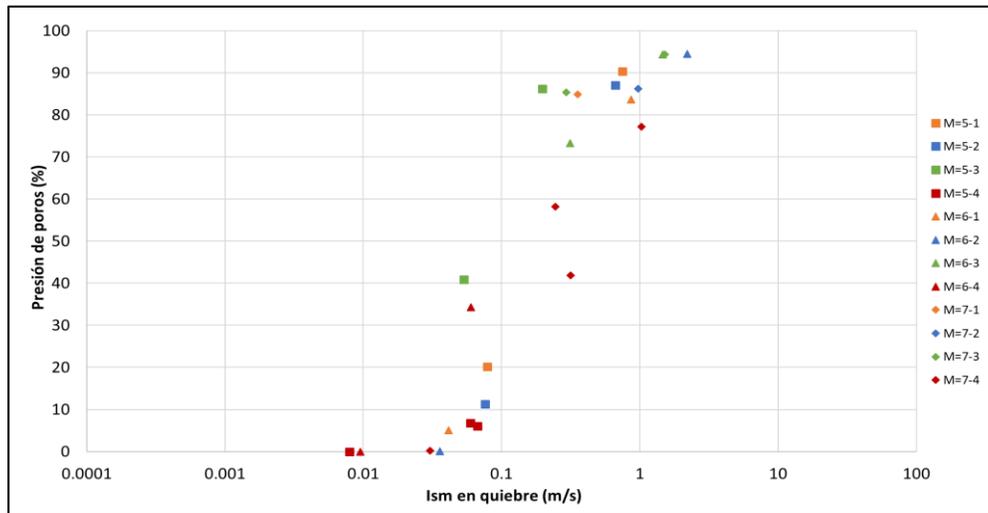


Fig. 20. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma vs la presión de poros para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a $20m$, espesor de $5m$, arcilla. Con los distintas magnitudes y tipos de espectros.

Para el caso de un estrato débil a $85 m$ de profundidad, no se tiene claridad para seleccionar un valor de la intensidad para alcanzar el 75% de presión de poros. No obstante, la mayoría de los valores pareciera que se han movido algo hacia la izquierda con relación a los de las figuras 19, 20 A.2-1y A.2-2. Esto podría interpretarse como que el estrato colocado más profundamente amortigua más el movimiento sísmico al transitar hacia la superficie, lo cual coincide con lo observado para las amplificaciones de la intensidad que son menores para los estratos de arcilla profundos que para las otras posiciones de esos estratos.

Es importante destacar que para los casos de estrato de arcilla a con $15 m$ de profundidad ubicados a 20 y $60 m$ de profundidad, respectivamente, hubo tres sismos con magnitud 6 y forma espectral 2 ; magnitud 7 y forma espectral 3 para $H=20m$ y magnitud 5 con forma espectral 3 , $H=60m$ respectivamente, que tuvieron incrementos de las presiones de poros muy altas para intensidades muy bajas, lo cual es muy diferente al comportamiento del resto de los terremotos. Esto se ve en las figuras 19, A.2-1.

Para los casos de estratos débiles de arena, a profundidad del 20 m no parece haber variación en el comportamiento con respecto al de arcillas a esa misma profundidad, para ambos espesores de 15 y 5 m. Al cambiar la profundidad a 60 m entonces con el estrato de 5 m se sigue observando el mismo comportamiento anterior, pero el estrato de 15 m de los valores de la intensidad a la cual se alcanzan las presiones de poros, es decir, los datos se mueven a la izquierda en el gráfico. Véanse las figuras A.2-7 y A.2-8, respectivamente. Lo mismo puede decirse para la ubicación de los estratos a 85 m de profundidad, el estrato de 15 m permite alcanzar altas presiones de poros a menores valores de la intensidad que el estrato de 5 m para el cual la respuesta es más parecida a la de los estratos de arcilla. El hecho de que los mayores espesores de arena a 60 y 85 m de profundidad permitan alcanzar la licuación a menores valores de la intensidad no se esperaba. Este fenómeno debe ser estudiado con más detenimiento en futuros trabajos.

Todos los casos en estudio se incluyen en la figura 21 y en el Apéndice 2. Se observa en la misma que las presiones de poros por encima del 80% ocurren entre intensidades de 0,1 y 1m/s.

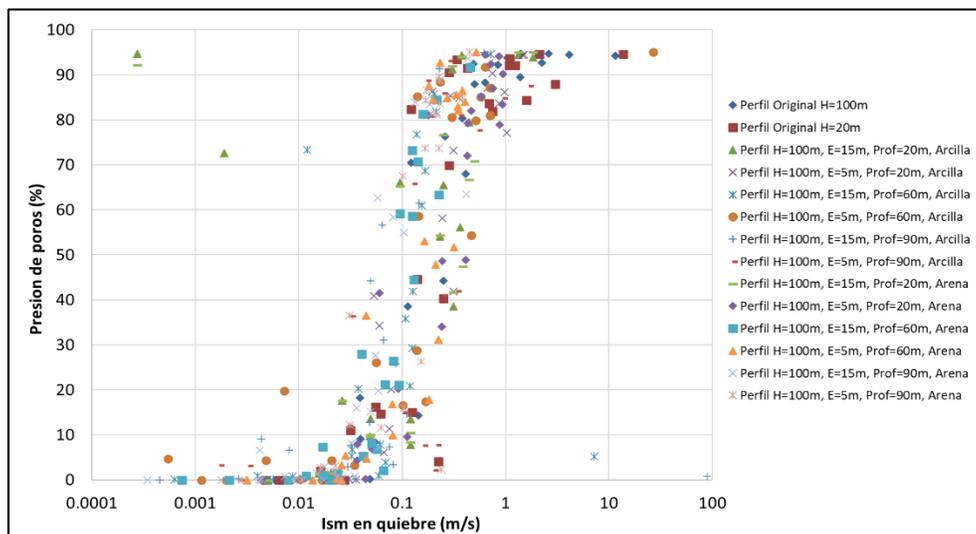


Fig. 21. Intensidad de Arias en quiebre vs la presión de poros para todas las corridas estudiadas. Con los distintas magnitudes y tipos de espectros.

4.3. Relación de la intensidad del Sector Fuerte en quiebre con la Intensidad de Arias en quiebre en Perfil Original de Treasure Island

En la correlación estudiada entre la intensidad de Arias en quiebre y la intensidad del sector fuerte en quiebre porque, como ya se indicó, una es un sub múltiplo de la otra y la intensidad de Arias es un parámetro muy fácil de determinar que es ampliamente utilizado en la ingeniería sísmica y, además, está correlacionado con la energía. Se aprecia en la figura 22 una clara proporcionalidad entre ambas intensidades obtenidas con la intensidad de Arias mayor que la del sector fuerte, según se había descrito antes. Para valores pequeños de la intensidad de Arias ambas intensidades tienden a tener valores bastante parecidos.

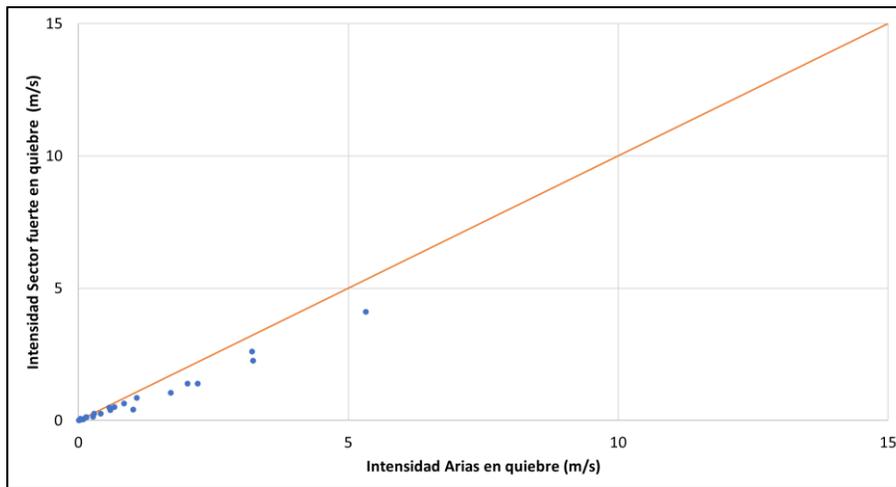


Fig. 22. Intensidad de Arias en quiebre vs Intensidad del Sector Fuerte para el perfil original de Treasure Island, $H=100m$. Con las distintas magnitudes y tipos de espectro.

4.3.1. Relación de la intensidad del Sector Fuerte en roca con la Intensidad de Arias en roca para los sismos utilizados

De igual forma como se presentó la correlación expuesta anteriormente ilustrada en la figura 22 para el quiebre con el perfil original, se realizó para la intensidad del sector fuerte en roca con la intensidad de arias en roca para los sismos utilizados en este trabajo.

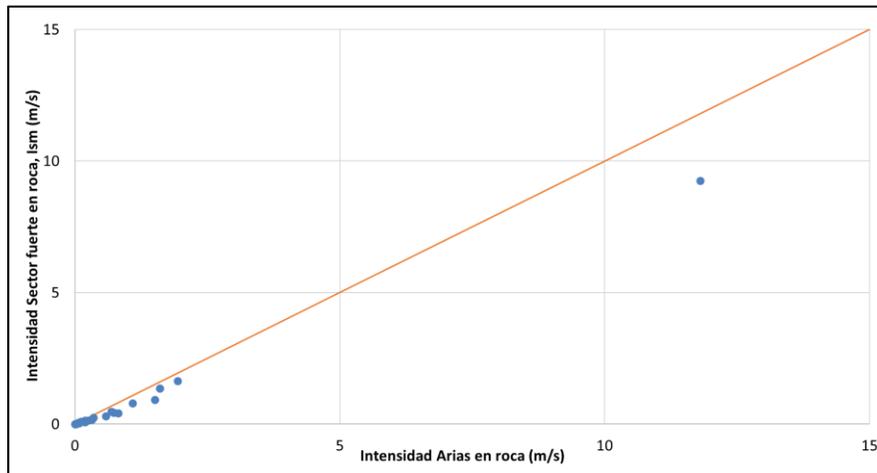


Fig. 23. *Intensidad de Arias en roca vs Intensidad del Sector Fuerte en roca para los 25 sismos utilizados en el estudio. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.*

En general, se observa la misma tendencia en la figura 23 que para el caso del quiebre en el perfil completo de Treasure Island en la figura 22. Sin embargo, para los demás casos incluidos en el Apéndice 3 Se observa que al comparar la intensidad de Arias en quiebre con la del sector fuerte del acelerograma, hay una reducción de ambas intensidades comparadas con las figuras 22 y 23. Véanse las figuras A.3-1 a A.3-13. Curiosamente, cuando el estrato débil está colocado a 85 m y tiene 5 m de espesor, no parece afectarse mucho las intensidades con relación a los valores observados en la roca y en el quiebre para el perfil original. Todos los aspectos señalados en este párrafo relacionados con la comparación de la intensidad en roca con la del sector fuerte deben ser estudiados en mayor detalle en estudios futuros.

4.4. Análisis de las Intensidades con la generación de Presión de Poros

Al comparar que sucedía con las intensidades obtenidas en este trabajo de grado (intensidad del sector fuerte y la intensidad de Arias) con la presión de poros se pudo observar que las presiones de poros obtenidas son exactamente iguales al emplear ambas intensidades. Eso ocurre en todos los 14 casos estudiados. La razón de ese comportamiento es porque, aunque en cada sismo la intensidad de Arias sigue aumentando después de

hasta 15 m de profundidad. Nótese que en el perfil de 100 m hay amplificación de la energía lo cual genera más casos de licuación cuando el lecho rocoso está a poca distancia de la superficie del terreno. Adicionalmente, esto también va en contra de lo referido como que son los primeros 20 m del perfil los que causan las mayores variaciones en la respuesta en superficie. Véase figuras 25 y 26.

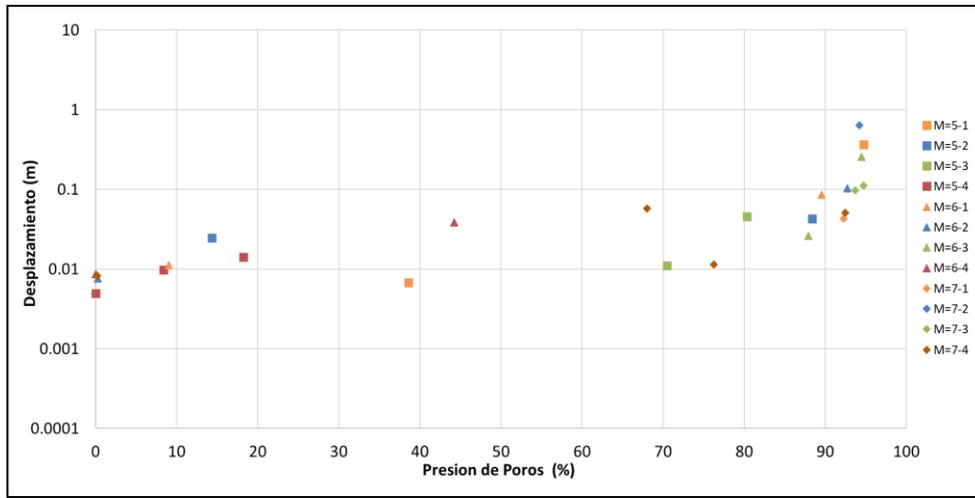


Fig. 25. Presión de poros vs quiebre vs desplazamiento para el perfil original de Treasure Island, H=100m. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros

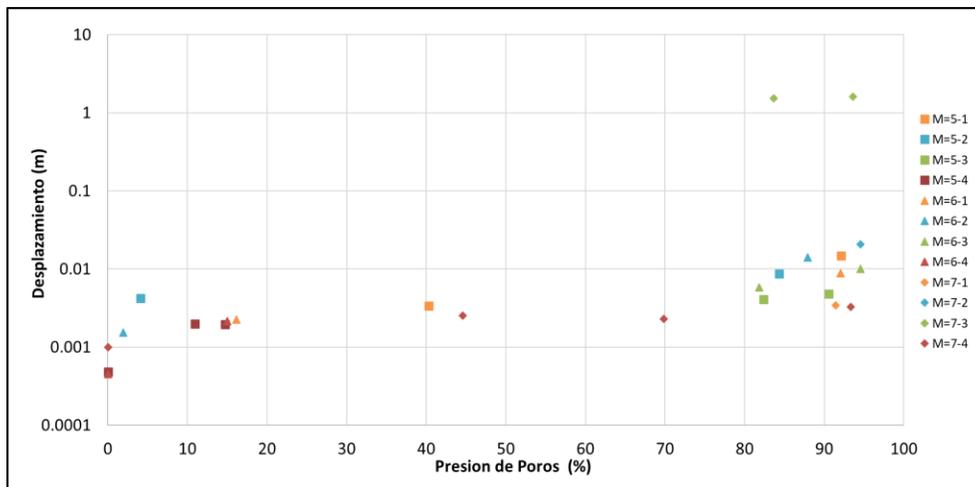


Fig. 26. Presión de poros vs quiebre vs desplazamiento para el perfil original de Treasure Island, H=20m. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros

4.5.1 Análisis de la presión de poros con el desplazamiento para las variaciones del Perfil Geotécnico

De los análisis realizados se pudo observar que para los perfiles con estratos débiles a 20 m de profundidad se encontró que para presiones de poros del 75% se alcanzó un desplazamiento de 0,08m de la misma manera de vio para los estratos 60m de profundidad mientras que para los de 85m de profundidad de mostraron desplazamientos de 0,1 m para la misma presión de poros, por lo que para los distintos cambios realizados al perfil geotécnico en líneas generales se evidencio un desplazamiento entre 0,01 y un poco más de 1,0 cm para presiones de poros elevadas alrededor de 90-95% como se observa en la figura 27, la cual incluye todos los casos de los perfiles estudiados. Los gráficos individuales de cada caso se encuentran en el Apéndice 5 de esta investigación.

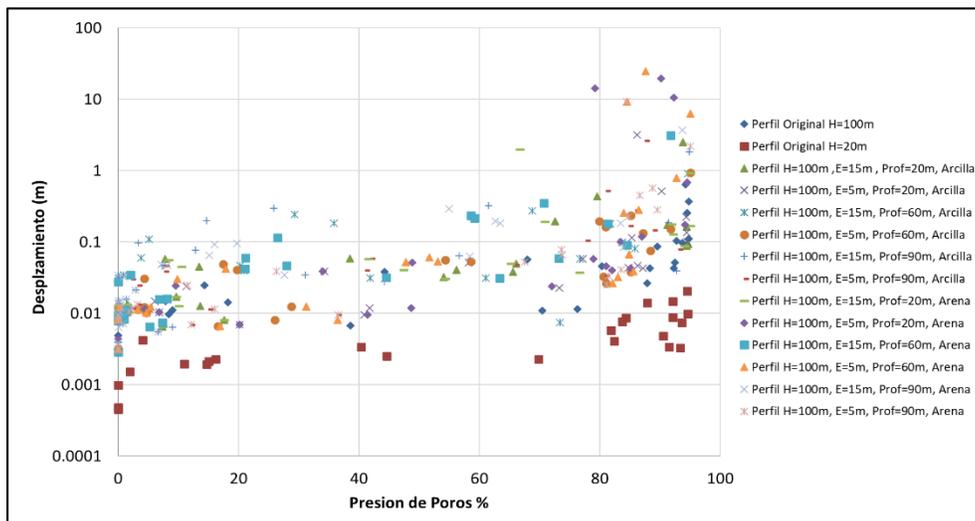


Fig. 27. Intensidad de Arias en quiebre vs la presión de poros para todas las corridas estudiadas. Con los distintas magnitudes y tipos de espectros.

4.6. Variación del espectro de respuesta de un sismo con los cambios en los perfiles

Al comparar los espectros de respuesta en el quiebre de un mismo sismo en los distintos perfiles definidos para este estudio, se observa en la figura 28, para el sismo Manjil, Iran-M7,37, el cual tiene espectro Tipo I, que hay una gran variación en las amplitudes de las ordenadas espectrales para los 14 distintos perfiles empleados. De manera que es evidente que, al cambiar la localización del estrato débil, y con ello las características dinámicas del perfil, cambia la respuesta de un mismo sismo. Eso quiere decir que existe una importante influencia de las condiciones del perfil por debajo de los primeros 30 metros de profundidad superficiales. Ese comportamiento se observó para todos los 25 sismos empleados en este estudio. El resto de los casos de estudios se encuentran en el Apéndice 6.

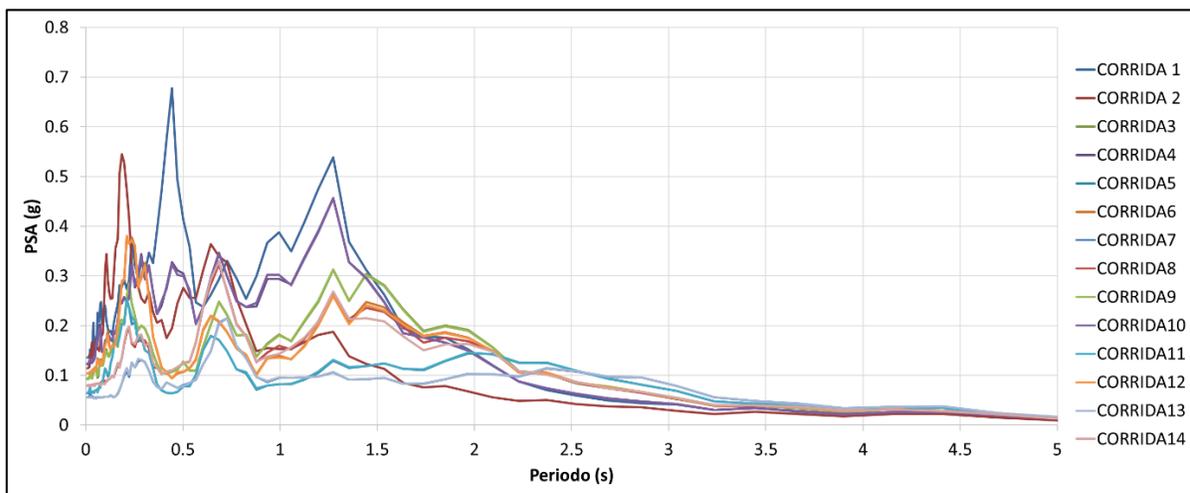


Fig.28. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Manjil, Iran-M7,37. Espectro Tipo I

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

En este TEG se evidencio que el daño ocurre solo durante el sector fuerte y por lo que la presión de poros es igual para la intensidad del sector fuerte como para la intensidad de Arias. Eso se debe a que, aunque la intensidad de Arias sigue incrementado al sobrepasar el sector fuerte, no es capaz de aumentar la presión de poros, porque la potencia solo crece durante el sector fuerte. Por lo que se puede concluir que la potencia durante el sector fuerte del acelerograma es la responsable de generar el incremento de la presión de poros.

Por lo tanto, se puede utilizar la Intensidad de Arias como una variable “*dummy*”, es decir que es una variable intercambiable ya que esta permite evaluar la presión de poros que se desarrolló durante el sector fuerte. Así, alguien puede hacer una evaluación preliminar en base a esta variable para tener una idea de cuál es la complejidad o el nivel de presión de poros que se va a desarrollar y en caso de obtener resultados críticos entonces se podrían utilizar métodos basados en la potencia para ver cómo se solucionara el problema.

Tener un estrato débil dentro del perfil original disminuye el potencial incremento de la intensidad, pero a pesar de ello se observó que no siempre amplifican los mismos sismos y algunos logran amplificar más que otros. Esto se debe a que el espesor y localización del estrato débil es importante y que las arenas filtran la intensidad más que las arcillas ya que tienen mayor amortiguamiento.

Adicionalmente se corrobora que se requieren presiones de poros por encima de 75-80% para comenzar a tener desplazamientos en el orden de 1,0 m/s, por lo que, si se tiene un estrato licuable, se le podría pensar en colocar un filtro que permita disipar la potencia y la intensidad para reducir el desarrollo de la presión de poros y evitar que ocurra ablandamiento del suelo y así prevenir que no sucedan grandes desplazamientos horizontales, ni asentamientos.

De la misma manera, al realizar los análisis de los distintos perfiles en estudio que observo que las mayores variaciones de las respuestas dinámicas no se encuentran precisamente en los primeros 30 metros, más bien se encontró que hay más control de la forma en que va a responder un terremoto de los 30 metros hacia abajo, por lo que, al cambiar la localización del estrato débil, y con ello las características dinámicas del perfil, cambia la respuesta de un mismo sismo. Eso quiere decir que existe una importante influencia de las condiciones de cualquier perfil por debajo de los 30 metros de profundidad superficiales.

Finalmente, se corroboró en varios de los análisis realizados, incluyendo el contenido en el párrafo anterior, que las condiciones del perfil por debajo de los 30 m iniciales del perfil son importantes y modifican significativamente las respuestas en superficie, tanto en intensidad, como en potencia al igual que en la forma de los espectros de respuesta. Todo lo anterior es independientemente de la clasificación del tipo de espectro.

RECOMENDACIONES

Realizar un análisis del comportamiento del perfil adoptando valores diferentes para determinar los efectos de la velocidad de onda de corte de un estrato débil en la respuesta dinámica de un perfil geotécnico y complementar estos nuevos datos con los que ya están establecidos para aumentar la solidez de las gráficas.

Realizar un análisis del comportamiento de los espesores de arena entre 60 y 85 m de profundidad que permiten alcanzar la licuación a menores valores de la intensidad. Este fenómeno debe ser estudiado con más detenimiento en futuros trabajos.

Realizar un estudio más detallado para mejorar la correlación entre la potencia de la forma espectral con la potencia del terremoto para obtener mejores resultados.

Realizar la comparación de la intensidad en roca con la del sector fuerte, ya que debe ser estudiada con mayor detalle en estudios futuros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anato, J. (2020). *“Influencia de las amplitudes, las amplificaciones espectrales de Fourier y el periodo fundamental del perfil geotécnico en el potencial de licuación”*. Caracas, Venezuela.
- Bach, Benitez. Bach, Vilchez. (2017). *“Potencial de licuefacción en el distrito de Santa Rosa”*. Pimentel, Perú.
- Baise, L G. Glaser, Steven D. Dreger, D. (2003) *Site response at Treasure and Yerba Buena Island, California*.
- Carreño. E (2016). *“Análisis del espectro de respuesta dinámica en superficie para el “Nuevo Puente Honda”, mediante la comparación de los requerimientos de la norma AASHTO LRFD Bridge y Eurocodigo 8 Seismic Design of Buildings”*. Bogotá D.C, Colombia.
- Dobry, R., T. Abdoun, K. H. Stokoe II, R. E. S. Moss, M. Hatton, A.M. and H. El Ganainy, (2015). *“Liquefaction Potential of Recent Fills versus Natural Sands Located in High-Seismicity Regions Using Shear-Wave Velocity”*.
- Daniel, G. (1991). *Soil Characterization of the deep accelerometer site at treaure island, San Francisco, California*.
- Echezuría, H., (2017), *“Earthquake strong motion duration: Unifying criteria for definition and a new method to calculate it”*, Tekhné, Vol.20, No.2, pp 39-50.
- Echezuria, H. (2018). *“Potencial de licuación utilizando la intensidad del sector fuerte del sismo”*. Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería, Univ. Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela.
- García, J. (2007). *“Análisis comparativo del fenómeno de licuación en arenas. aplicación a Tumaco (Colombia)”*. Departamento de Ingeniería del Terreno, Cartográfica y Geofísica, Universidad Politécnica de Catalunya.
- Gómez. C (2019). *“Comportamiento geotécnico de suelos arcillosos, compactados, respuesta a cargas estáticas y dinámicas”*. Madrid, España.
- Hashash, Youssef M. A. (2017). DEEPSOIL manual V7 Nonlinear and Equivalent Linear Seismic Site Response of One-Dimensional Soil Columns.

- Herrera, M. Muñoz, M. (2018). *“Análisis de la intensidad del sector fuerte del acelerograma para establecer el potencial de licuación”*. Caracas, Venezuela.
- Kramer, S., (1996) Geotechnical Earthquake Engineering, Prentice Hall.
- Neven Matasovic. Mladen Vucetic (1992). Pore pressure model for cyclic straining of clay.
- Pass, D.G. (1991). *Soil Characterization of the deep accelerometer site at Treasure Island*, San Francisco, California, Tesis de Maestría, University of New Hampshire, 76-145 p.
- Ruiz, G. (2019). *“Análisis de la intensidad del sector fuerte del acelerograma considerando el desarrollo de la presión de poros en un perfil geotécnico”*. Caracas, Venezuela.
- Vucetic, M. and Dobry, R. (1991) Effect of soil plasticity on cyclic response, Journal of Geotechnical Engineering, Vol. 117, N°1.

APÉNDICES

Apéndice 1: Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en quiebre y roca

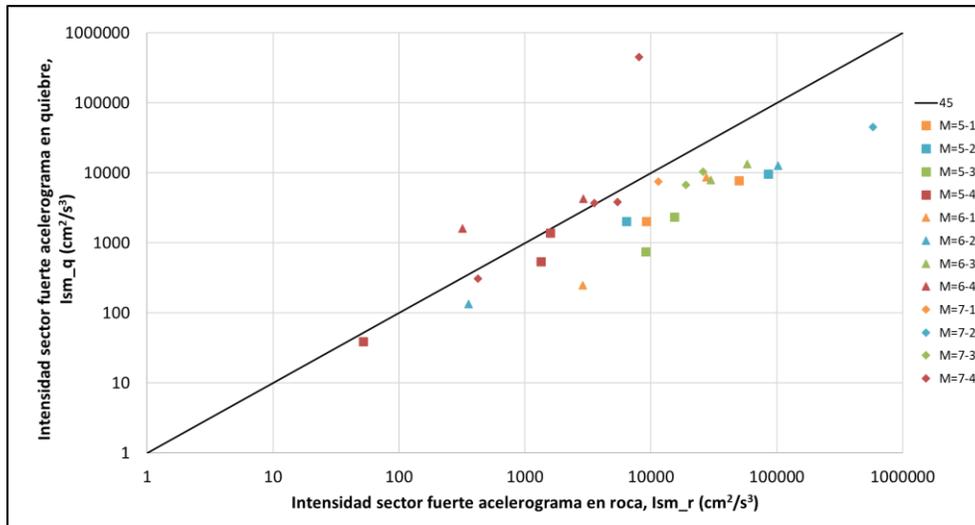


Fig. A1-1. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en quiebre vs roca para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a $60m$, espesor de $15m$, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.

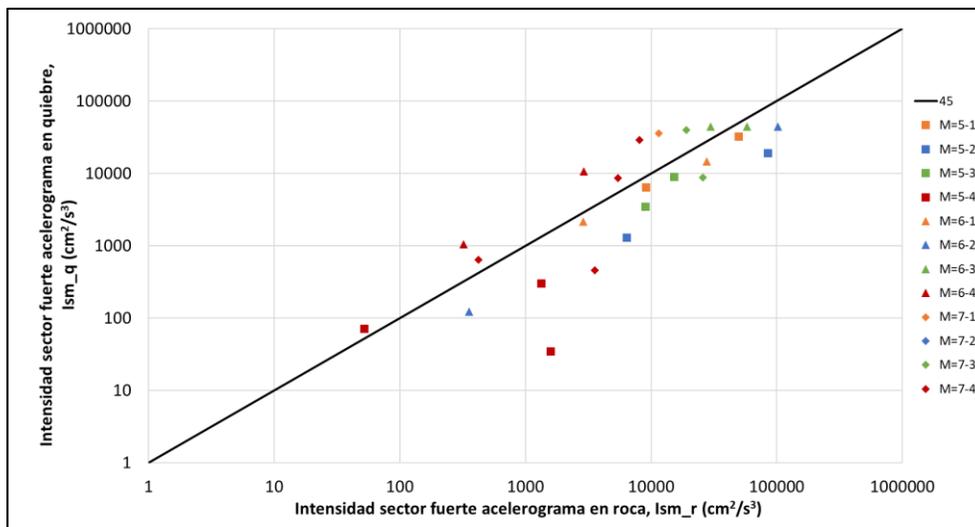


Fig. A1-2. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en quiebre vs roca para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a $60m$, espesor de $5m$, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.

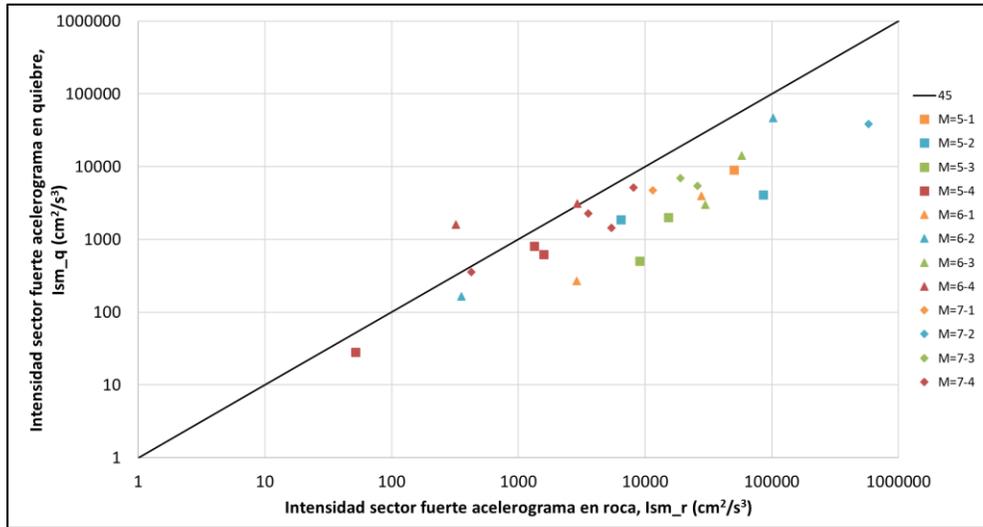


Fig. A1-3. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en quiebre vs roca para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a $85m$, espesor de $15m$, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.

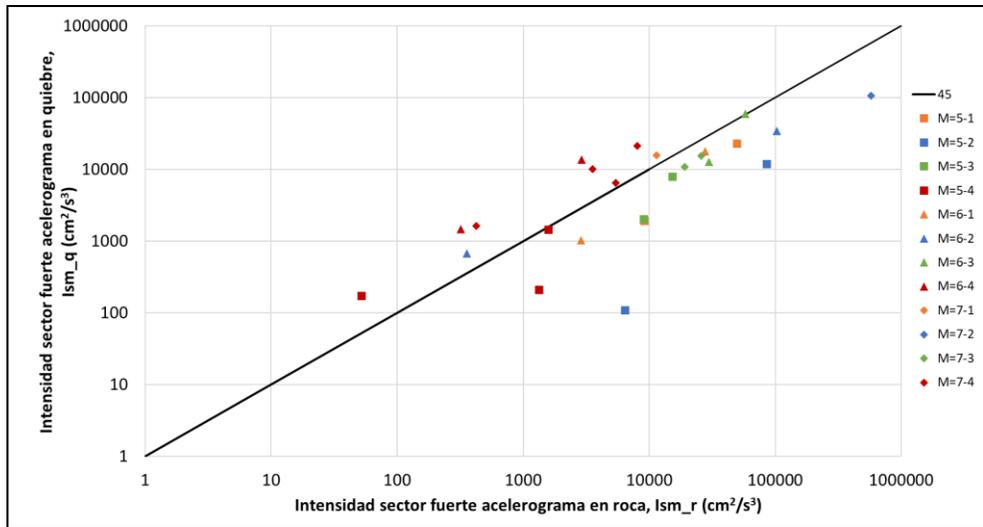


Fig. A1-4. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en quiebre vs roca para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a $85m$, espesor de $5m$, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.

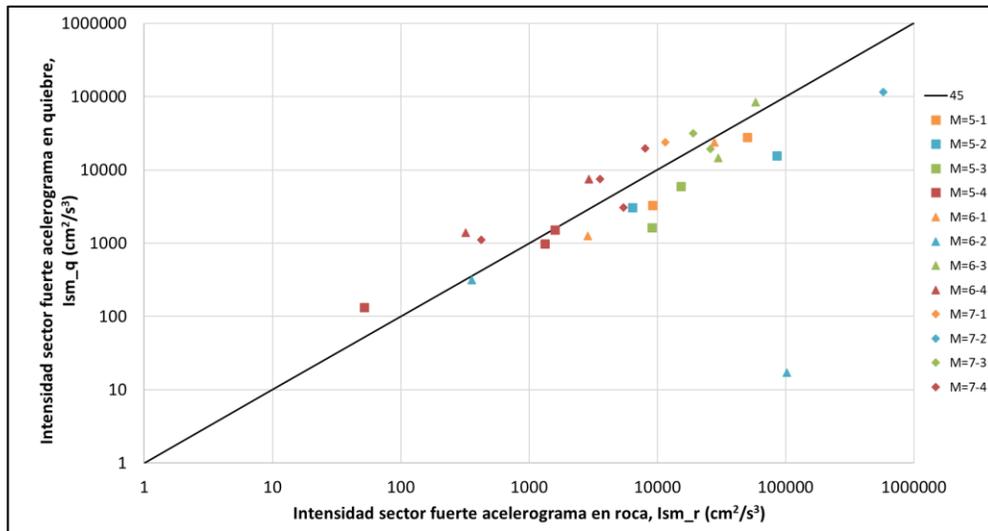


Fig. A1-5. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en quiebre vs roca para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a 20m, espesor de 15m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.

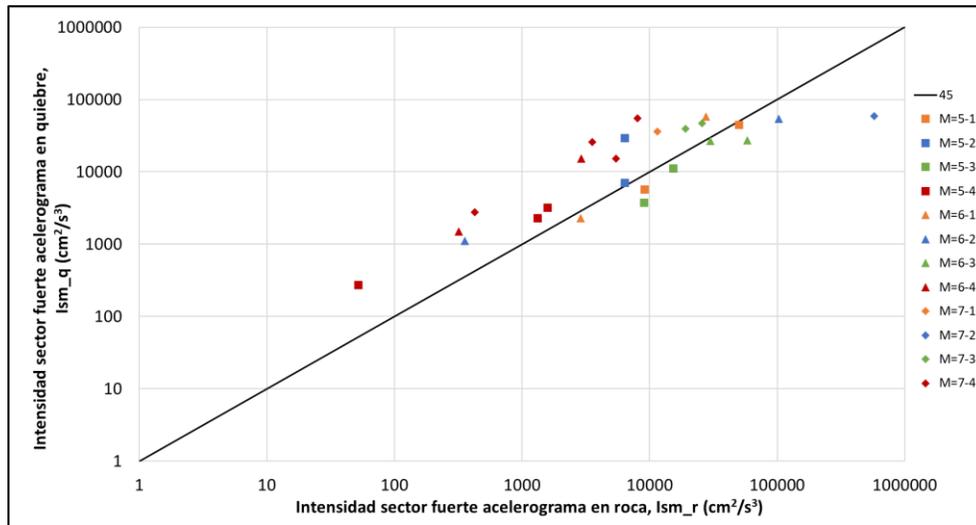


Fig. A1-6. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en quiebre vs roca para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a 20m, espesor de 5m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.

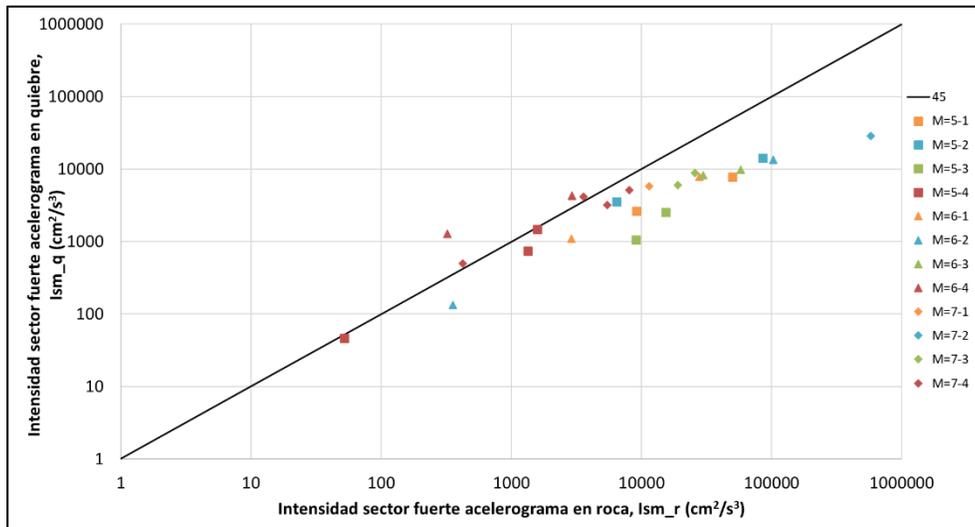


Fig. A1-7. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en quiebre vs roca para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a $60m$, espesor de $15m$, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.

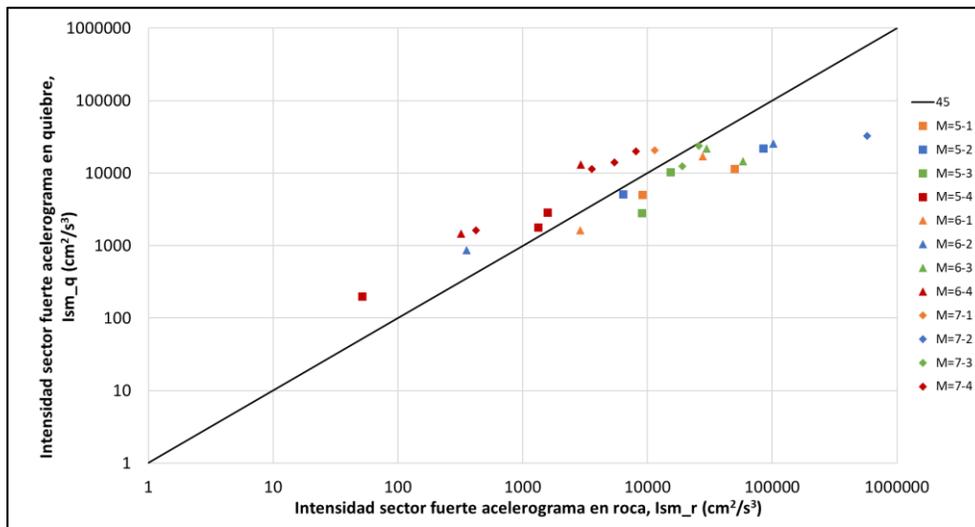


Fig. A1-8. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en quiebre vs roca para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a $60m$, espesor de $5m$, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.

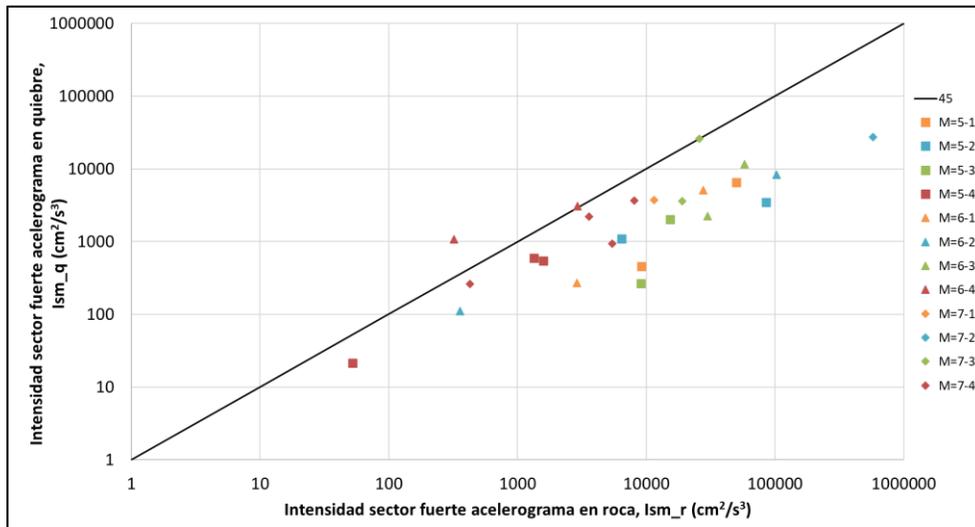


Fig. A1-9. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en quiebre vs roca para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a $85m$, espesor de $15m$, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.

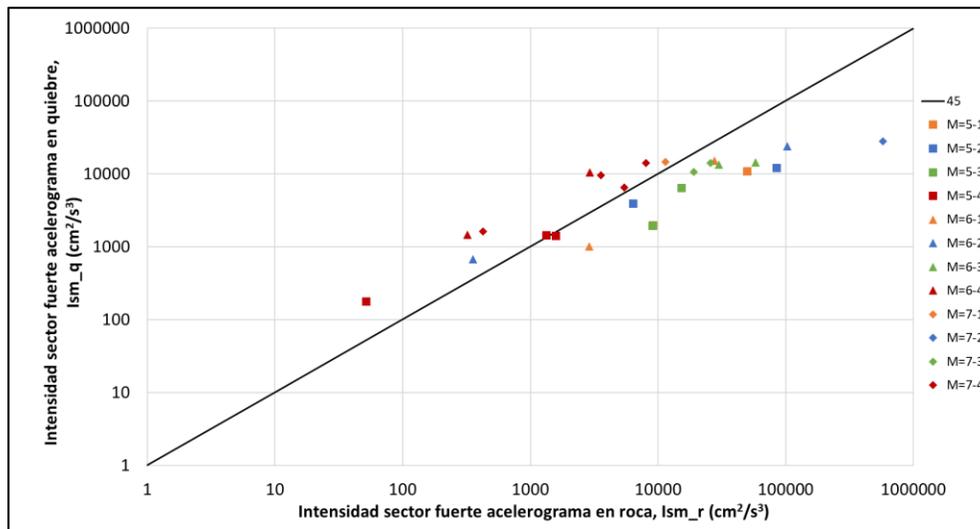


Fig. A1-10. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en quiebre vs roca para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a $85m$, espesor de $5m$, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.

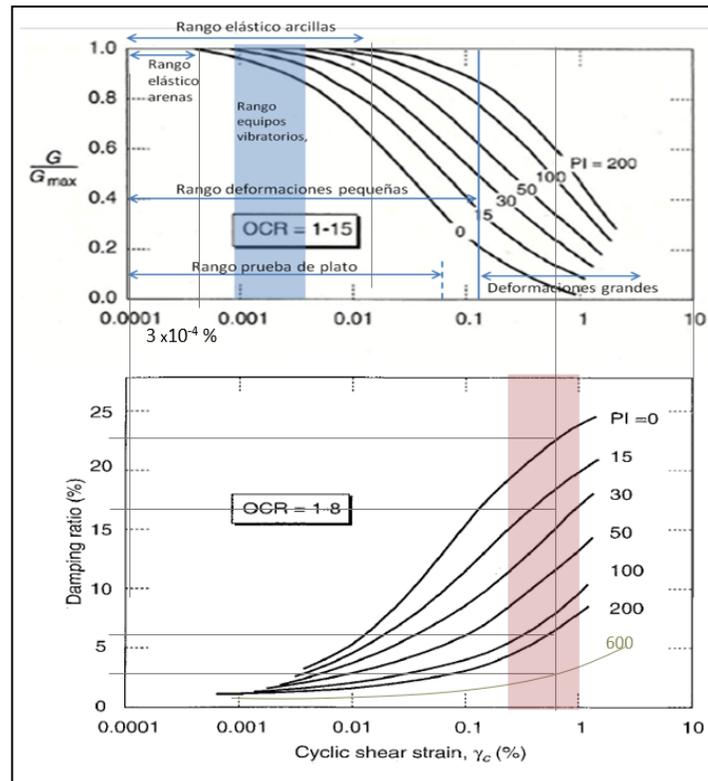


Fig. A1-11 Degradación de los módulos de corte y cambios en el amortiguamiento para distintos suelos. Modificado de Vucetic y Dobry (1991)

Apéndice 2: Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en quiebre y desarrollo de la presión de poros

Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en quiebre con respecto a la presión de poros para cada una de las variaciones del perfil geotécnico.

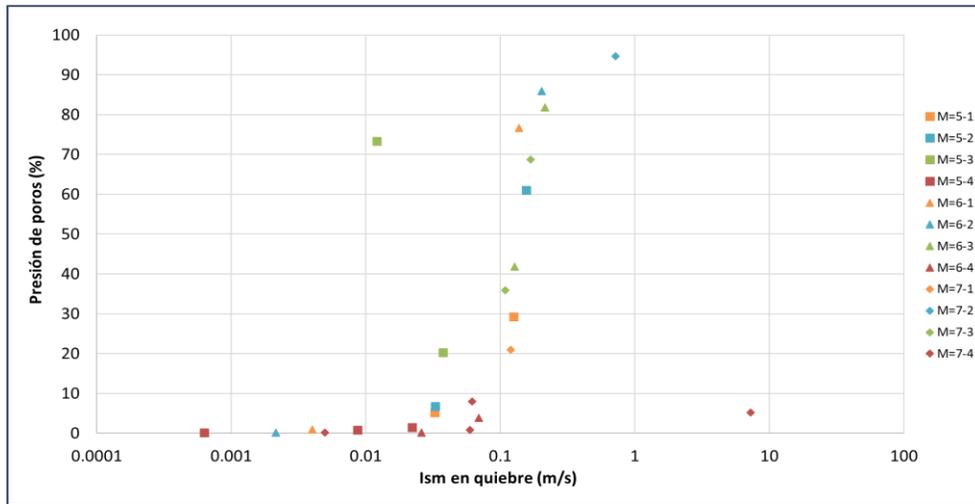


Fig. A2-1. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en quiebre vs la presión de poros para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 60m, espesor de 15m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.

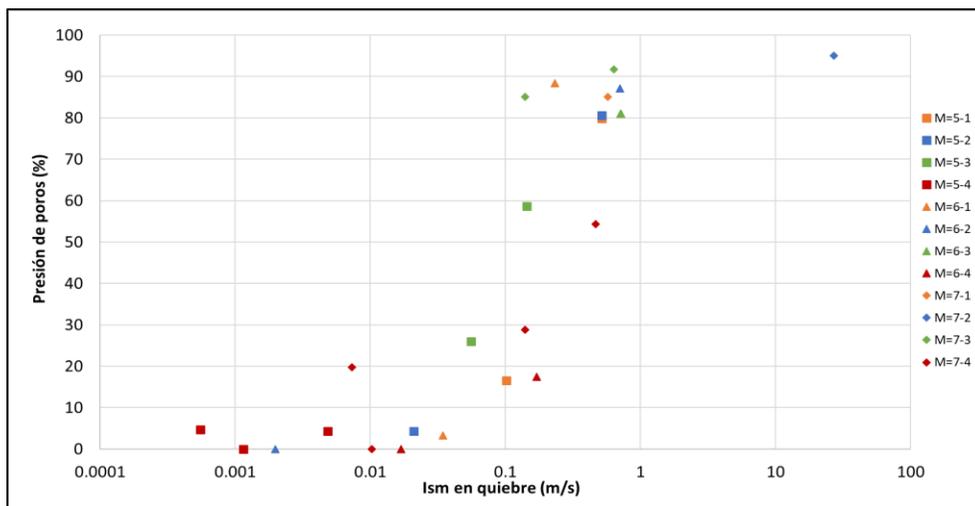


Fig. A2-2. Intensidad del Sector Fuerte del acelerograma en quiebre vs la presión de poros para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 60m, espesor de 5m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.

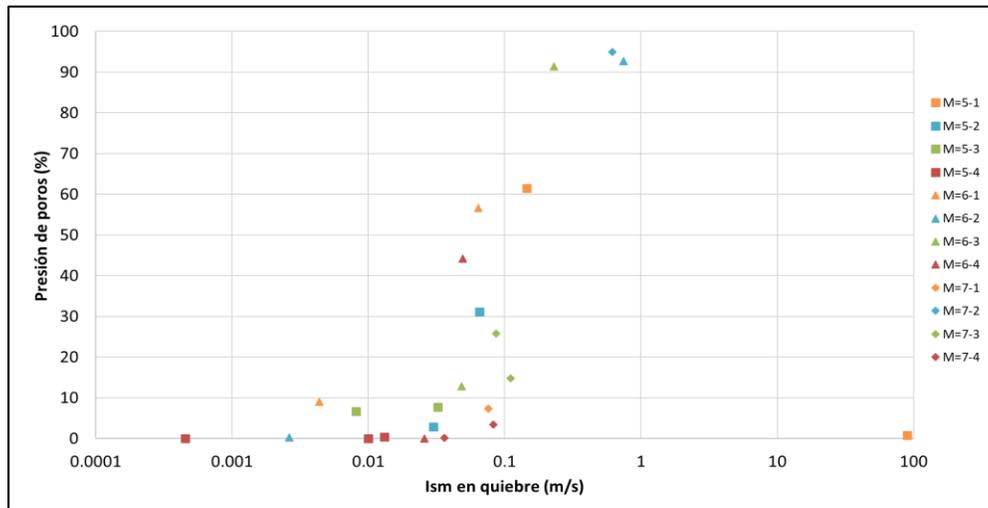


Fig. A2-3. Intensidad del Sector Fuerte en quiebre vs la presión de poros para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a $85m$, espesor de $15m$, arcilla. Con los distintas magnitudes y tipos de espectros.

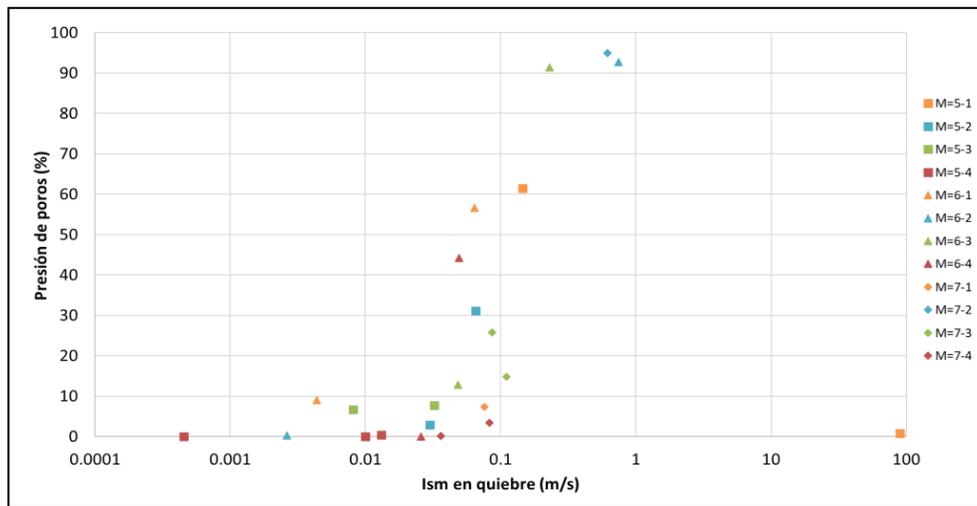


Fig. A2-4. Intensidad del Sector Fuerte en quiebre vs la presión de poros para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a $85m$, espesor de $5m$, arcilla. Con los distintas magnitudes y tipos de espectros.

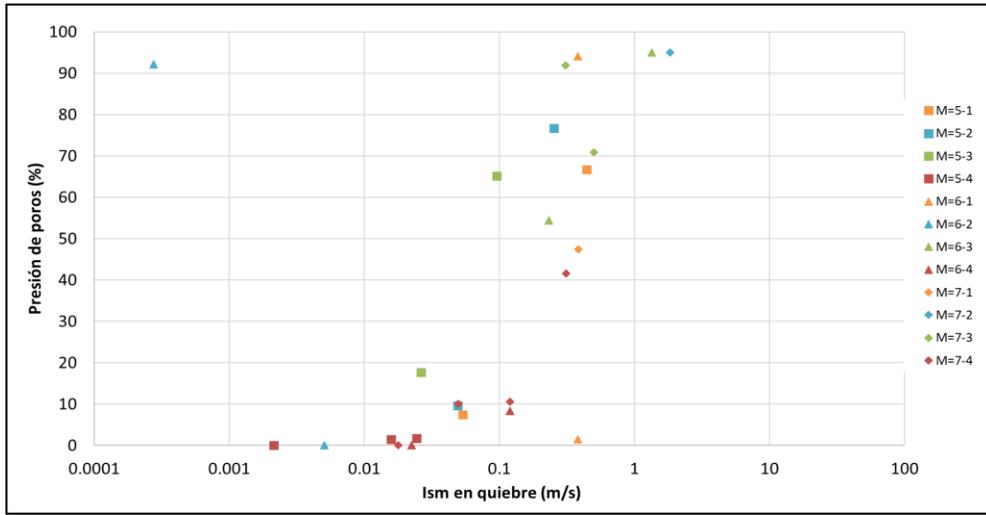


Fig. A2-5. Intensidad del Sector Fuerte en quiebre vs la presión de poros para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a $20m$, espesor de $15m$, arena. Con los distintas magnitudes y tipos de espectros.

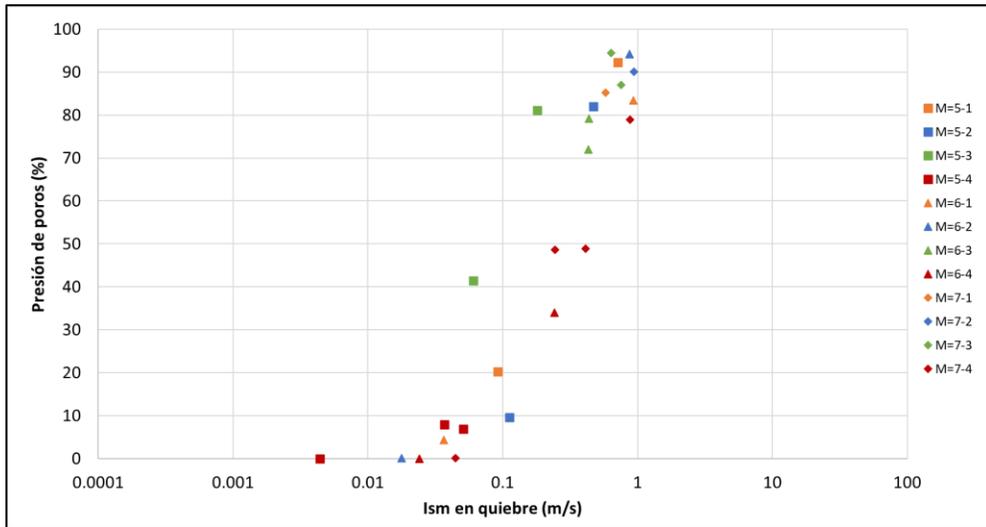


Fig. A2-6. Intensidad del Sector Fuerte en quiebre vs la presión de poros para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a $20m$, espesor de $5m$, arena. Con los distintas magnitudes y tipos de espectros.

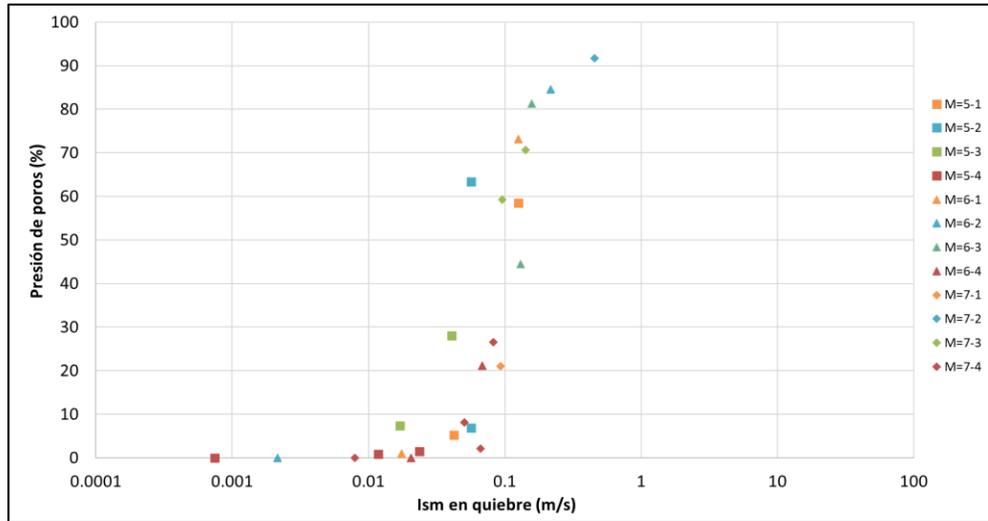


Fig. A2-7. Intensidad del Sector Fuerte en quiebre vs la presión de poros para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a $60m$, espesor de $15m$, arena. Con los distintas magnitudes y tipos de espectros.

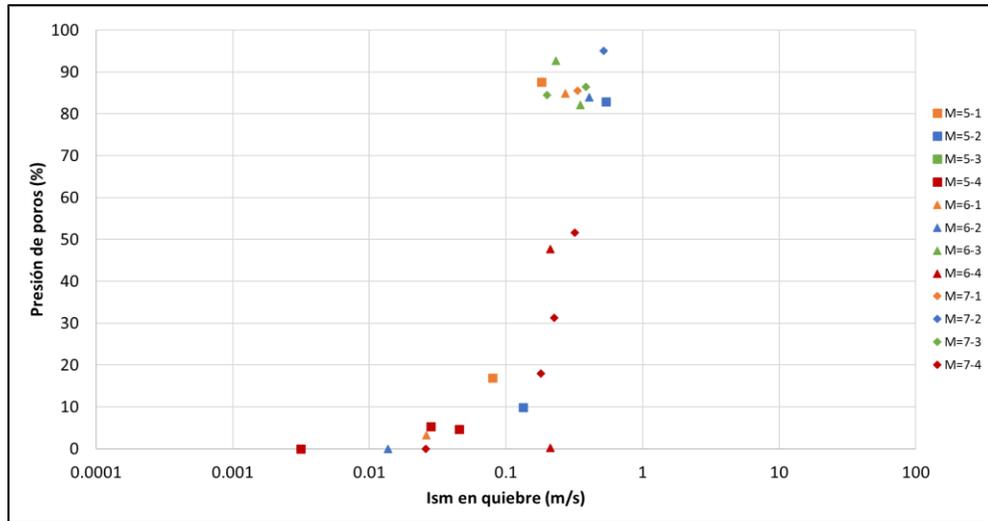


Fig. A2-8. Intensidad del Sector Fuerte en quiebre vs la presión de poros para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a $60m$, espesor de $5m$, arena. Con los distintas magnitudes y tipos de espectros.

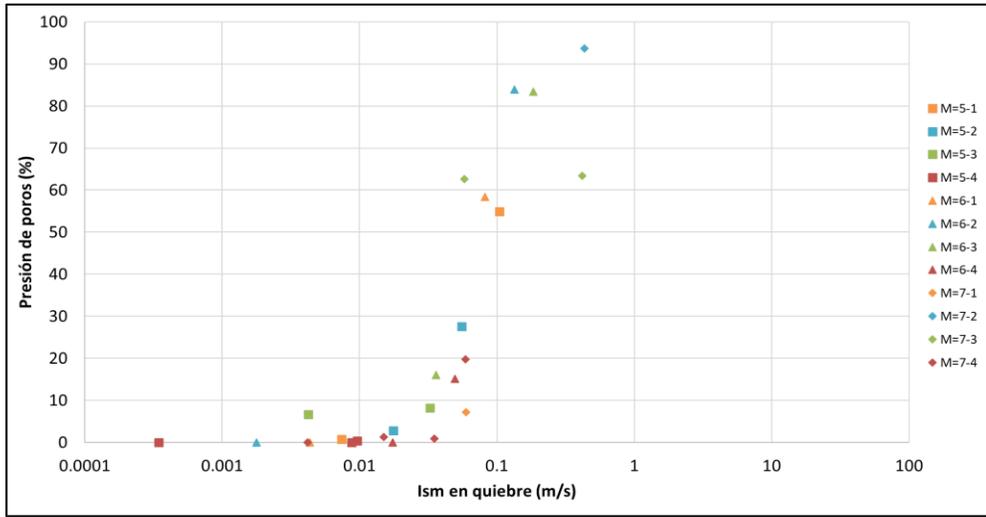


Fig. A2-9. Intensidad del Sector Fuerte en quiebre vs la presión de poros para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a $85m$, espesor de $15m$, arena. Con los distintas magnitudes y tipos de espectros.

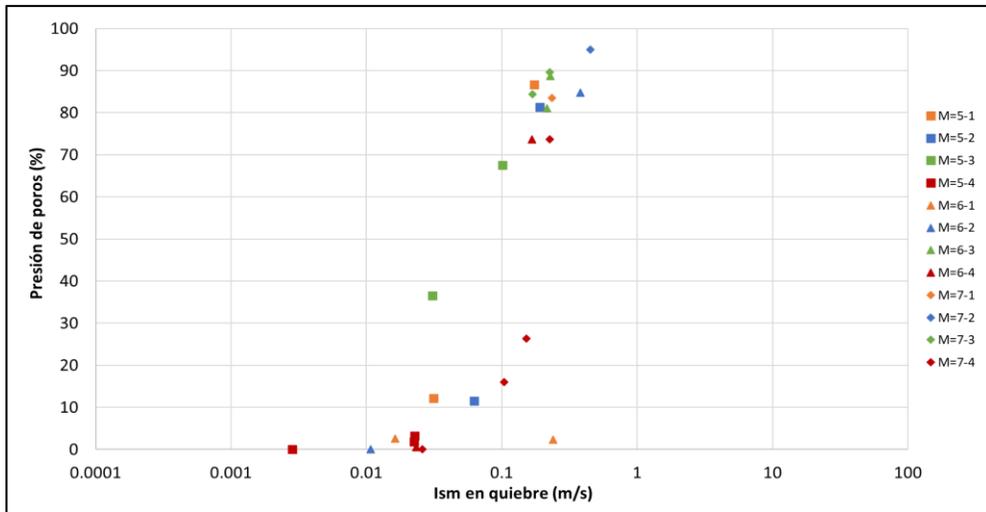


Fig. A2-10. Intensidad del Sector Fuerte en quiebre vs la presión de poros para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a $85m$, espesor de $5m$, arena. Con los distintas magnitudes y tipos de espectros.

Apéndice 3: Intensidad de Arias en quiebre e Intensidad del Sector Fuerte en quiebre

Intensidad de Arias en quiebre con respecto a la Intensidad del Sector Fuerte en quiebre para cada una de las variaciones del perfil geotécnico.

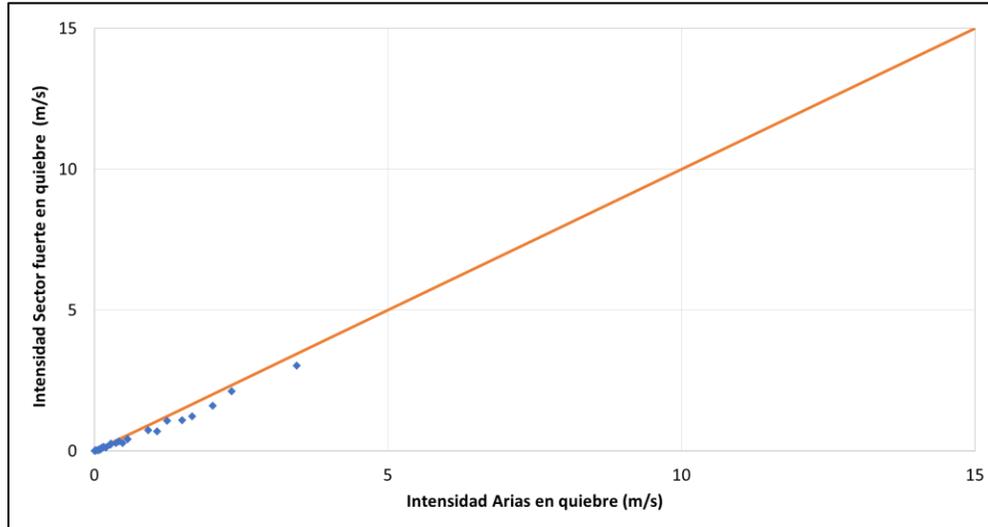


Fig. A3-1. Intensidad de Arias en quiebre vs Intensidad del Sector Fuerte en quiebre para el perfil original de Treasure Island, H=20m. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros

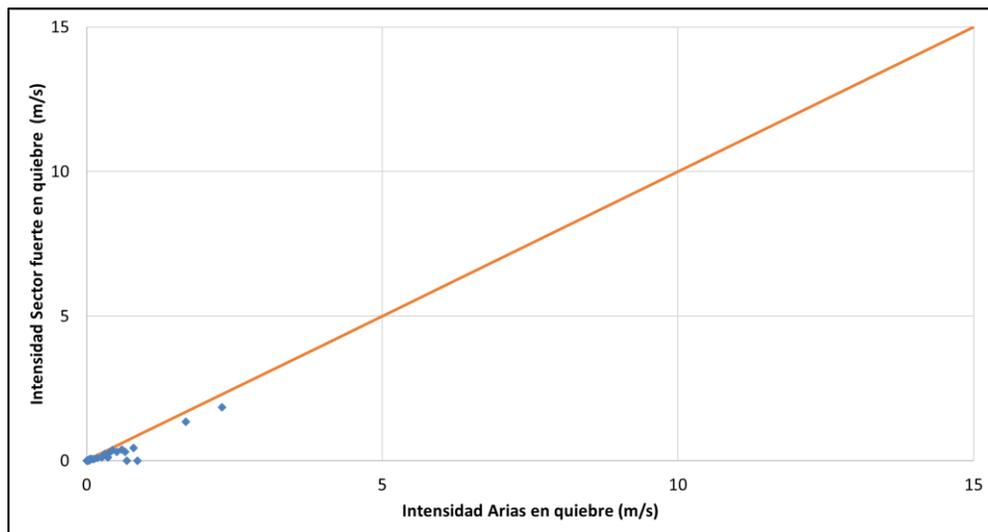


Fig. A3-2. Intensidades de Arias en quiebre vs Intensidad del Sector Fuerte en quiebre para el perfil geotécnico con H=100m, estrato débil a 20m, espesor de 15m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros

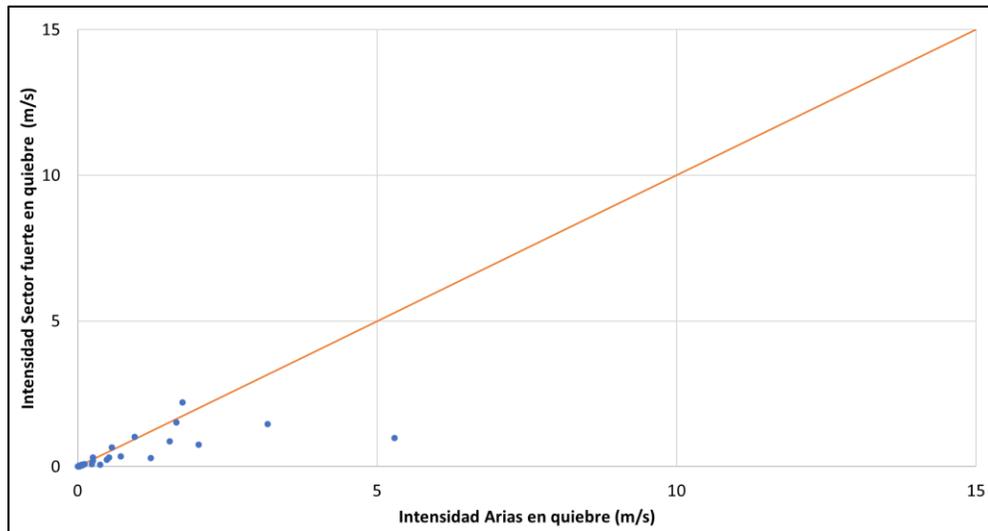


Fig. A3-3. Intensidad de Arias en quiebre vs Intensidad del Sector Fuerte en quiebre para el perfil geotécnico con $H=100\text{m}$, estrato débil a 20m, espesor de 5m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros

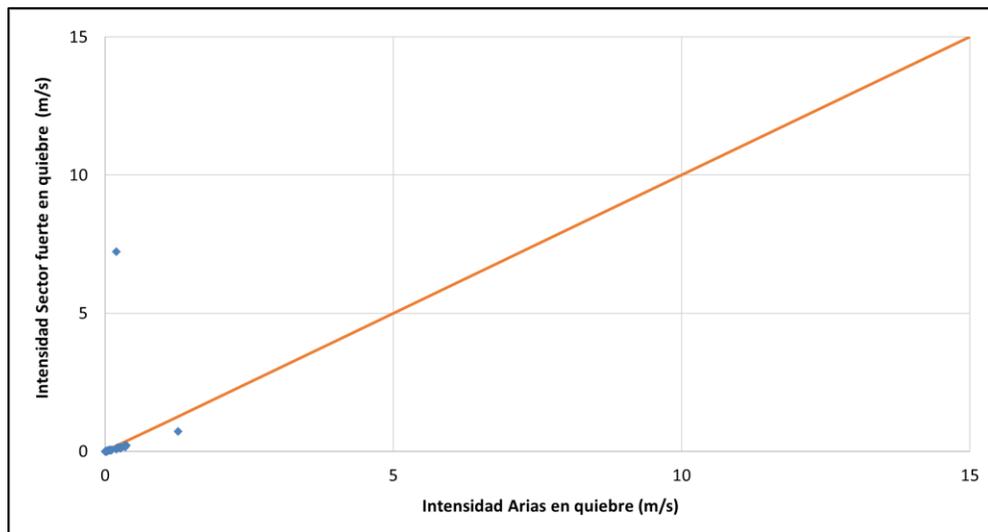


Fig. A3-4. Intensidad de Arias en quiebre vs Intensidad del Sector Fuerte en quiebre para el perfil geotécnico con $H=100\text{m}$, estrato débil a 60m, espesor de 15m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros

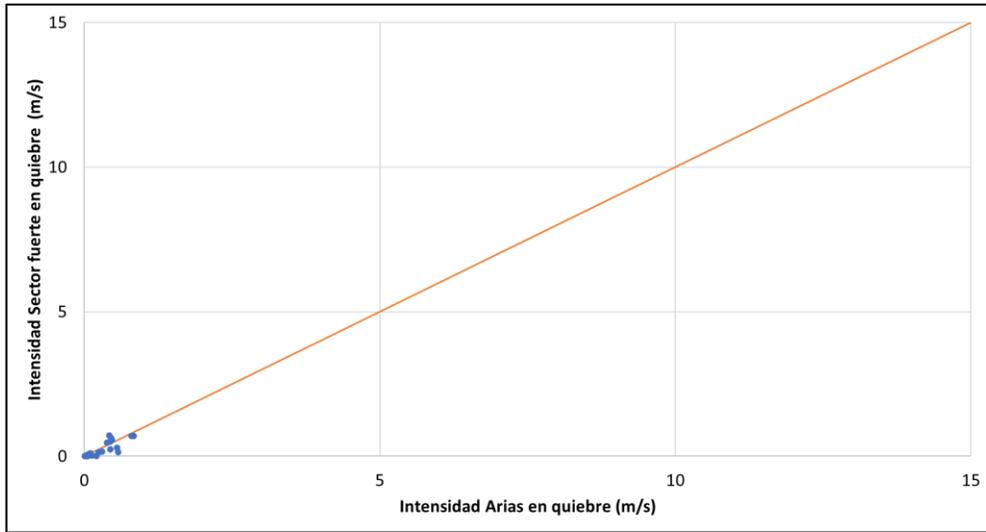


Fig. A3-5. *Intensidad de Arias en quiebre vs Intensidad del Sector Fuerte en quiebre para el perfil geotécnico con $H=100\text{m}$, estrato débil a 60m , espesor de 5m , arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros*

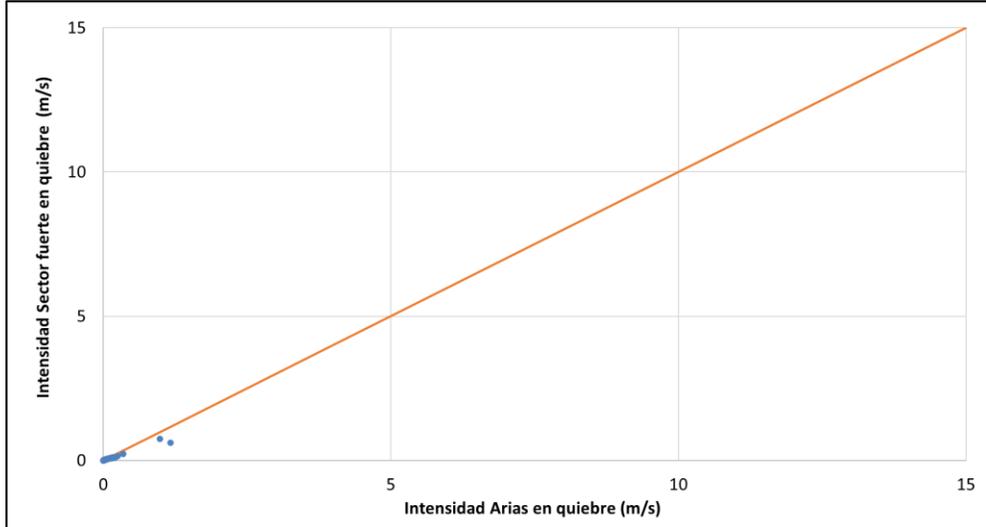


Fig. A3-6. *Intensidad de Arias en quiebre vs Intensidad del Sector Fuerte en quiebre para el perfil geotécnico con $H=100\text{m}$, estrato débil a 85m , espesor de 15m , arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros*

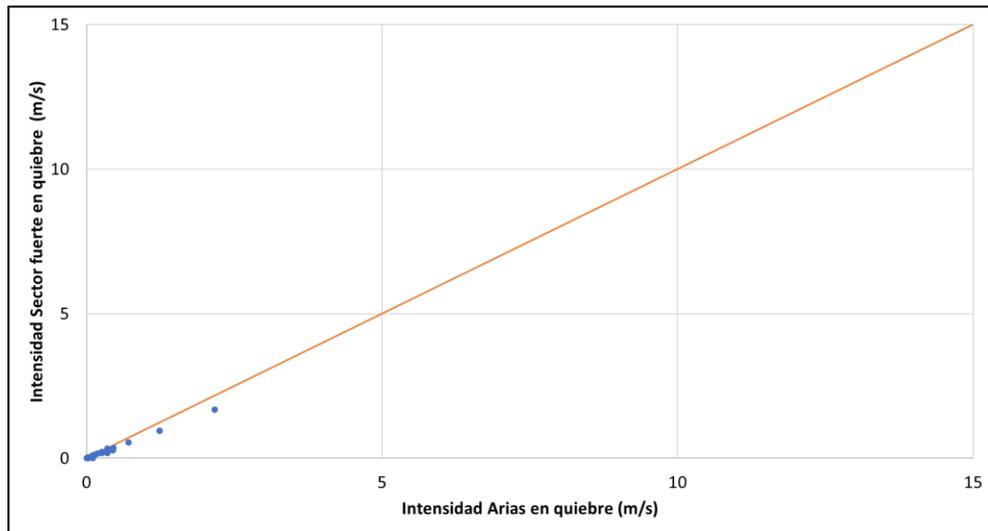


Fig. A3-7. *Intensidad de Arias en quiebre vs Intensidad del Sector Fuerte en quiebre para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a 85m, espesor de 5m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros*

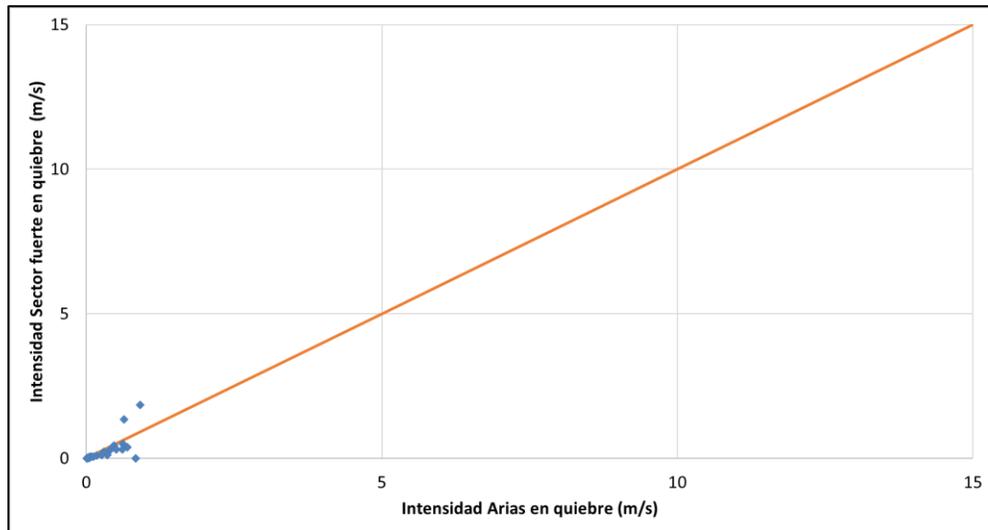


Fig. A3-8. *Intensidad de Arias en quiebre vs Intensidad del Sector Fuerte en quiebre para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a 20m, espesor de 15m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros*

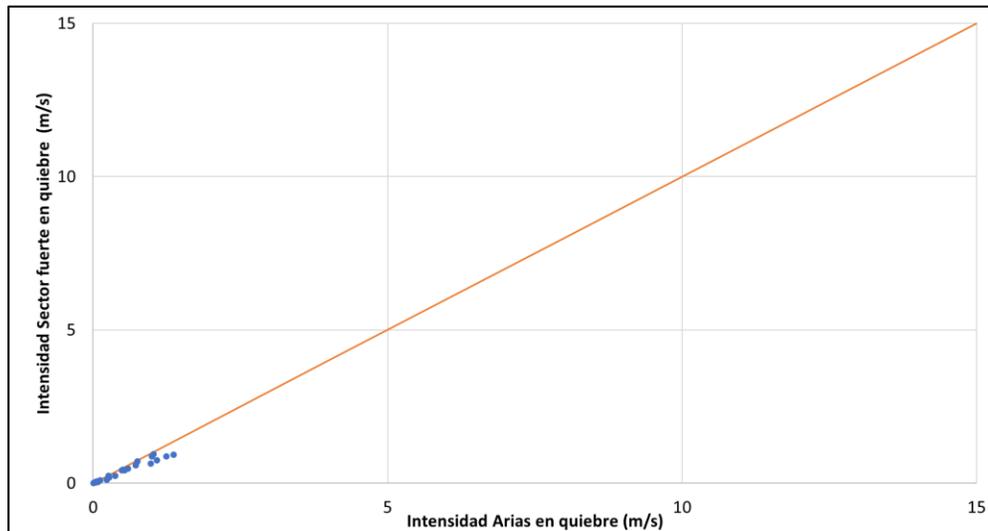


Fig. A3-9. Intensidad de Arias en quiebre vs Intensidad del Sector Fuerte en quiebre para el perfil geotécnico con $H=100\text{m}$, estrato débil a 20m, espesor de 5m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros

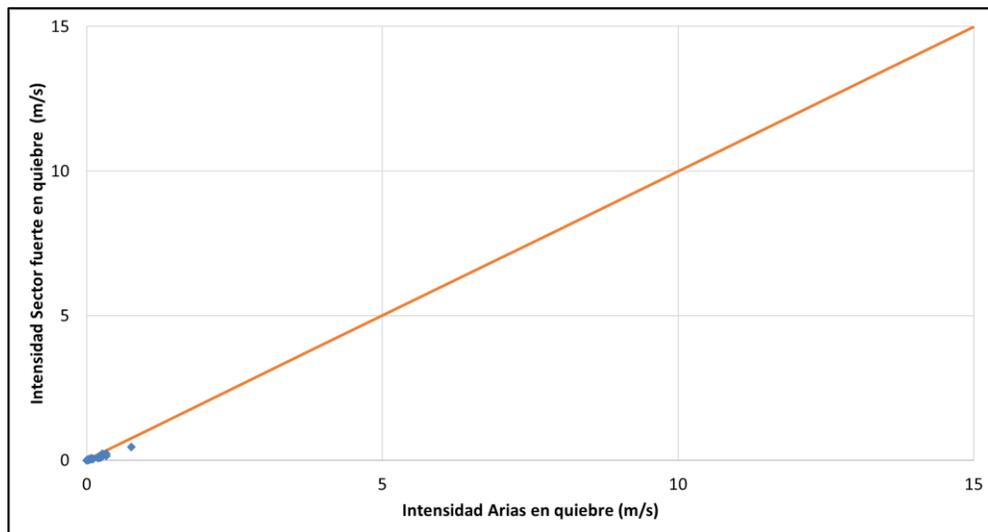


Fig. A3-10. Intensidad de Arias en quiebre vs Intensidad del Sector Fuerte en quiebre para el perfil geotécnico con $H=100\text{m}$, estrato débil a 60m, espesor de 15m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros

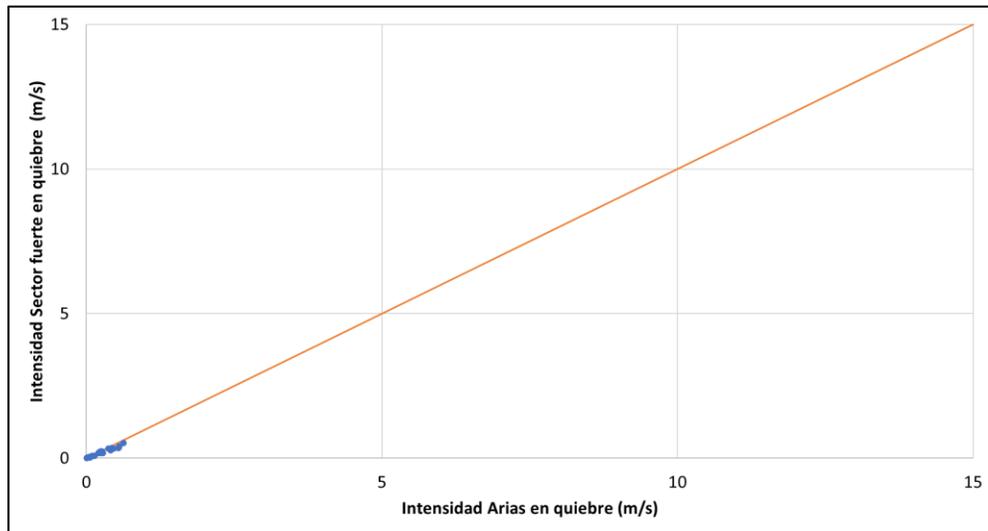


Fig. A3-11. Intensidad de Arias en quiebre vs Intensidad del Sector Fuerte en quiebre para el perfil geotécnico con $H=100\text{m}$, estrato débil a 60m , espesor de 5m , arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros

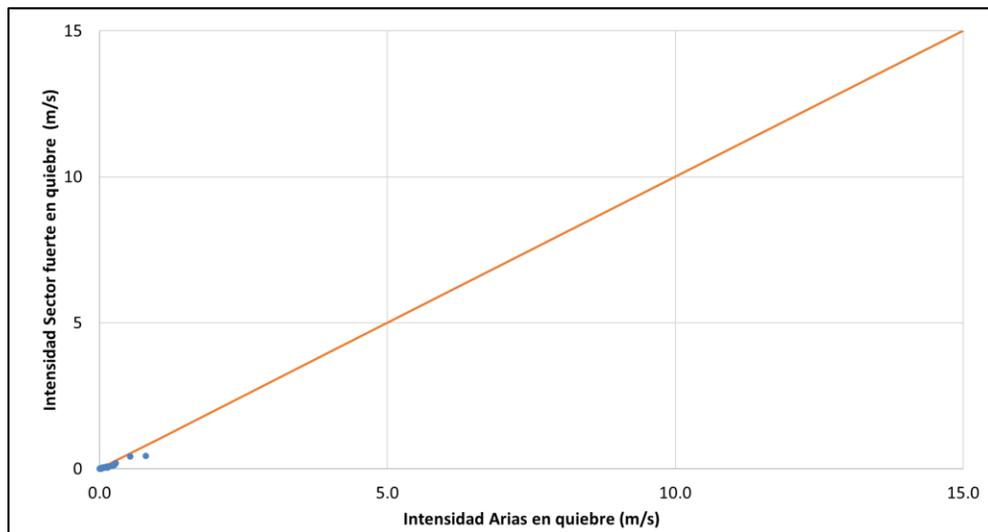


Fig. A3-12. Intensidad de Arias en quiebre vs Intensidad del Sector Fuerte en quiebre para el perfil geotécnico con $H=100\text{m}$, estrato débil a 85m , espesor de 15m , arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros

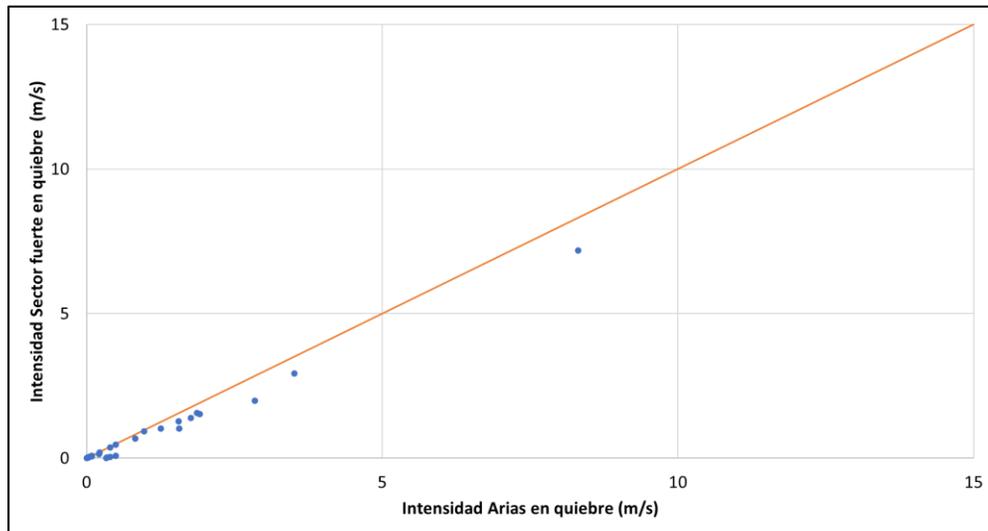


Fig. A3-13. Intensidad de Arias en quiebre vs Intensidad del Sector Fuerte en quiebre para el perfil geotécnico con $H=100\text{m}$, estrato débil a 85m , espesor de 5m , arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.

Apéndice 4: Intensidades y Presión de Poros

Intensidad de Arias en quiebre con la Intensidad del Sector fuerte en quiebre con respecto a la Presión de poros para cada una de las variaciones del perfil geotécnico

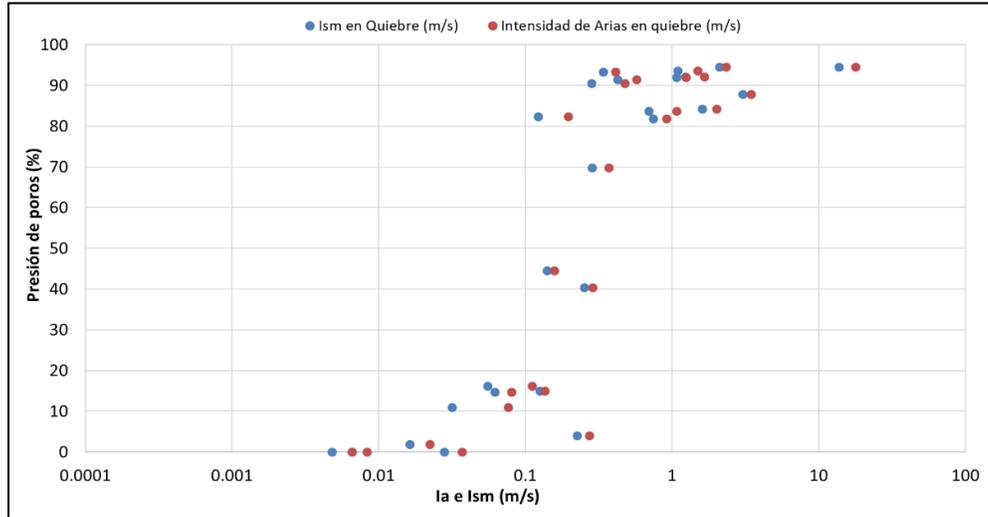


Fig. A4-1. Intensidades (Arias y Sector fuerte en quiebre) vs Presión de poros para el perfil original de Treasure Island, $H=20m$. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros

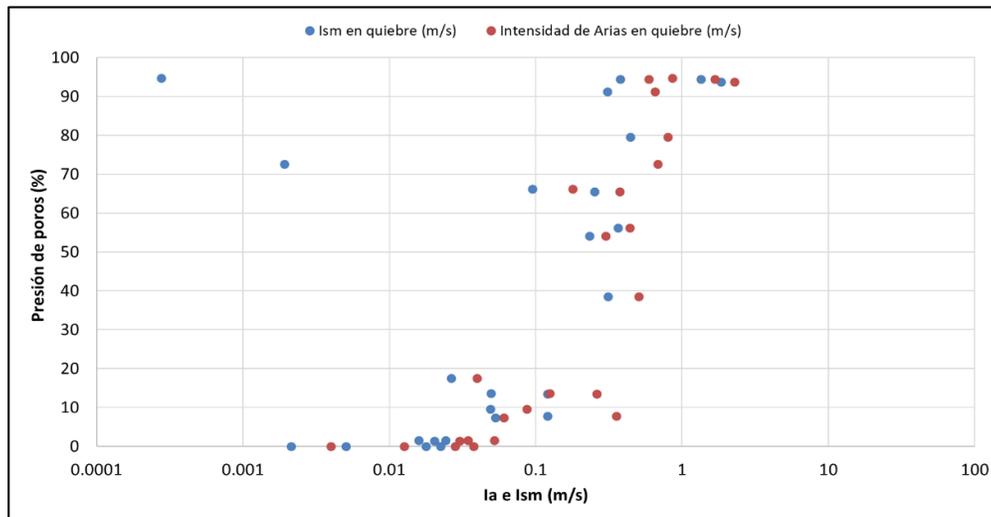


Fig. A4-2. Intensidades (Arias y Sector fuerte en quiebre) vs Presión de Poros para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a 20m, espesor de 15m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros

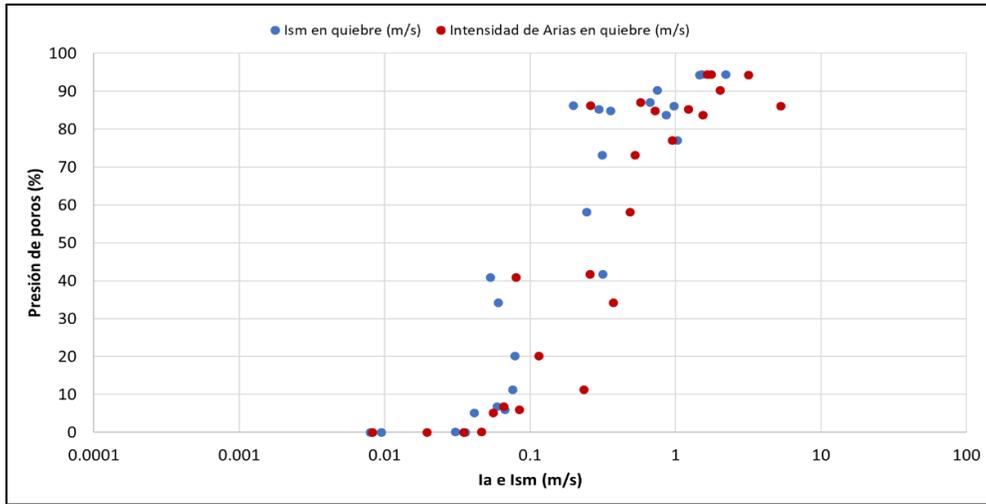


Fig. A4-3. Intensidades (Arias y Sector fuerte en quiebre) vs Presión de Poros para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a $20m$, espesor de $5m$, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros

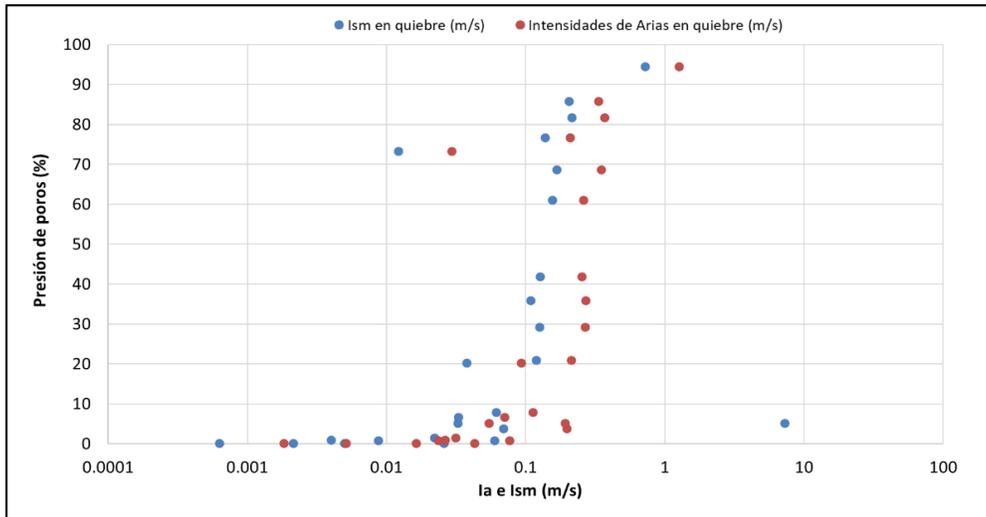


Fig. A4-4. Intensidades (Arias y Sector fuerte en quiebre) vs Presión de Poros para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a $60m$, espesor de $15m$, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros

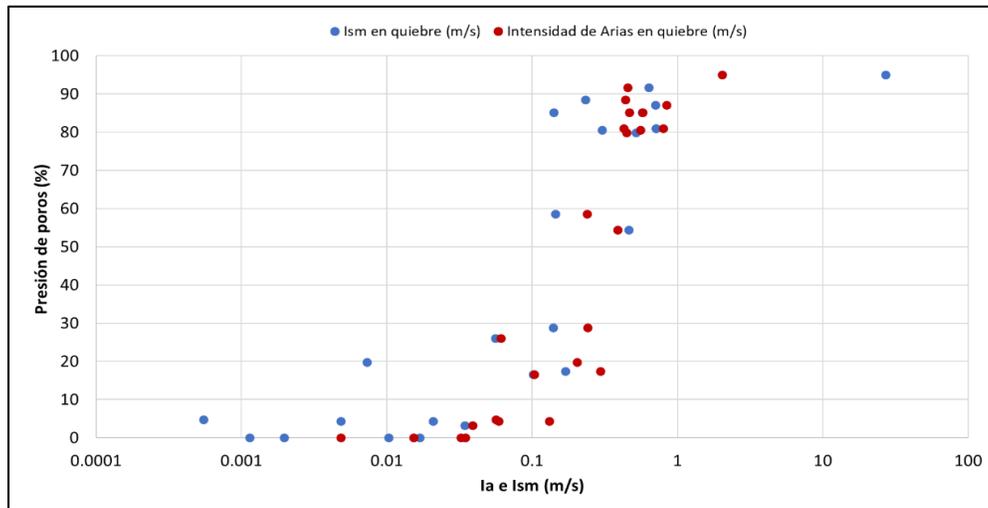


Fig. A4-5. Intensidades (Arias y Sector fuerte en quiebre) vs Presión de Poros para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a $60m$, espesor de $5m$, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros

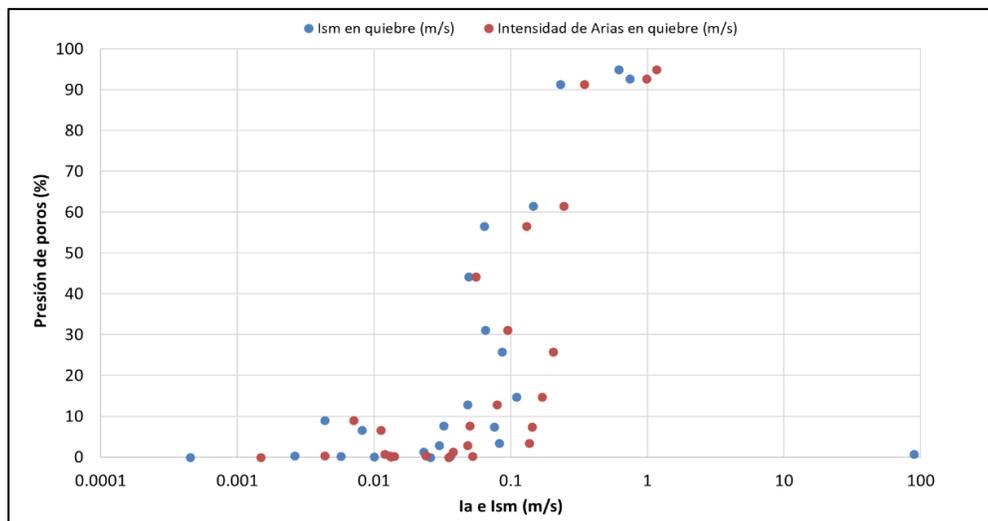


Fig. A4-6. Intensidades (Arias y Sector fuerte en quiebre) vs Presión de Poros para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a $85m$, espesor de $15m$, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros

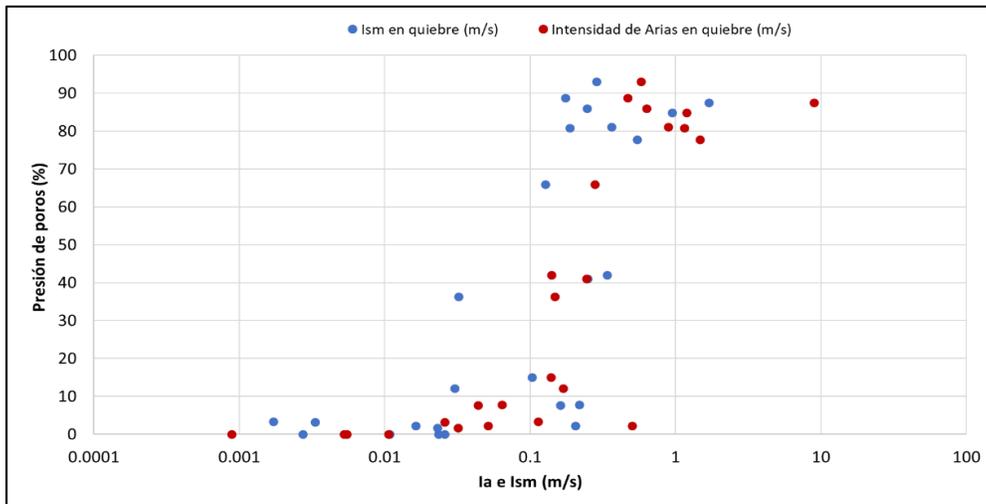


Fig. A4-7. Intensidades (Arias y Sector fuerte en quiebre) vs Presión de Poros para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a 85m, espesor de 5m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros

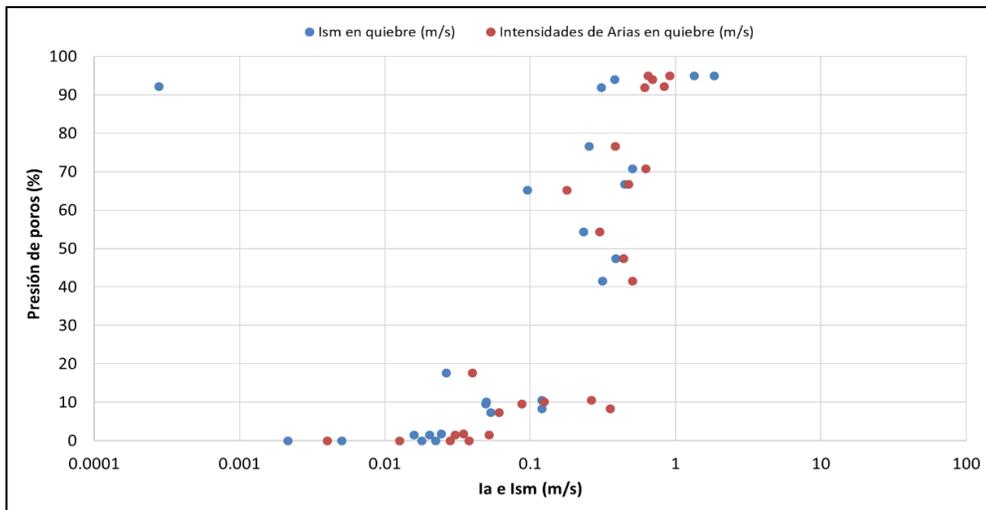


Fig. A4-8. Intensidades (Arias y Sector fuerte en quiebre) vs Presión de Poros para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a 20m, espesor de 15m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros

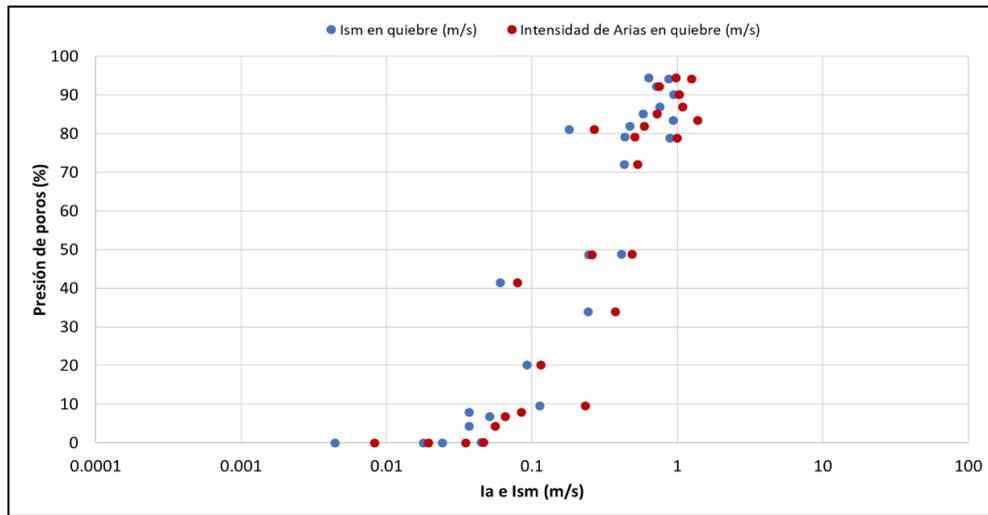


Fig. A4-9. Intensidades (Arias y Sector fuerte en quiebre) vs Presión de Poros para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a 20m, espesor de 5m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros

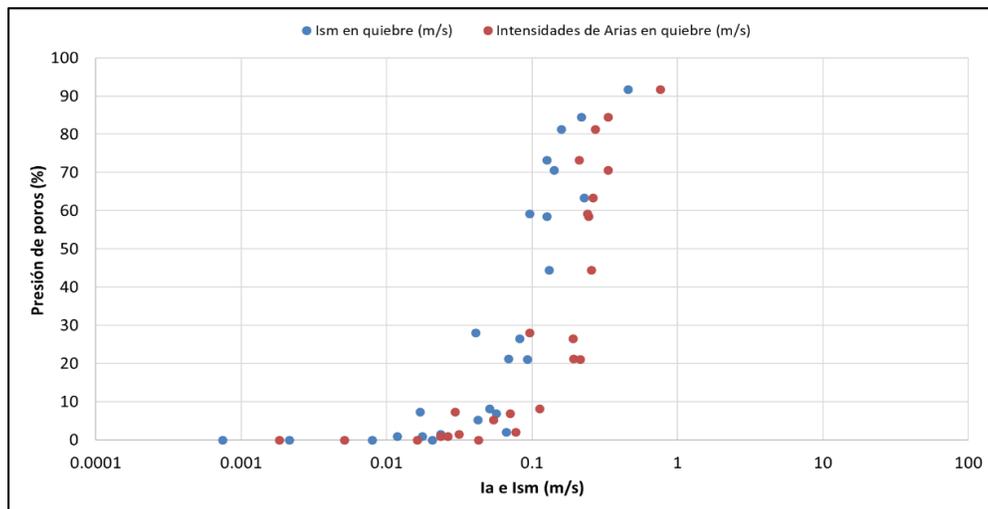


Fig. A4-10. Intensidades (Arias y Sector fuerte en quiebre) vs Presión de Poros para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a 60m, espesor de 15m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros

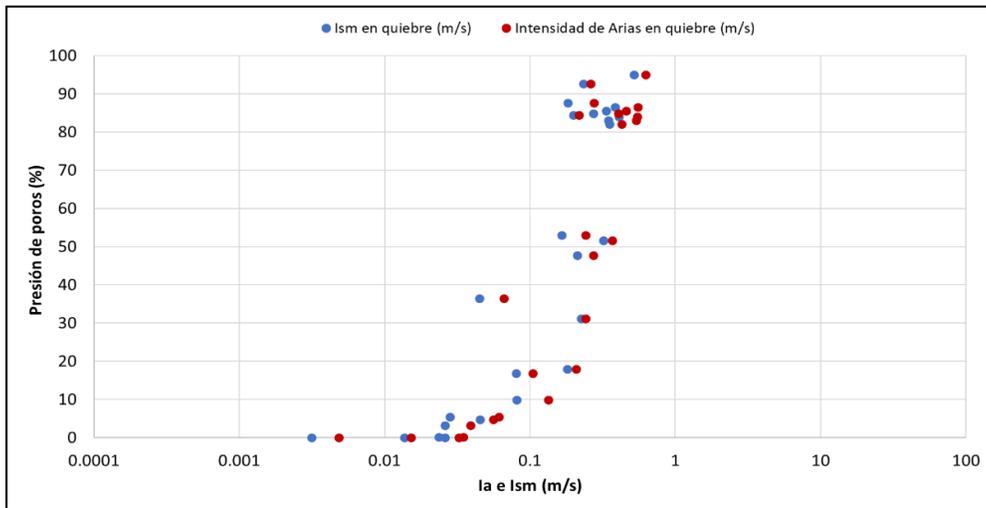


Fig. A4-11. Intensidades (Arias y Sector fuerte en quiebre) vs Presión de Poros para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a $60m$, espesor de $5m$, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros

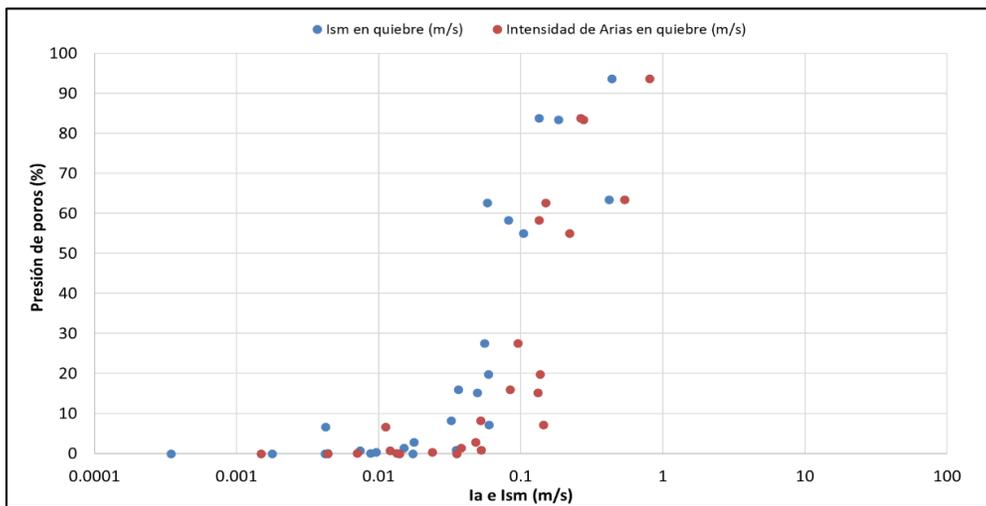


Fig. A4-12. Intensidades (Arias y Sector fuerte en quiebre) vs Presión de Poros para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a $85m$, espesor de $15m$, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros

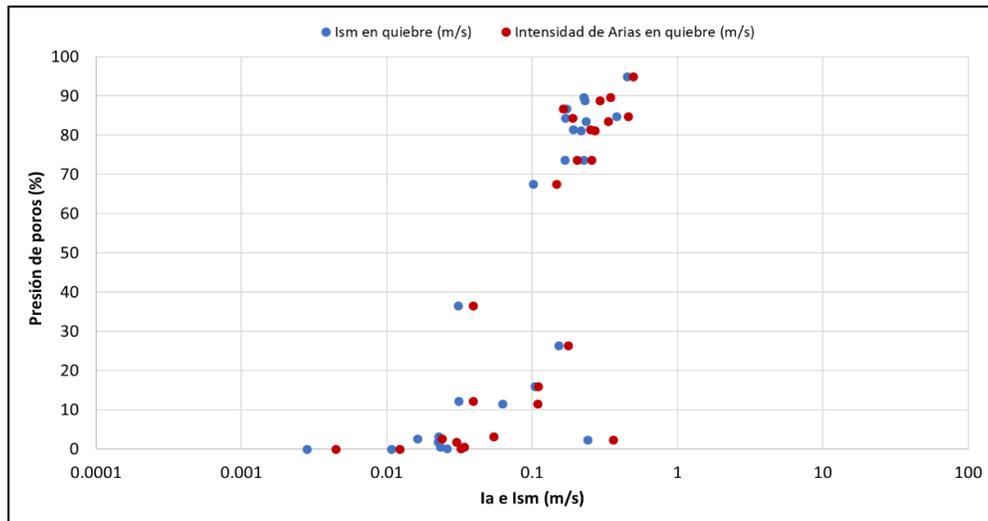


Fig. A4-13. Intensidades (Arias y Sector fuerte en quiebre) vs Presión de Poros para el perfil geotécnico con $H=100\text{m}$, estrato débil a 85m , espesor de 5m , arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros

Apéndice 5: Presión de poros y desplazamiento

Presión de poros con respecto al desplazamiento para cada una de las variaciones del perfil geotécnico.

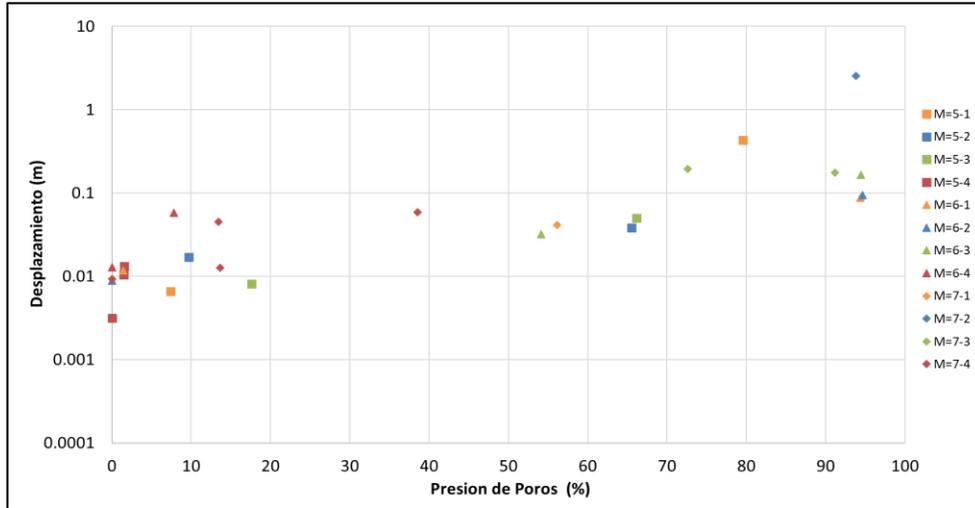


Fig. A5-1. Presión de poros vs desplazamiento para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a 20m, espesor de 15m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros

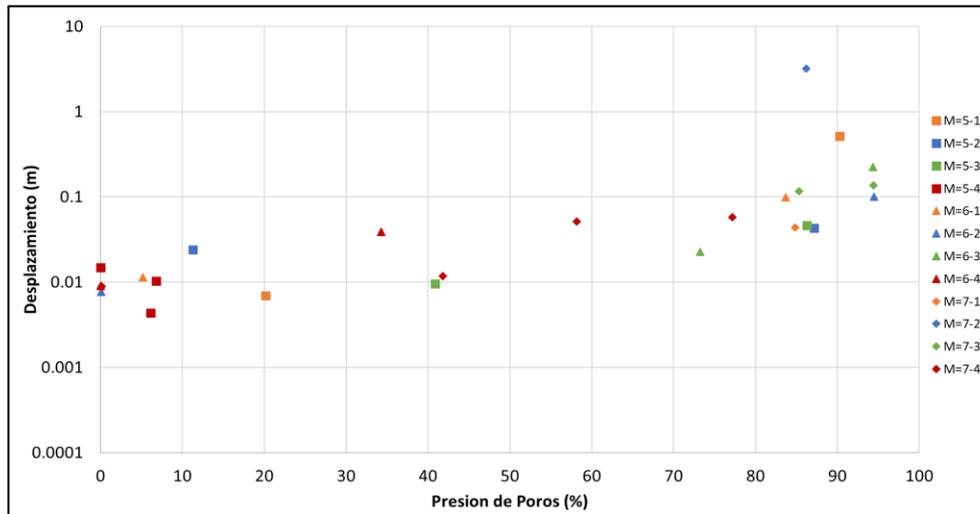


Fig. A5-2. Presión de poros vs desplazamiento para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a 20m, espesor de 5m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros

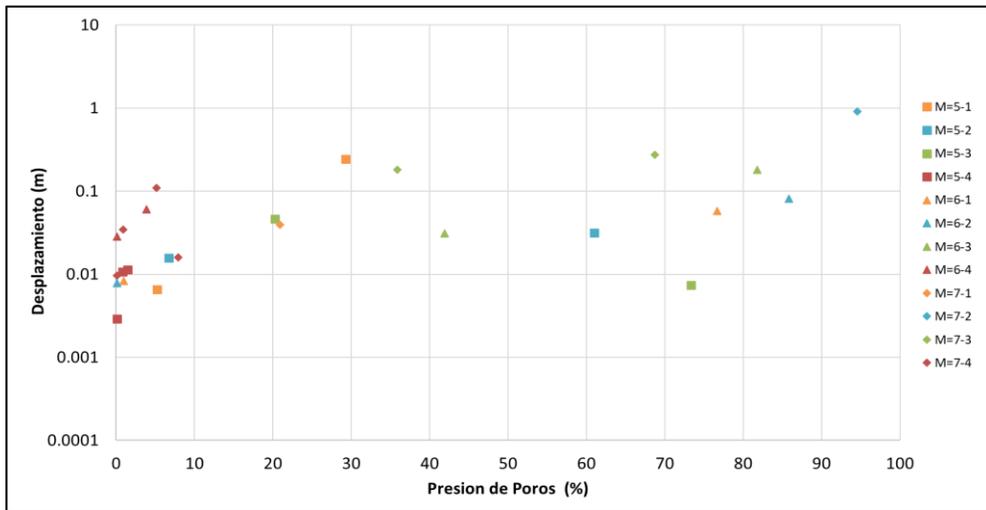


Fig. A5-3. Presión de poros vs desplazamiento para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a 60m, espesor de 15m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros.

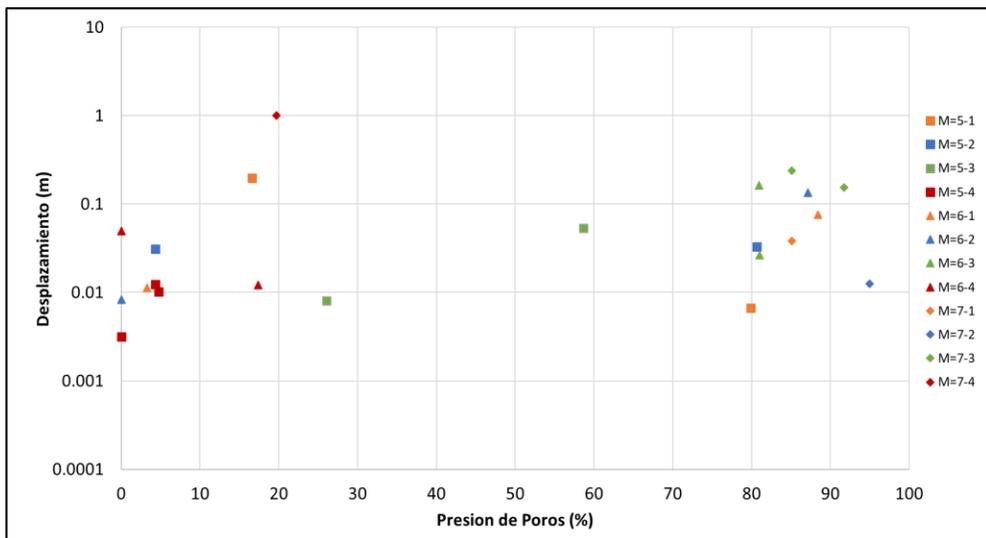


Fig. A5-4. Presión de poros vs desplazamiento para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a 60m, espesor de 5m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros

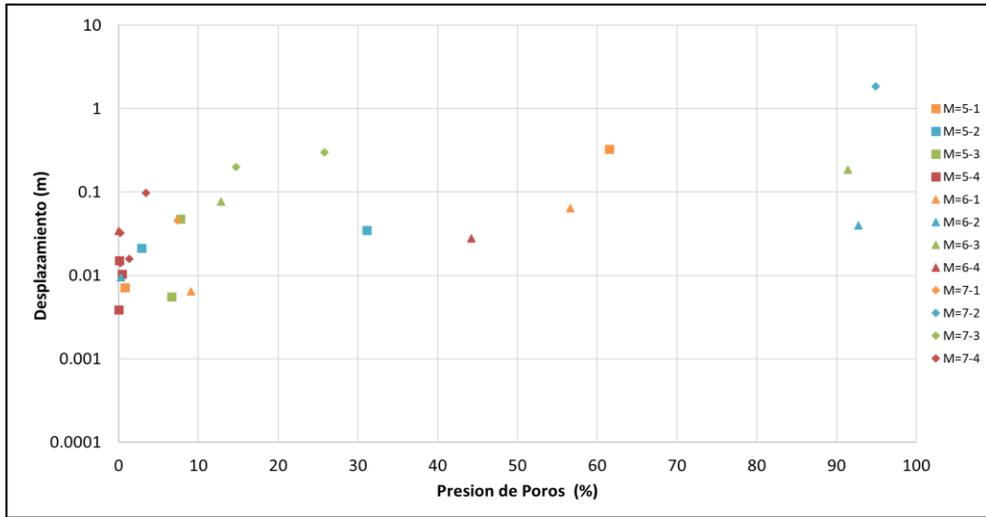


Fig. A5-5. Presión de poros vs desplazamiento para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a 85m, espesor de 15m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros

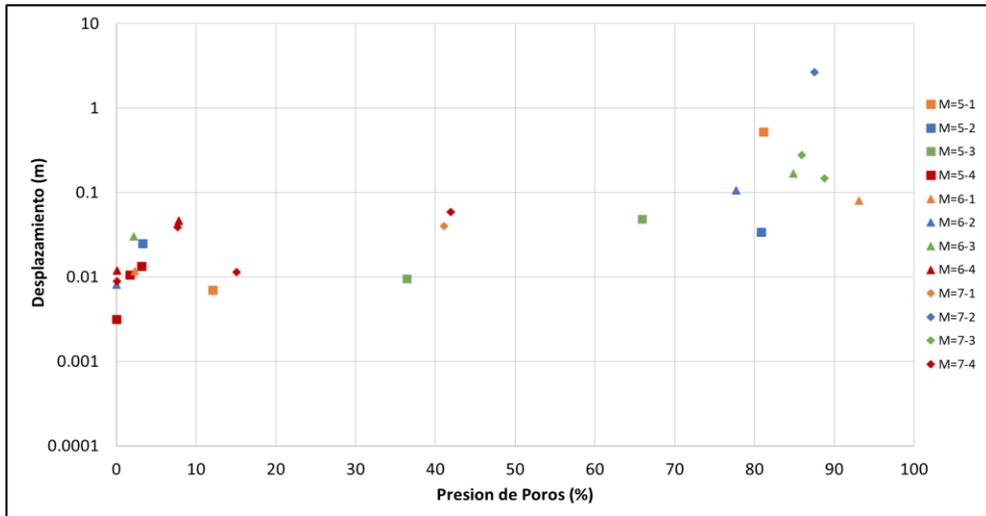


Fig. A5-6. Presión de poros vs desplazamiento para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a 85m, espesor de 5m, arcilla. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros

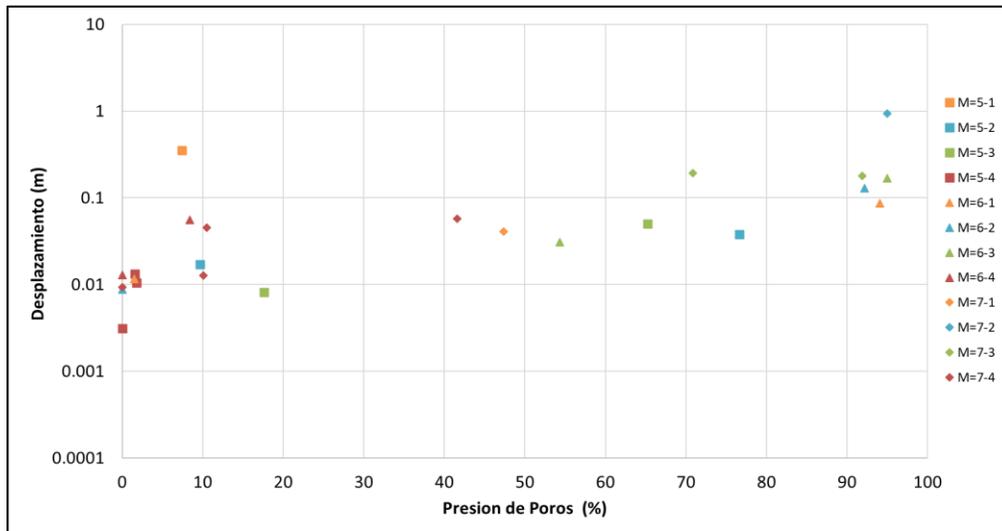


Fig. A5-7. Presión de poros vs desplazamiento para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a 20m, espesor de 15m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros

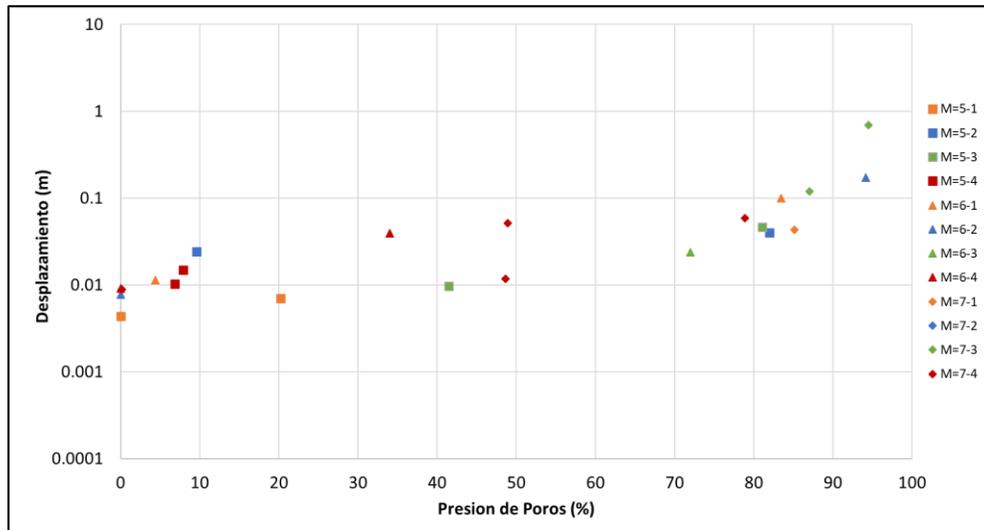


Fig. A5-8. Presión de poros vs desplazamiento para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a 20m, espesor de 5m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros

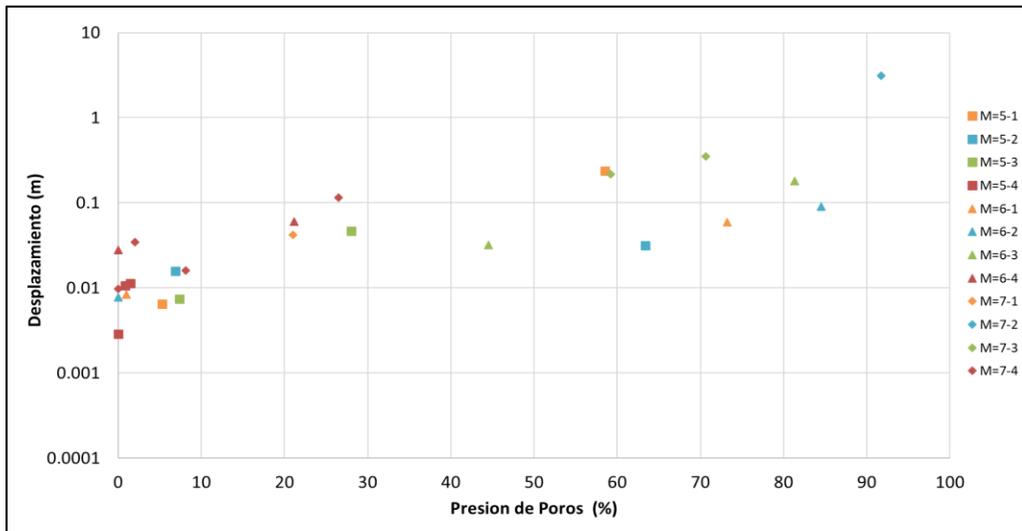


Fig. A5-9. Presión de poros vs desplazamiento para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a $60m$, espesor de $15m$, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros

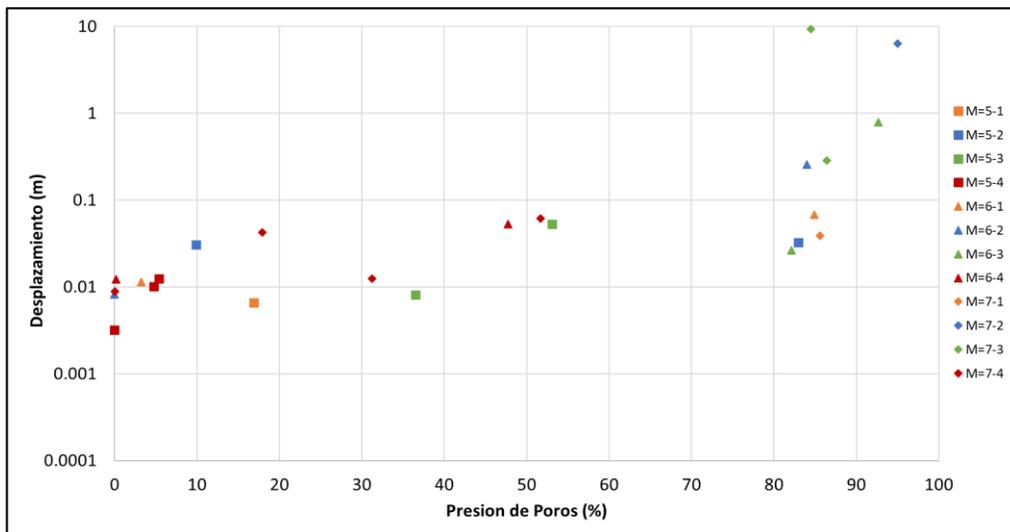


Fig. A5-10. Presión de poros vs desplazamiento para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a $60m$, espesor de $5m$, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros

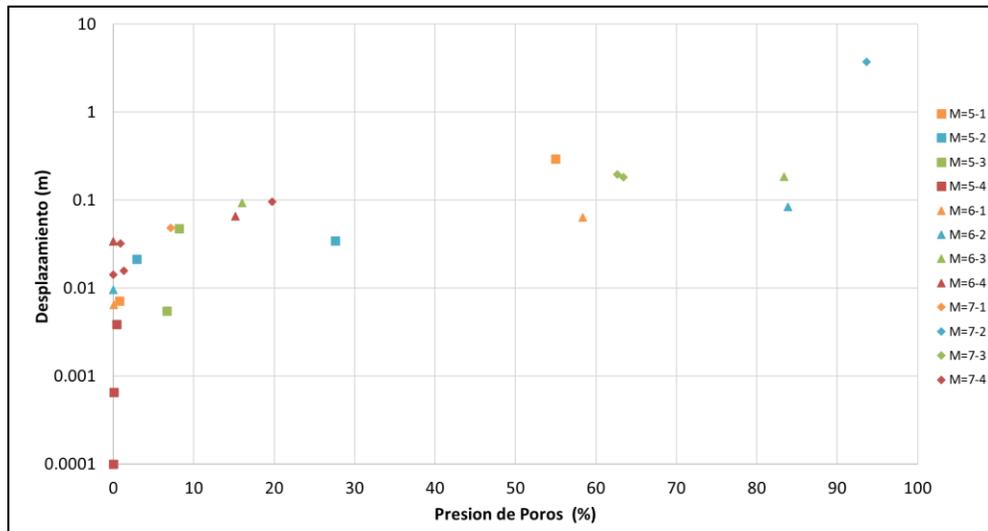


Fig. A5-11. Presión de poros vs desplazamiento para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a 85m, espesor de 15m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros

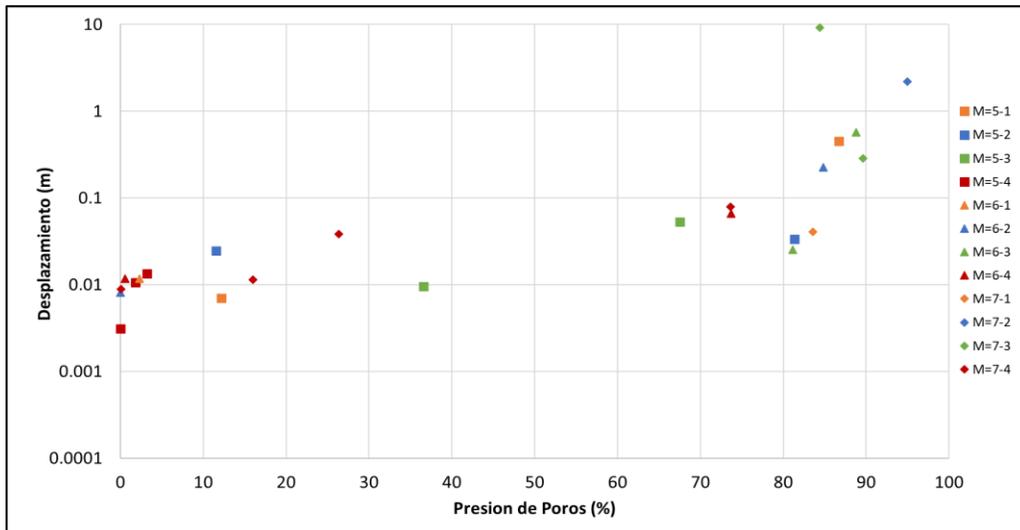


Fig. A5-12. Presión de poros vs desplazamiento para el perfil geotécnico con $H=100m$, estrato débil a 85m, espesor de 5m, arena. Con las distintas magnitudes y tipos de espectros

Apéndice 6: Aceleraciones espectrales en quiebre clasificadas por tipo de espectro

Promedio de las aceleraciones espectrales en quiebre con respecto al tiempo para todos los casos de estudio y registro estudiados.

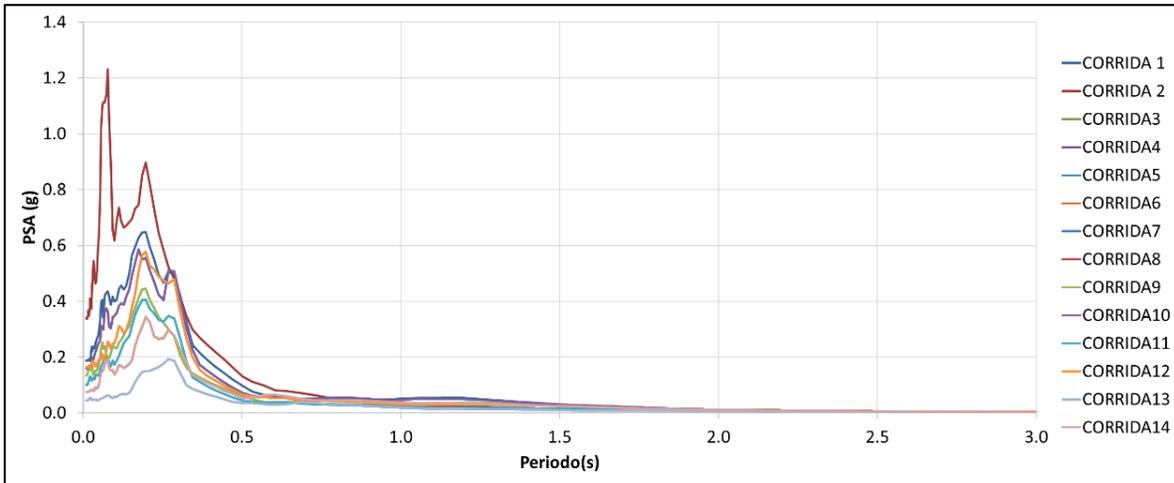


Fig. A6-1. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Coalinga-M5,09. Espectro Tipo1

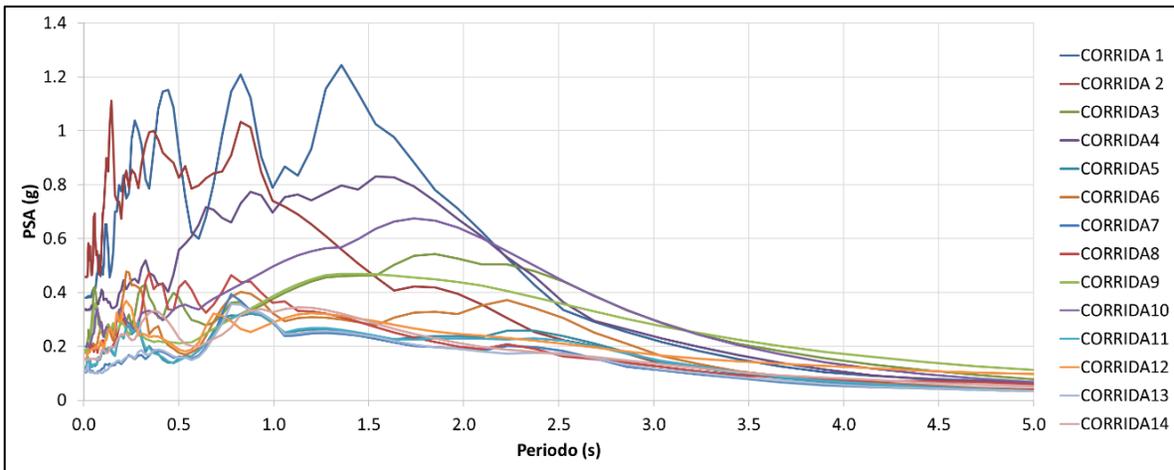


Fig. A6-2. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de San Salvador-M5,80. Espectro Tipo1

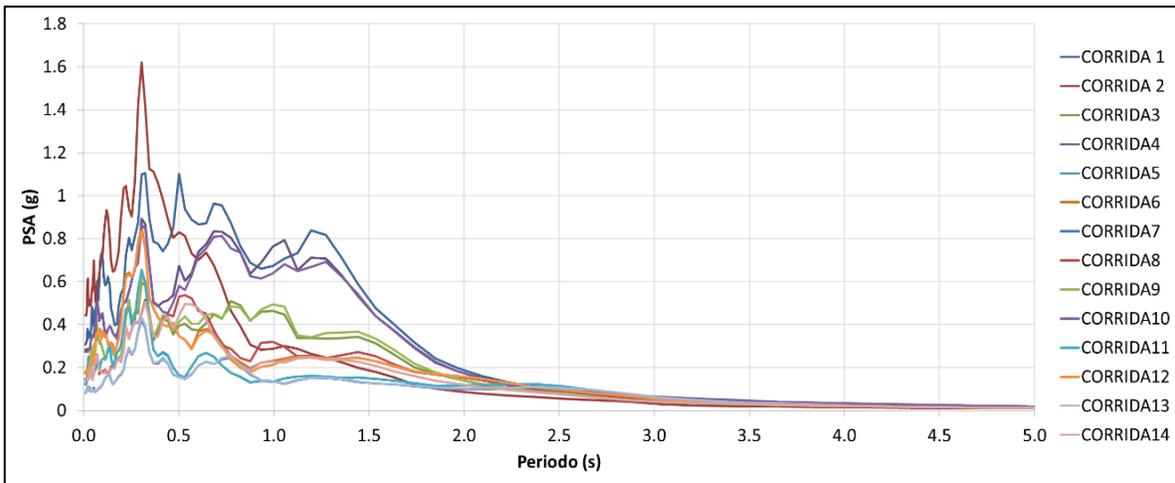


Fig. A6-3. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Katamata Greece-M6,20.

Espectro Tipo1

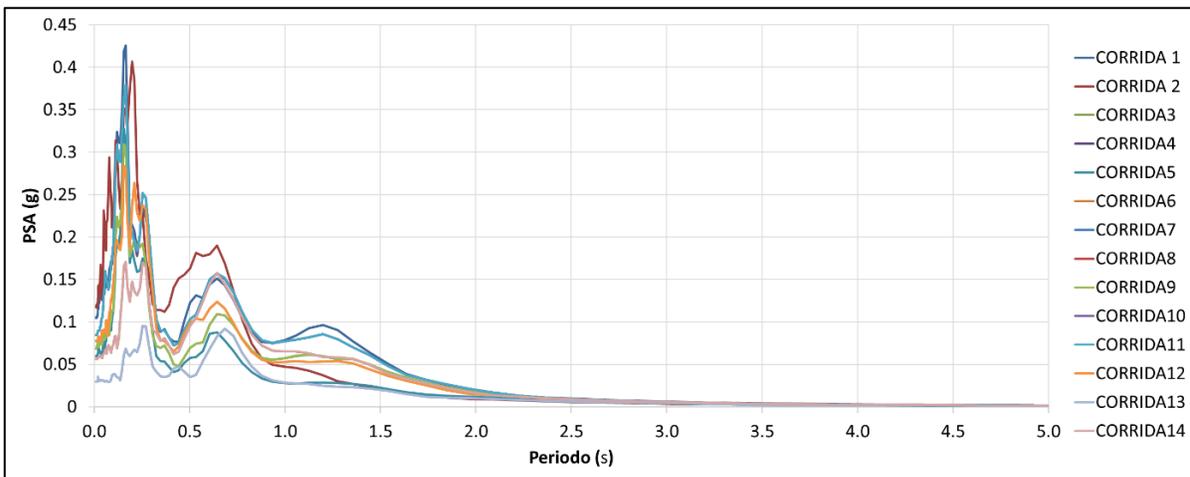


Figura A6-4. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de N Palm Spring-M6,06.

Espectro Tipo1

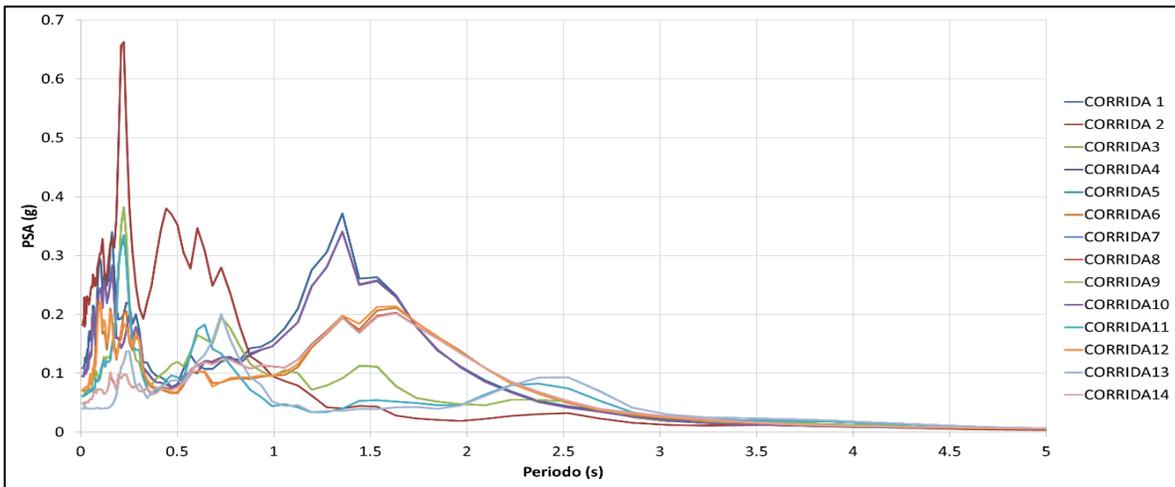


Figura A6-5. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Coyote-M5,74. Espectro Tipo2

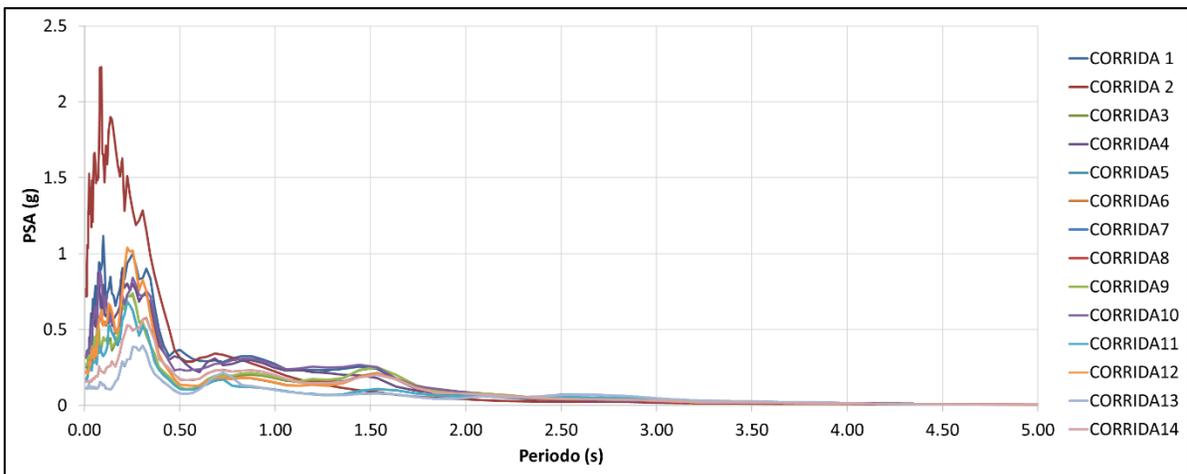


Figura A6-6. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Baja California-M5.50. Espectro Tipo2

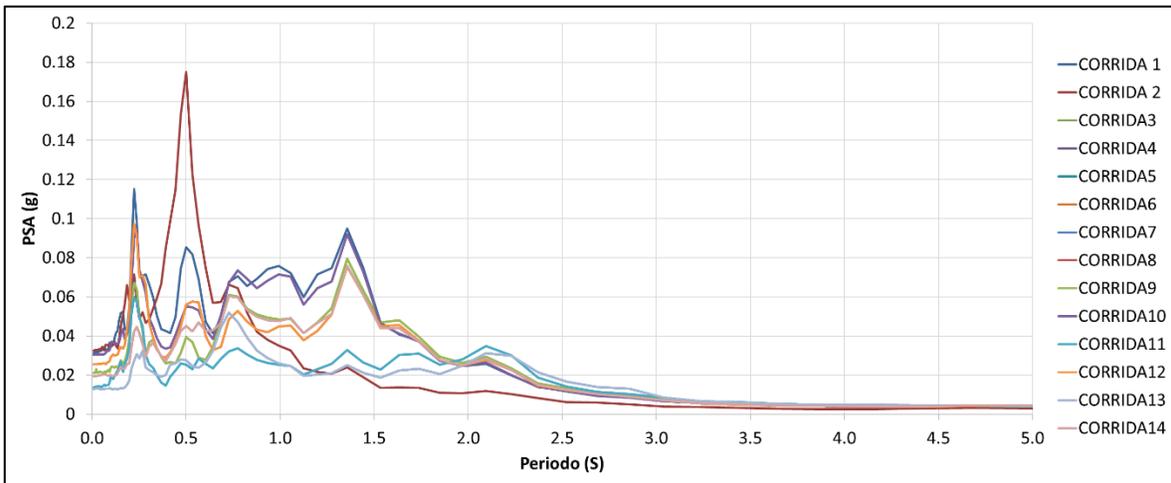


Figura A6-7. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Georgia-M6,20. Espectro Tipo2

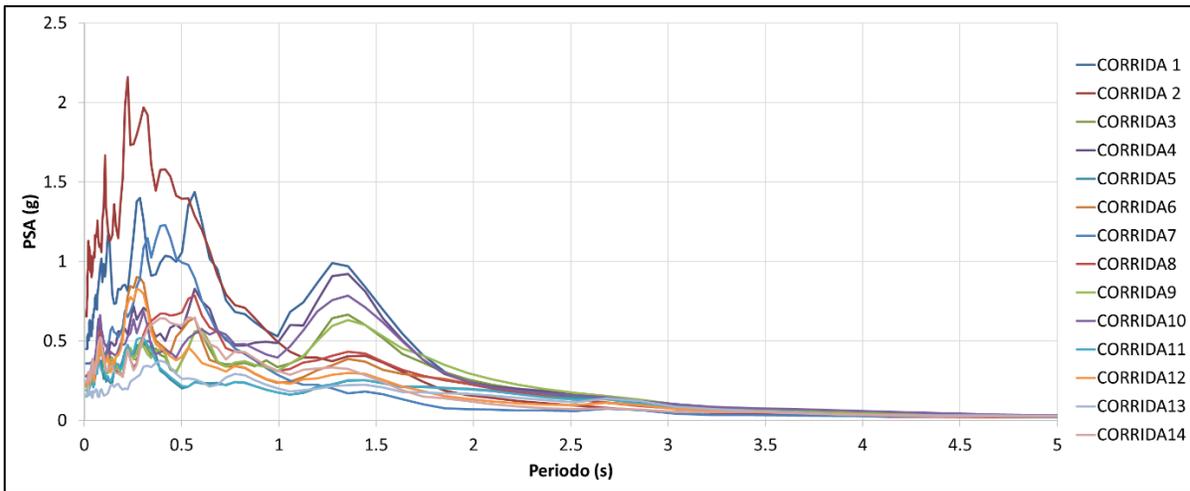


Figura A6-8. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Chalfant, Valley-M6,19. Espectro Tipo2

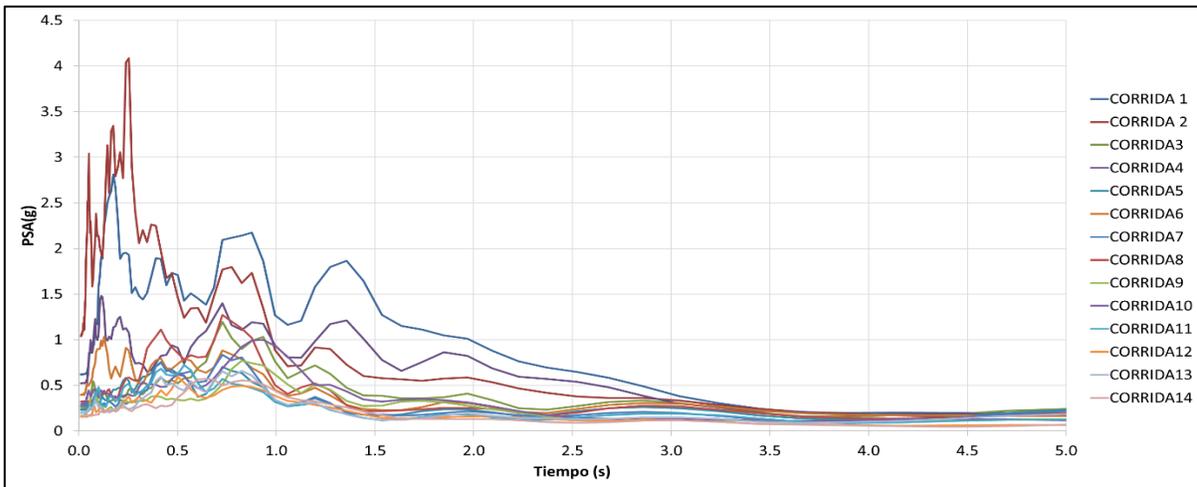


Figura A6-9. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Tabas, Iran-M7,35- Espectro Tipo2

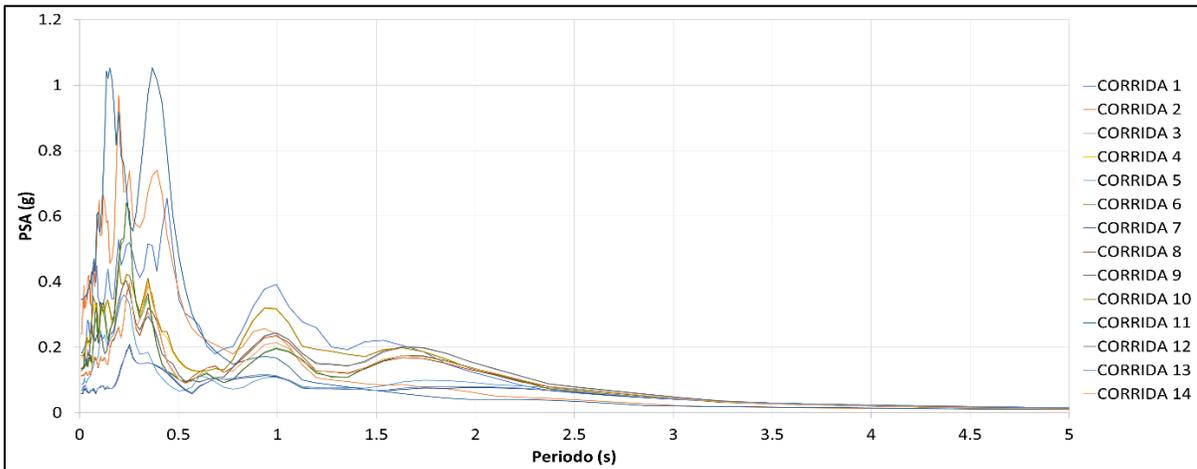


Figura A6-10. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Managua-Nicaragua-M5.20- Espectro Tipo3

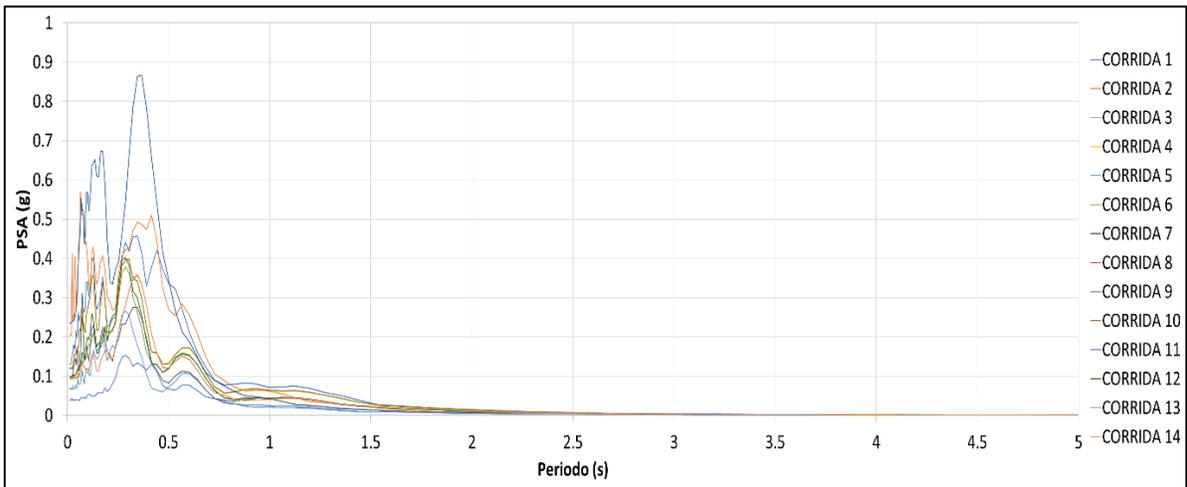


Figura A6-11. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Dursunbey-Turkey-M5.34- Espectro Tipo3

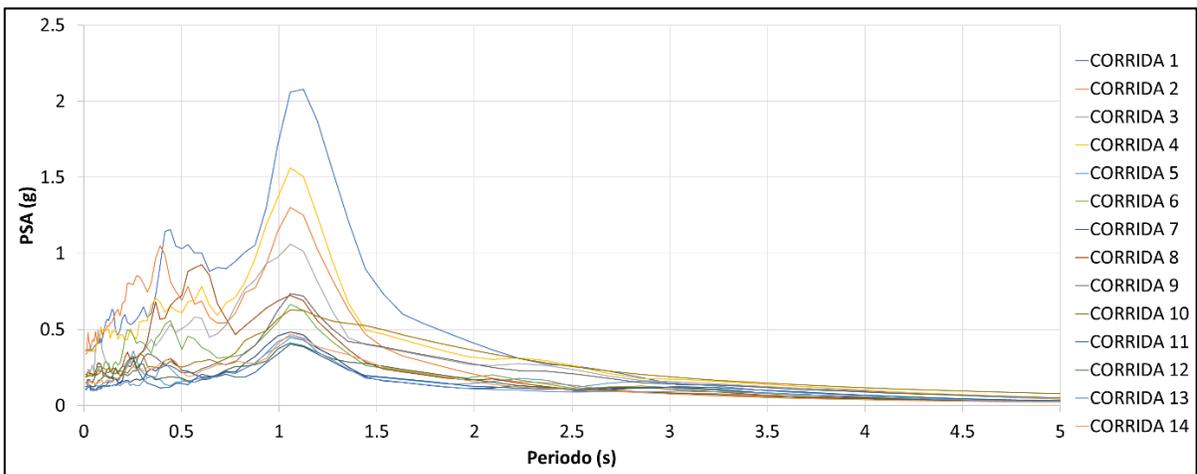


Figura A6-12. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Coalinga-M6.36. Espectro Tipo3

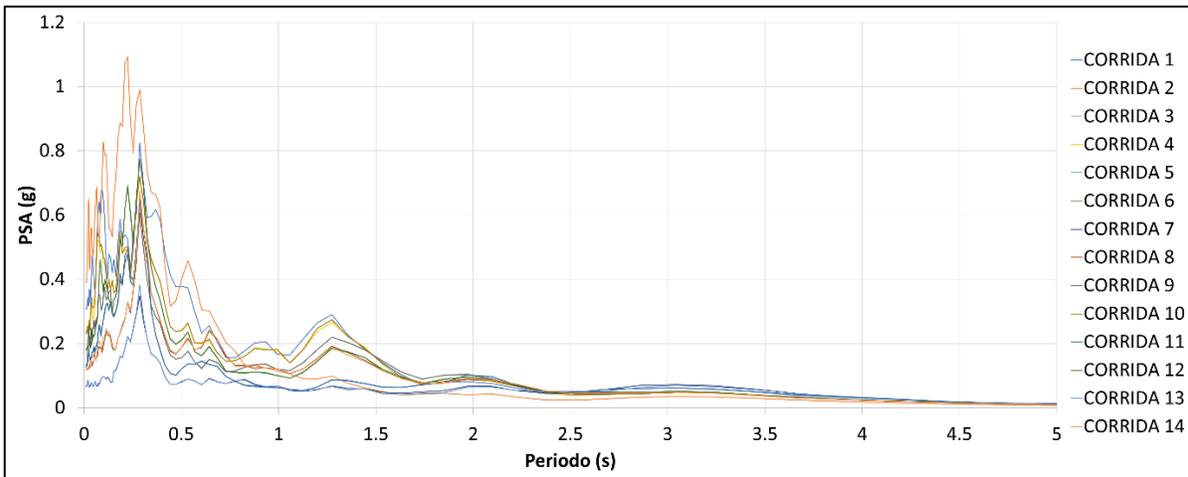


Figura A6-13. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Mammoth Lakes-M6.06.

Espectro Tipo3

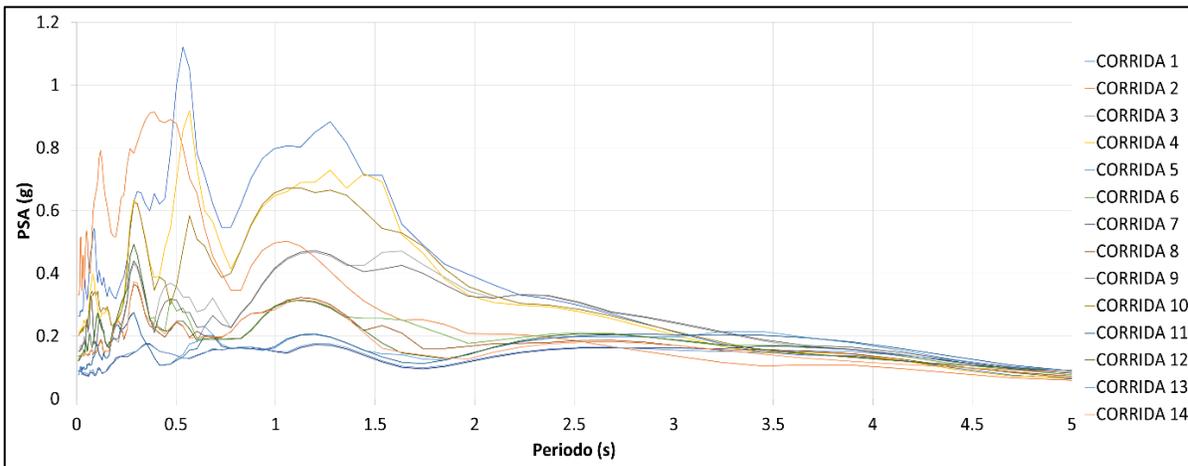
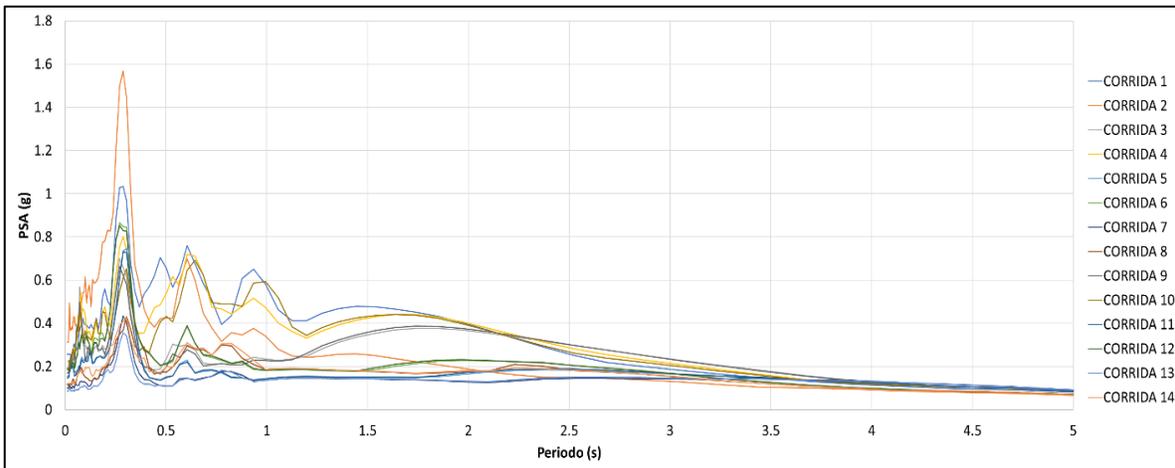
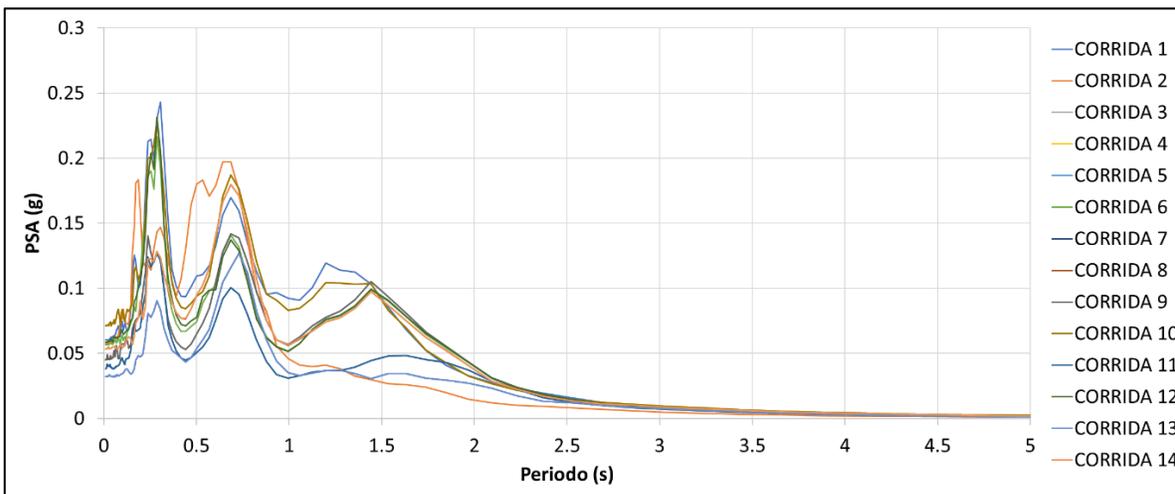


Figura A6-14. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Cape Mendocino-M7.01.

Espectro Tipo3



*Figura A6-15. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Kocaeli Turkey-M7,51.
Espectro Tipo3*



*Figura A6-16. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Central Calif-M5,00.
Espectro Tipo4*

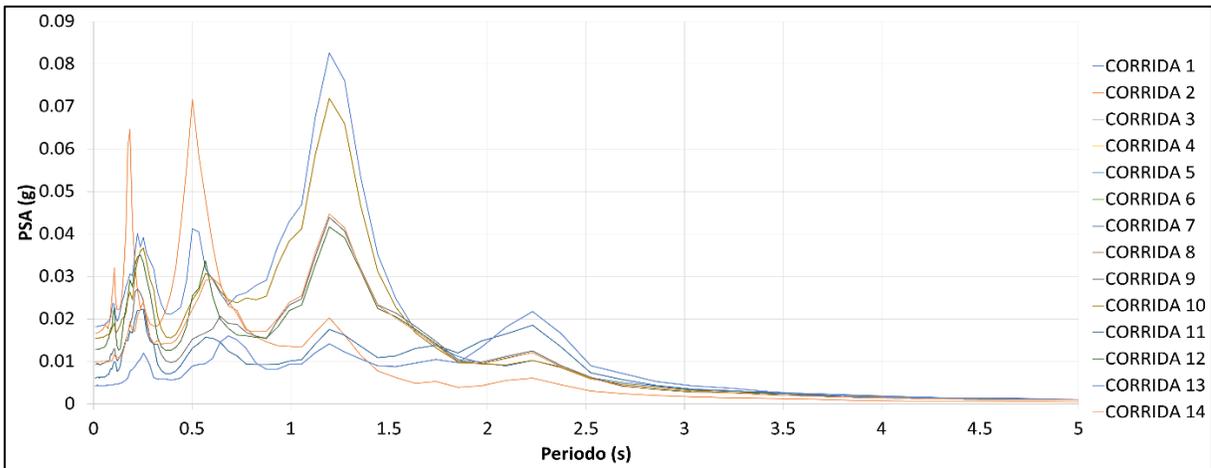


Figura A6-17. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Guld of California-M5,70.

Espectro Tipo4

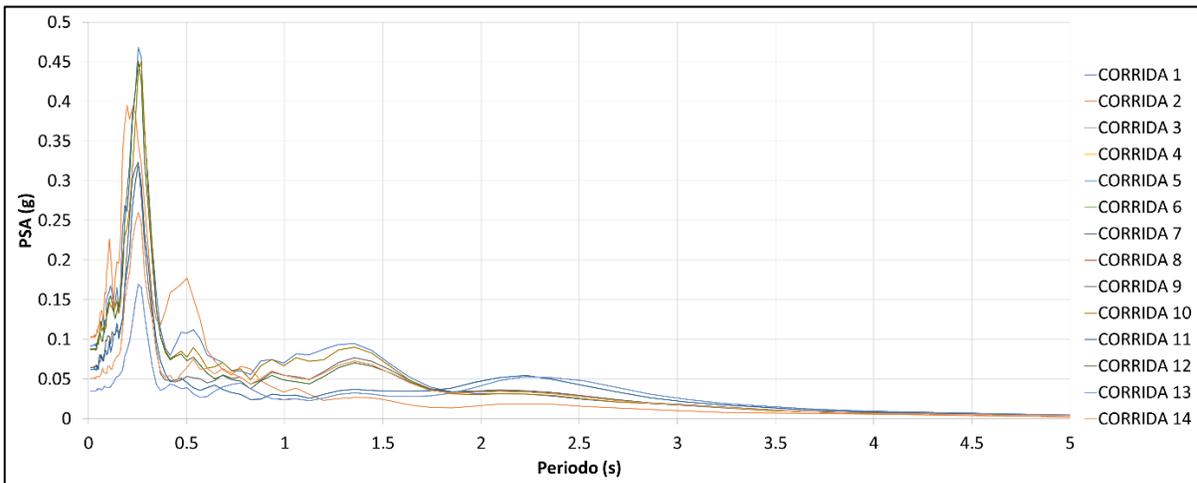


Figura A6-18. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de New Zealand-M5.50.

Espectro Tipo4

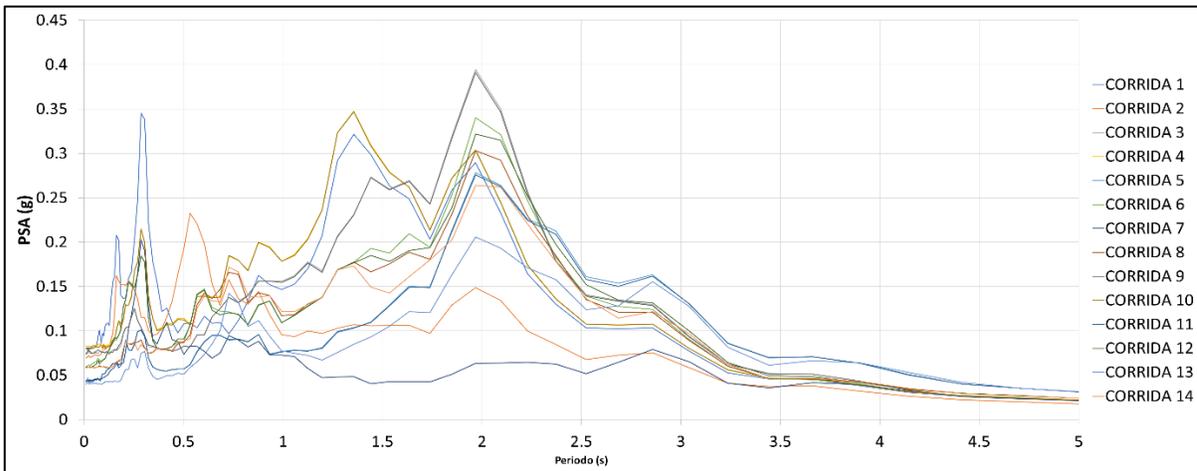


Figura A6-19. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Chi-Chi Taiwan-M6,20.

Espectro Tipo4

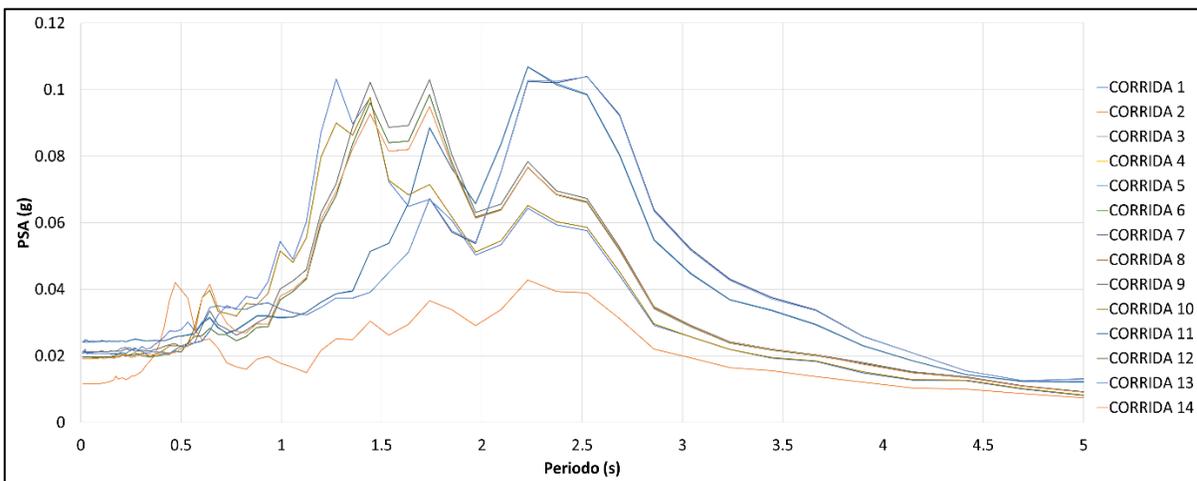


Figura A6-20. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de San Simeon-M6,52.

Espectro Tipo4

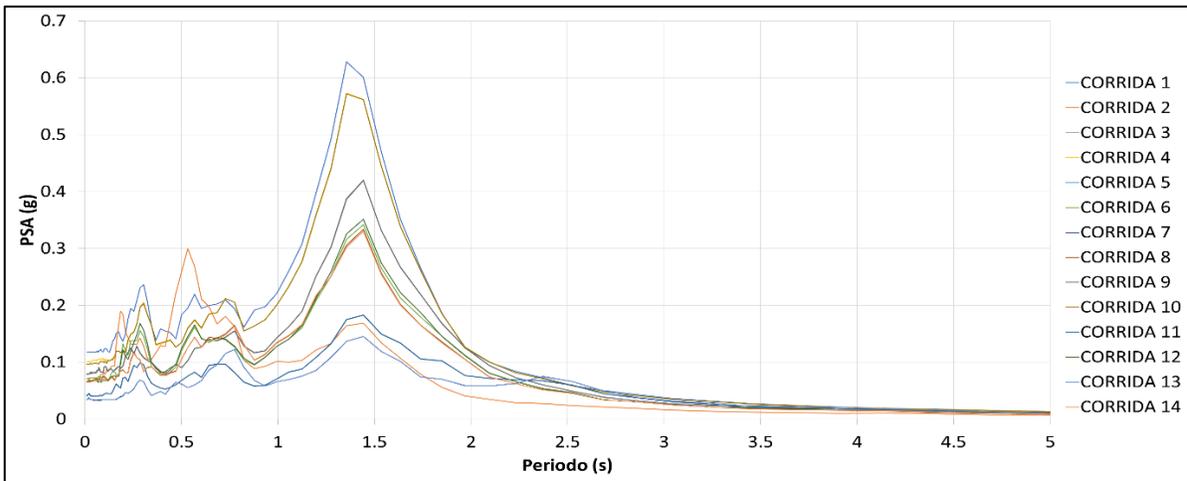


Figura A6-21. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Hector Mine-M7,13.

Espectro Tipo4

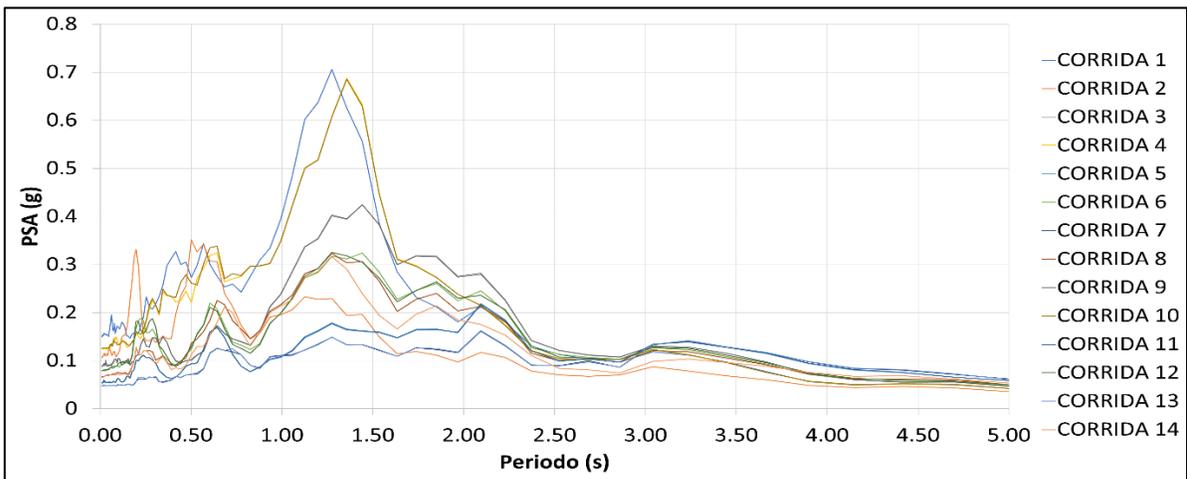


Figura A6-22. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Landers-M7,28. Espectro

Tipo4

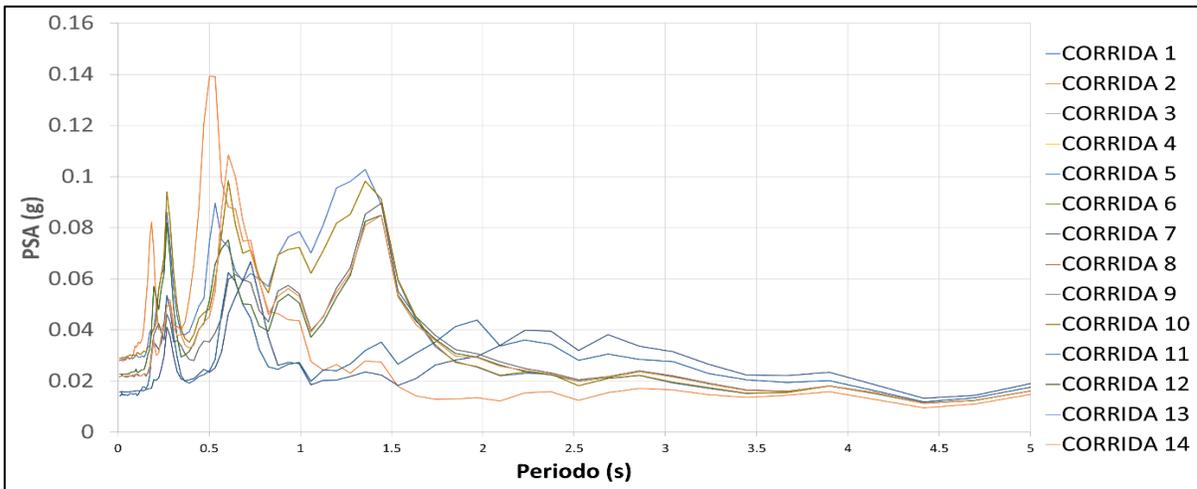


Figura A6-23. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas con el registro de Durce, Turkey-M7,14.

Espectro Tipo4

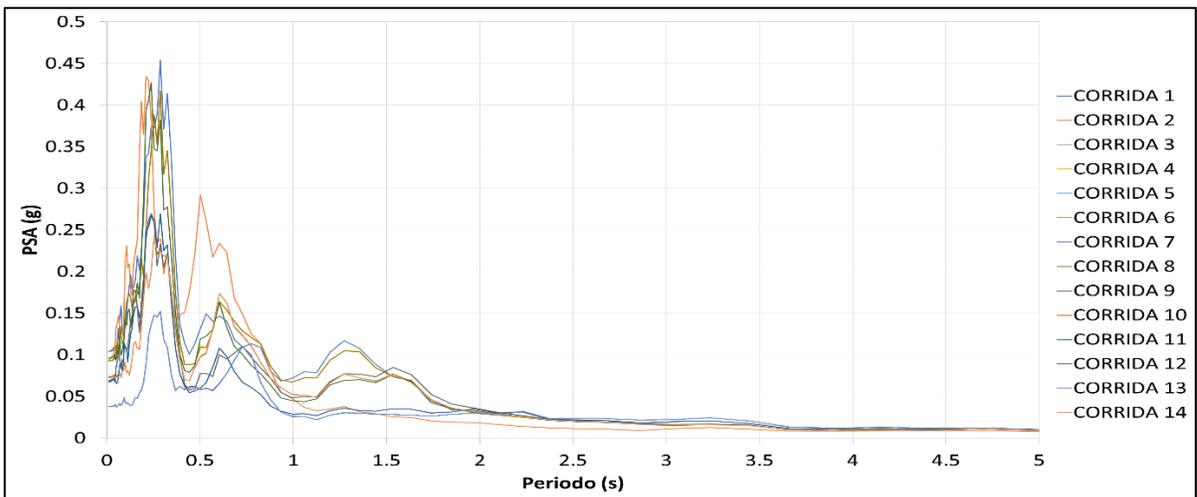


Figura A6-24. Promedio de pseudo aceleraciones espectrales vs tiempo en rangos de distancias espectrales para distintas corridas Tabas Iran-M7,35 Tipo4

Apéndice 7: Respuestas y propiedades obtenidas de sismos en perfiles creados

En este apartado se presentan las propiedades de los sismos seleccionados para el análisis de los diferentes perfiles creados y sus respuestas en los mismos.

Tabla 7- 2: Sismos seleccionados para el análisis de los perfiles del estudio.

#	Sismo	Mw	Año	Dist (Km)	Tipo de Espectro
1	"Coalinga-02"	5,09	1983	1,10	tipo 1
2	"Coyote Lake"	5,74	1979	6,75	tipo2
3	"Managua_Nicaragua_02"	5,20	1972	4,33	tipo3
4	"Central Calif-02"	5,00	1960	7,28	tipo4
5	"Dursunbey-Turkey"	5,34	1979	5,57	tipo3
6	"Guld Of California"	5,70	2001	118,67	tipo4
7	"Baja California"	5,50	1987	3,43	tipo2
8	"New Zealand"	5,50	1984	3,76	tipo4
9	"San Salvador"	5,80	1986	3,71	tipo1
10	"Kalamata, Greece-01"	6,20	1986	6,45	tipo1
11	"N Palm Springs"	6,06	1986	38,22	tipo1
12	"Georia,USSR"	6,20	1991	63,53	tipo2
13	"Coalinga"	6,36	1983	28,11	tipo3
14	"Chi-Chi, Taiwan"	6,20	1999	59,64	tipo4
15	"San Simeon"	6,52	2003	232,84	tipo4
16	"Chalfant Valley-02"	6,19	1986	6,44	tipo2
17	"Mammoth Lakes-01"	6,06	1980	4,48	tipo3
18	"Manjil, Iran"	7,37	1990	63,96	tipo1
19	"Cape Mendocino"	7,01	1992	8,49	tipo3
20	"Hector Mine"	7,13	1999	72,88	tipo4
21	"Landers"	7,28	1992	146,89	tipo4
22	"Tabas, Iran"	7,35	1978	1,79	tipo2
23	"Kocaeli,Turkey"	7,51	1999	3,62	tipo3
24	"Durge,Turkey"	7,14	1999	45,16	tipo4
25	"Tabas_Iran"	7,35	1978	89,76	tipo4

Tabla A7- 2: Valores de la respuesta de los sismos en el Perfil Treasure Island con
 $V_s=240\text{ m/s}$, $T_o=1.55\text{ s}$, $H=100\text{ m}$.

#	Mw	Dist (Km)	ROCA			QUIEBRE			PWP(%)	PWP	Desplazamiento (m)	A. E Ism_q/ Ism_r	I.A- Quiebre (m/s)	(Ism_ Quiebre $\pi/2g/100$) (m/s)	I.A- Roca (m/s)	(Ism_ Roca $\pi/2g/100$) (m/s)
			Arms (cm2/s4)	Tsm (s)	Ism (cm2/s3)	Arms (cm2/s4)	Tsm (s)	Ism (cm2/s3)								
1	5,09	1,1	4342,0	2,1	9161,6	5442,8	1,3	7130,1	38,6	0,4	0,0	0,8	0,1	0,1	0,2	0,1
2	5,74	6,8	610,1	10,5	6414,9	1132,3	8,0	9013,3	14,3	0,1	0,0	1,4	0,3	0,1	0,1	0,1
3	5,20	4,3	3894,7	3,9	15306,2	4391,9	5,4	23847,7	80,4	0,8	0,0	1,6	0,6	0,4	0,3	0,2
4	5,00	7,3	81,8	16,3	1332,8	458,5	5,3	2444,0	18,2	0,2	0,0	1,8	0,1	0,0	0,0	0,0
5	5,34	5,6	3104,6	2,9	9065,3	3116,7	2,5	7667,0	70,5	0,7	0,0	0,8	0,1	0,1	0,2	0,1
6	5,70	118,7	3,0	17,5	52,0	48,1	7,7	368,9	0,0	0,0	0,0	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0
7	5,50	3,4	14022,5	6,1	85397,0	14253,2	2,8	39481,4	88,3	0,9	0,0	0,5	0,8	0,6	1,6	1,4
8	5,50	3,8	293,0	5,4	1582,0	817,6	4,2	3401,0	8,4	0,1	0,0	2,1	0,0	0,1	0,0	0,0
9	5,80	3,7	13533,0	3,7	50004,6	34924,7	4,7	162748,9	94,7	0,9	0,4	3,3	3,2	2,6	1,1	0,8
10	6,20	6,5	8755,7	3,2	27696,0	21271,1	4,1	86360,6	89,5	0,9	0,1	3,1	2,0	1,4	0,7	0,4
11	6,06	38,2	1309,6	2,2	2881,2	1128,7	2,2	2483,1	9,1	0,1	0,0	0,9	0,1	0,0	0,1	0,0
12	6,20	63,5	22,9	15,6	357,0	64,5	20,3	1309,3	0,3	0,0	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0
13	6,36	28,1	5805,6	10,0	58055,6	39683,8	6,5	256357,5	94,5	0,9	0,3	4,4	5,3	4,1	1,5	0,9
14	6,20	59,6	79,4	36,7	2911,8	1216,8	12,9	15697,2	44,2	0,4	0,0	5,4	0,4	0,3	0,1	0,0
15	6,52	232,8	10,2	31,5	320,8	58,5	27,5	1610,8	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	6,19	6,4	14101,2	7,3	102515,6	33812,4	4,2	140997,6	92,7	0,9	0,1	1,4	3,2	2,3	1,9	1,6
17	6,06	4,5	6300,8	4,7	29834,3	3557,1	8,8	31408,8	87,9	0,9	0,0	1,1	0,7	0,5	0,7	0,5
18	7,37	64,0	665,3	17,3	11482,5	2269,8	23,3	52840,0	92,3	0,9	0,0	4,6	1,1	0,8	0,3	0,2
19	7,01	8,5	3452,4	5,5	19057,1	18294,2	4,8	87263,2	94,7	0,9	0,1	4,6	2,2	1,4	0,6	0,3
20	7,13	72,9	136,0	26,3	3571,5	2543,0	12,1	30719,8	92,5	0,9	0,1	8,6	0,6	0,5	0,1	0,1
21	7,28	146,9	511,0	15,8	8068,8	936,9	27,4	25653,1	68,0	0,7	0,1	3,2	1,0	0,4	0,2	0,1
22	7,35	1,8	53714,1	10,8	577963,6	70712,0	10,2	721262,4	94,2	0,9	0,6	1,2	17,3	11,6	11,8	9,3
23	7,51	3,6	3681,9	7,0	25847,0	10813,9	6,0	65316,0	93,7	0,9	0,1	2,5	1,7	1,0	0,8	0,4
24	7,14	45,2	17,7	23,9	424,5	69,8	43,7	3048,9	0,2	0,0	0,0	7,2	0,1	0,0	0,0	0,0
25	7,35	89,8	547,1	10,0	5449,5	745,6	21,9	16342,7	76,3	0,8	0,0	3,0	0,3	0,3	0,2	0,1

Tabla A7- 3: Valores de la respuesta de los sismos en el Perfil Treasure Island con $V_s=240$ m/s, $H=20$ m.

#	Mw	Dist (Km)	ROCA			QUIEBRE			PWP (%)	PWP	Desplazamiento (m)	A. E Ism_q/ Ism_r	I.A. Quiebre (m/s)	(Ism_Quiebre $\pi/2g/100$ (m/s)	I.A. Roca (m/s)	(Ism_Roca $\pi/2g/100$ (m/s)
			Arms (cm2/s4)	Tsm (s)	Ism (cm2/s3)	Arms (cm2/s4)	Tsm (s)	Ism (cm2/s3)								
1	5,09	1,1	4342,0	2,1	9161,6	10836,6	1,4	15658,9	40,4	0,4	0,0	1,7	0,3	0,3	0,2	0,1
2	5,74	6,8	610,1	10,5	6414,9	1317,3	10,7	14056,0	4,1	0,0	0,0	2,2	0,3	0,2	0,1	0,1
3	5,20	4,3	3894,7	3,9	15306,2	8308,8	2,1	17656,2	90,6	0,9	0,0	1,2	0,5	0,3	0,3	0,2
4	5,00	7,3	81,8	16,3	1332,8	356,2	5,5	1968,2	10,9	0,1	0,0	1,5	0,1	0,0	0,0	0,0
5	5,34	5,6	3104,6	2,9	9065,3	4482,6	1,7	7620,4	82,4	0,8	0,0	0,8	0,2	0,1	0,2	0,1
6	5,70	118,7	3,0	17,5	52,0	24,8	12,1	299,5	0,0	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0
7	5,50	3,4	14022,5	6,1	85397,0	32559,7	3,1	99632,6	84,3	0,8	0,0	1,2	2,0	1,6	1,6	1,4
8	5,50	3,8	293,0	5,4	1582,0	774,2	5,0	3870,9	14,7	0,1	0,0	2,4	0,1	0,1	0,0	0,0
9	5,80	3,7	13533,0	3,7	50004,6	22630,3	3,4	77056,2	92,1	0,9	0,0	1,5	1,7	1,2	1,1	0,8
10	6,20	6,5	8755,7	3,2	27696,0	18929,5	3,6	67199,8	92,1	0,9	0,0	2,4	1,2	1,1	0,7	0,4
11	6,06	38,2	1309,6	2,2	2881,2	1822,3	1,9	3435,1	16,2	0,2	0,0	1,2	0,1	0,1	0,1	0,0
12	6,20	63,5	22,9	15,6	357,0	107,1	9,5	1017,2	1,9	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0
13	6,36	28,1	5805,6	10,0	58055,6	16719,7	7,9	131584,0	94,6	0,9	0,0	2,3	2,3	2,1	1,5	0,9
14	6,20	59,6	79,4	36,7	2911,8	274,4	28,4	7803,1	15,0	0,2	0,0	2,7	0,1	0,1	0,1	0,0
15	6,52	232,8	10,2	31,5	320,8	13,6	29,9	407,8	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0
16	6,19	6,4	14101,2	7,3	102515,6	41416,6	4,6	189273,6	87,9	0,9	0,0	1,8	3,5	3,0	1,9	1,6
17	6,06	4,5	6300,8	4,7	29834,3	7068,4	6,6	46368,4	81,9	0,8	0,0	1,6	0,9	0,7	0,7	0,5
18	7,37	64,0	665,3	17,3	11482,5	1479,2	17,9	26537,0	91,5	0,9	0,0	2,3	0,6	0,4	0,3	0,2
19	7,01	8,5	3452,4	5,5	19057,1	12516,2	3,5	43368,7	83,7	0,8	0,0	2,3	1,1	0,7	0,6	0,3
20	7,13	72,9	136,0	26,3	3571,5	262,1	33,5	8789,3	44,6	0,4	0,0	2,5	0,2	0,1	0,1	0,1
21	7,28	146,9	511,0	15,8	8068,8	814,6	26,0	21192,3	93,4	0,9	0,0	2,6	0,4	0,3	0,2	0,1
22	7,35	1,8	53714,1	10,8	577963,6	107696,2	7,9	855107,7	94,5	0,9	0,0	1,5	17,7	13,7	11,8	9,3
23	7,51	3,6	3681,9	7,0	25847,0	8907,0	7,7	68317,0	93,6	0,9	0,0	2,6	1,5	1,1	0,8	0,4
24	7,14	45,2	17,7	23,9	424,5	64,6	26,9	1735,7	0,0	0,0	0,0	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0
25	7,35	89,8	547,1	10,0	5449,5	873,9	20,4	17826,9	69,9	0,7	0,0	3,3	0,4	0,3	0,2	0,1

Tabla A7- 4: Valores de la respuesta de los sismos en el perfil original de Treasure Island, H=100m, Estrato débil a 20m, espesor de 15m, Arcilla.

#	Mw	Dist (Km)	ROCA			QUIEBRE			PWP (%)	PWP	Desplazamiento (m)	A. E Ism_q / Ism_r	I.A_ Quiebre (m/s)	(Ism_ Quiebre $\pi/2g/100$) (m/s)	I.A_ Roca (m/s)	(Ism_ Roca $\pi/2g/100$) (m/s)
			Arms (cm2/s4)	Tsm (s)	Ism (cm2/s3)	Arms (cm2/s4)	Tsm (s)	Ism (cm2/s3)								
1	5,09	1,1	4342,0	2,1	9161,6	1277,7	2,6	3321,9	7,4	0,1	0,0	0,4	0,1	0,1	0,2	0,1
2	5,74	6,8	610,1	10,5	6414,9	504,7	6,1	3058,8	9,7	0,1	0,0	0,5	0,1	0,0	0,1	0,1
3	5,20	4,3	3894,7	3,9	15306,2	1130,8	5,3	5942,1	66,1	0,7	0,1	0,4	0,2	0,1	0,3	0,2
4	5,00	7,3	81,8	16,3	1332,8	147,7	6,7	986,2	1,5	0,0	0,0	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0
5	5,34	5,6	3104,6	2,9	9065,3	986,0	1,7	1646,6	17,6	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,1
6	5,70	118,7	3,0	17,5	52,0	12,0	11,1	133,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0
7	5,50	3,4	14022,5	6,1	85397,0	2942,8	5,4	15758,9	65,5	0,7	0,0	0,2	0,4	0,3	1,6	1,4
8	5,50	3,8	293,0	5,4	1582,0	274,5	5,5	1515,0	1,5	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	5,80	3,7	13533,0	3,7	50004,6	7477,7	3,7	27742,2	79,5	0,8	0,4	0,6	0,8	0,4	1,1	0,8
10	6,20	6,5	8755,7	3,2	27696,0	3477,8	6,8	23679,3	94,4	0,9	0,1	0,9	0,6	0,4	0,7	0,4
11	6,06	38,2	1309,6	2,2	2881,2	557,3	2,3	1265,1	1,4	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,1	0,0
12	6,20	63,5	22,9	15,6	357,0	42,5	7,4	314,7	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0
13	6,36	28,1	5805,6	10,0	58055,6	6890,0	12,1	83644,8	94,4	0,9	0,2	1,4	1,7	1,3	1,5	0,9
14	6,20	59,6	79,4	36,7	2911,8	468,6	16,0	7497,0	7,8	0,1	0,1	2,6	0,4	0,1	0,1	0,0
15	6,52	232,8	10,2	31,5	320,8	63,3	22,0	1393,2	0,0	0,0	0,0	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0
16	6,19	6,4	14101,2	7,3	102515,6	2,4	7,1	17,3	94,7	0,9	0,1	0,0	0,9	0,0	1,9	1,6
17	6,06	4,5	6300,8	4,7	29834,3	1528,0	9,5	14485,2	54,1	0,5	0,0	0,5	0,3	0,2	0,7	0,5
18	7,37	64,0	665,3	17,3	11482,5	939,8	24,2	22753,7	56,2	0,6	0,0	2,0	0,4	0,4	0,3	0,2
19	7,01	8,5	3452,4	5,5	19057,1	17,1	7,0	119,6	72,6	0,7	0,2	0,0	0,7	0,0	0,6	0,3
20	7,13	72,9	136,0	26,3	3571,5	267,7	28,0	7496,7	13,5	0,1	0,0	2,1	0,3	0,1	0,1	0,1
21	7,28	146,9	511,0	15,8	8068,8	1631,7	12,0	19515,3	38,5	0,4	0,1	2,4	0,5	0,3	0,2	0,1
22	7,35	1,8	53714,1	10,8	577963,6	9686,8	11,9	114885,2	93,8	0,9	2,5	0,2	2,3	1,8	11,8	9,3
23	7,51	3,6	3681,9	7,0	25847,0	4216,6	4,6	19185,4	91,2	0,9	0,2	0,7	0,7	0,3	0,8	0,4
24	7,14	45,2	17,7	23,9	424,5	33,7	32,8	1106,5	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0
25	7,35	89,8	547,1	10,0	5449,5	328,9	9,4	3085,6	13,6	0,1	0,0	0,6	0,1	0,0	0,2	0,1

**Tabla A7- 5: Valores de la respuesta de los sismos en el perfil original de Treasure Island,
H=100m, Estrato débil a 20m, espesor de 5m, Arcilla.**

#	Mw	Dist (Km)	ROCA			QUIEBRE			PWP(%)	PWP	Desplazamiento (m)	A. E Ism_q/ Ism_r	I.A_ Quiebre (m/s)	(Ism_ Quiebre $\pi/2g/100$ (m/s)	I.A_ Roca (m/s)	(Ism_ Roca $\pi/2g/100$ (m/s)
			Arms (cm2/s4)	Tsm (s)	Ism (cm2/s3)	Arms (cm2/s4)	Tsm (s)	Ism (cm2/s3)								
1	5,09	1,1	4342,0	2,1	9161,6	2180,8	2,3	4906,7	20,2	0,2	0,0	1,9	0,1	0,1	0,2	0,1
2	5,74	6,8	610,1	10,5	6414,9	599,6	7,9	4721,6	11,3	0,1	0,0	1,4	0,2	0,1	0,1	0,1
3	5,20	4,3	3894,7	3,9	15306,2	3269,7	3,8	12294,2	86,3	0,9	0,0	1,2	0,3	0,2	0,3	0,2
4	5,00	7,3	81,8	16,3	1332,8	782,8	5,3	4156,7	6,1	0,1	0,0	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0
5	5,34	5,6	3104,6	2,9	9065,3	2103,0	1,6	3322,7	40,9	0,4	0,0	2,7	0,1	0,1	0,2	0,1
6	5,70	118,7	3,0	17,5	52,0	43,9	11,2	493,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
7	5,50	3,4	14022,5	6,1	85397,0	12201,6	3,4	41485,6	87,1	0,9	0,0	2,1	0,6	0,7	1,6	1,4
8	5,50	3,8	293,0	5,4	1582,0	889,2	4,2	3699,2	6,8	0,1	0,0	0,4	0,1	0,1	0,0	0,0
9	5,80	3,7	13533,0	3,7	50004,6	14028,7	3,3	46435,1	90,3	0,9	0,5	1,1	2,0	0,7	1,1	0,8
10	6,20	6,5	8755,7	3,2	27696,0	11378,8	4,7	53744,2	83,7	0,8	0,1	0,5	1,5	0,9	0,7	0,4
11	6,06	38,2	1309,6	2,2	2881,2	1144,7	2,2	2569,9	5,1	0,1	0,0	1,1	0,1	0,0	0,1	0,0
12	6,20	63,5	22,9	15,6	357,0	111,2	20,1	2239,7	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
13	6,36	28,1	5805,6	10,0	58055,6	15596,0	5,8	91080,4	94,3	0,9	0,2	0,6	3,2	1,5	1,5	0,9
14	6,20	59,6	79,4	36,7	2911,8	271,8	13,8	3756,5	34,3	0,3	0,0	0,8	0,4	0,1	0,1	0,0
15	6,52	232,8	10,2	31,5	320,8	21,9	27,1	592,3	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
16	6,19	6,4	14101,2	7,3	102515,6	23276,0	5,9	137212,0	94,5	0,9	0,1	0,7	1,7	2,2	1,9	1,6
17	6,06	4,5	6300,8	4,7	29834,3	1894,4	10,3	19492,9	73,3	0,7	0,0	1,5	0,5	0,3	0,7	0,5
18	7,37	64,0	665,3	17,3	11482,5	876,4	25,3	22128,9	84,8	0,8	0,0	0,5	0,7	0,4	0,3	0,2
19	7,01	8,5	3452,4	5,5	19057,1	12135,4	7,8	94291,8	94,4	0,9	0,1	0,2	1,7	1,5	0,6	0,3
20	7,13	72,9	136,0	26,3	3571,5	1211,9	12,6	15239,9	58,2	0,6	0,1	0,2	0,5	0,2	0,1	0,1
21	7,28	146,9	511,0	15,8	8068,8	2358,3	27,2	64040,5	77,1	0,8	0,1	0,1	1,0	1,0	0,2	0,1
22	7,35	1,8	53714,1	10,8	577963,6	6005,1	10,1	60892,0	86,2	0,9	3,2	9,5	5,3	1,0	11,8	9,3
23	7,51	3,6	3681,9	7,0	25847,0	3010,5	6,1	18394,1	85,3	0,9	0,1	1,4	1,2	0,3	0,8	0,4
24	7,14	45,2	17,7	23,9	424,5	38,3	49,7	1902,1	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
25	7,35	89,8	547,1	10,0	5449,5	846,5	23,2	19622,4	41,8	0,4	0,0	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1

Tabla A7- 6: Valores de la respuesta de los sismos en el perfil original de Treasure Island,
H=100m, Estrato débil a 60m, espesor de 15m, Arcilla.

#	Mw	Dist (Km)	ROCA			QUIEBRE			PWP(%)	PWP	Desplazamiento (m)	A. E Ism_q/ Ism_r	I.A_ Quiebre (m/s)	(Ism_ Quiebre $\pi/2g)/100$ (m/s)	I.A_ Roca (m/s)	(Ism_ Roca $\pi/2g)/100$ (m/s)
			Arms (cm2/s4)	Tsm (s)	Ism (cm2/s3)	Arms (cm2/s4)	Tsm (s)	Ism (cm2/s3)								
1	5,09	1,1	4342,0	2,1	9161,6	662,8	3,1	2034,9	5,3	0,1	0,0	0,2	0,1	0,0	0,2	0,1
2	5,74	6,8	610,1	10,5	6414,9	368,7	5,6	2046,3	6,7	0,1	0,0	0,3	0,1	0,0	0,1	0,1
3	5,20	4,3	3894,7	3,9	15306,2	471,5	5,0	2345,6	20,2	0,2	0,0	0,2	0,1	0,0	0,3	0,2
4	5,00	7,3	81,8	16,3	1332,8	77,6	7,0	543,3	0,8	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
5	5,34	5,6	3104,6	2,9	9065,3	571,5	1,3	754,3	73,4	0,7	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,1
6	5,70	118,7	3,0	17,5	52,0	4,0	9,8	39,3	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0
7	5,50	3,4	14022,5	6,1	85397,0	1966,2	4,9	9683,3	61,0	0,6	0,0	0,1	0,3	0,2	1,6	1,4
8	5,50	3,8	293,0	5,4	1582,0	381,8	3,6	1382,0	1,5	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0
9	5,80	3,7	13533,0	3,7	50004,6	2510,0	3,1	7831,2	29,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,1	1,1	0,8
10	6,20	6,5	8755,7	3,2	27696,0	1529,4	5,6	8610,9	76,7	0,8	0,1	0,3	0,2	0,1	0,7	0,4
11	6,06	38,2	1309,6	2,2	2881,2	125,8	2,0	248,9	1,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0
12	6,20	63,5	22,9	15,6	357,0	17,4	7,7	133,4	0,1	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
13	6,36	28,1	5805,6	10,0	58055,6	1302,1	10,3	13346,1	81,8	0,8	0,2	0,2	0,4	0,2	1,5	0,9
14	6,20	59,6	79,4	36,7	2911,8	151,9	28,3	4304,8	3,8	0,0	0,1	1,5	0,2	0,1	0,1	0,0
15	6,52	232,8	10,2	31,5	320,8	67,9	23,8	1616,7	0,1	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	6,19	6,4	14101,2	7,3	102515,6	2451,4	5,2	12698,4	85,9	0,9	0,1	0,1	0,3	0,2	1,9	1,6
17	6,06	4,5	6300,8	4,7	29834,3	1522,5	5,2	7932,2	41,9	0,4	0,0	0,3	0,3	0,1	0,7	0,5
18	7,37	64,0	665,3	17,3	11482,5	423,2	17,6	7435,4	20,9	0,2	0,0	0,6	0,2	0,1	0,3	0,2
19	7,01	8,5	3452,4	5,5	19057,1	1183,4	5,7	6775,1	35,9	0,4	0,2	0,4	0,3	0,1	0,6	0,3
20	7,13	72,9	136,0	26,3	3571,5	134,5	27,6	3712,3	0,9	0,0	0,0	1,0	0,1	0,1	0,1	0,1
21	7,28	146,9	511,0	15,8	8068,8	498,0	906,0	451188,0	5,2	0,1	0,1	55,9	0,2	7,2	0,2	0,1
22	7,35	1,8	53714,1	10,8	577963,6	5043,4	8,9	44785,6	94,6	0,9	0,9	0,1	1,3	0,7	11,8	9,3
23	7,51	3,6	3681,9	7,0	25847,0	1657,6	6,3	10459,6	68,7	0,7	0,3	0,4	0,3	0,2	0,8	0,4
24	7,14	45,2	17,7	23,9	424,5	21,2	14,7	311,2	0,1	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
25	7,35	89,8	547,1	10,0	5449,5	335,7	11,4	3833,6	7,9	0,1	0,0	0,7	0,1	0,1	0,2	0,1

Tabla A7- 7: Valores de la respuesta de los sismos en el perfil original de Treasure Island, H=100m, Estrato débil a 60m, espesor de 5m, Arcilla.

#	Mw	Dist (Km)	ROCA			QUIEBRE			PWP(%)	PWP	Desplazamiento (m)	A. E Ism_q / Ism_r	I.A. Quiebre (m/s)	(Ism_ Quiebre $\pi/2g/100$) (m/s)	I.A. Roca (m/s)	(Ism_ Roca $\pi/2g/100$) (m/s)
			Arms (cm2/s4)	Tsm (s)	Ism (cm2/s3)	Arms (cm2/s4)	Tsm (s)	Ism (cm2/s3)								
1	5,09	1,1	4342,0	2,1	9161,6	3702,9	1,7	6350,6	16,6	0,2	0,0	0,7	0,1	0,1	0,2	0,1
2	5,74	6,8	610,1	10,5	6414,9	171,2	7,6	1301,8	4,4	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,1	0,1
3	5,20	4,3	3894,7	3,9	15306,2	2727,0	3,3	8985,5	58,6	0,6	0,1	0,6	0,2	0,1	0,3	0,2
4	5,00	7,3	81,8	16,3	1332,8	7,0	43,1	302,0	4,3	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0
5	5,34	5,6	3104,6	2,9	9065,3	2162,7	1,6	3481,9	26,0	0,3	0,0	0,4	0,1	0,1	0,2	0,1
6	5,70	118,7	3,0	17,5	52,0	5,4	13,1	71,3	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0
7	5,50	3,4	14022,5	6,1	85397,0	8683,8	2,2	18887,2	80,6	0,8	0,0	0,2	0,6	0,3	1,6	1,4
8	5,50	3,8	293,0	5,4	1582,0	7,7	4,5	34,2	4,7	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
9	5,80	3,7	13533,0	3,7	50004,6	11260,6	2,9	32205,2	79,9	0,8	0,2	0,6	0,4	0,5	1,1	0,8
10	6,20	6,5	8755,7	3,2	27696,0	5553,7	2,6	14528,5	88,4	0,9	0,1	0,5	0,4	0,2	0,7	0,4
11	6,06	38,2	1309,6	2,2	2881,2	972,4	2,2	2148,9	3,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,1	0,0
12	6,20	63,5	22,9	15,6	357,0	6,1	20,0	123,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
13	6,36	28,1	5805,6	10,0	58055,6	4190,0	10,6	44288,8	80,9	0,8	0,2	0,8	0,8	0,7	1,5	0,9
14	6,20	59,6	79,4	36,7	2911,8	408,3	25,9	10573,8	17,4	0,2	0,0	3,6	0,3	0,2	0,1	0,0
15	6,52	232,8	10,2	31,5	320,8	38,5	27,4	1054,8	0,0	0,0	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0
16	6,19	6,4	14101,2	7,3	102515,6	8288,0	5,3	44091,9	87,1	0,9	0,1	0,4	0,8	0,7	1,9	1,6
17	6,06	4,5	6300,8	4,7	29834,3	5049,1	8,8	44533,0	81,0	0,8	0,0	1,5	0,4	0,7	0,7	0,5
18	7,37	64,0	665,3	17,3	11482,5	1443,7	24,8	35732,7	85,1	0,9	0,0	3,1	0,5	0,6	0,3	0,2
19	7,01	8,5	3452,4	5,5	19057,1	5870,2	6,8	39653,5	91,8	0,9	0,2	2,1	0,5	0,6	0,6	0,3
20	7,13	72,9	136,0	26,3	3571,5	15,0	30,4	454,9	19,7	0,2	0,0	0,1	0,2	0,0	0,1	0,1
21	7,28	146,9	511,0	15,8	8068,8	1164,2	24,8	28924,0	54,4	0,5	0,1	3,6	0,4	0,5	0,2	0,1
22	7,35	1,8	53714,1	10,8	577963,6	0,1	9,7	0,6	95,0	1,0	0,9	0,0	2,0	26,9	11,8	9,3
23	7,51	3,6	3681,9	7,0	25847,0	1384,6	6,3	8743,9	85,1	0,9	0,2	0,3	0,6	0,1	0,8	0,4
24	7,14	45,2	17,7	23,9	424,5	17,0	37,7	642,3	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0
25	7,35	89,8	547,1	10,0	5449,5	378,2	23,0	8691,2	28,8	0,3	0,0	1,6	0,2	0,1	0,2	0,1

Tabla A7- 8: Valores de la respuesta de los sismos en el perfil original de Treasure Island, H=100m, Estrato débil a 85m, espesor de 15m, Arcilla.

#	Mw	Dist (Km)	ROCA			QUIEBRE			PWP(%)	PWP	Desplazamiento (m)	A. E Ism_q/ Ism_r	I.A_ Quiebre (m/s)	(Ism_Quiebre $\pi/2g/100$ (m/s)	I.A_ Roca (m/s)	(Ism_Roca $\pi/2g/100$ (m/s)
			Arms (cm2/s4)	Tsm (s)	Ism (cm2/s3)	Arms (cm2/s4)	Tsm (s)	Ism (cm2/s3)								
1	5,09	1,1	4342,0	2,1	9161,6	1356869,1	4,1	5576732,1	0,8	0,0	0,0	608,7	0,0	89,4	0,2	0,1
2	5,74	6,8	610,1	10,5	6414,9	227,7	8,2	1869,2	2,9	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,1	0,1
3	5,20	4,3	3894,7	3,9	15306,2	337,7	6,0	2016,0	7,7	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,3	0,2
4	5,00	7,3	81,8	16,3	1332,8	59,1	13,8	815,6	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
5	5,34	5,6	3104,6	2,9	9065,3	225,2	2,3	506,7	6,7	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,1
6	5,70	118,7	3,0	17,5	52,0	2,5	11,5	28,3	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
7	5,50	3,4	14022,5	6,1	85397,0	1065,3	3,8	4085,4	31,1	0,3	0,0	0,0	0,1	0,1	1,6	1,4
8	5,50	3,8	293,0	5,4	1582,0	65,3	9,6	624,0	0,1	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
9	5,80	3,7	13533,0	3,7	50004,6	1823,4	5,0	9062,4	61,5	0,6	0,3	0,2	0,2	0,1	1,1	0,8
10	6,20	6,5	8755,7	3,2	27696,0	1202,8	3,3	3992,2	56,6	0,6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,7	0,4
11	6,06	38,2	1309,6	2,2	2881,2	111,1	2,4	271,1	9,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0
12	6,20	63,5	22,9	15,6	357,0	17,2	9,6	164,1	0,3	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
13	6,36	28,1	5805,6	10,0	58055,6	1431,6	10,0	14344,2	91,4	0,9	0,2	0,2	0,3	0,2	1,5	0,9
14	6,20	59,6	79,4	36,7	2911,8	108,3	28,5	3084,7	44,2	0,4	0,0	1,1	0,1	0,0	0,1	0,0
15	6,52	232,8	10,2	31,5	320,8	64,4	25,0	1607,5	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	6,19	6,4	14101,2	7,3	102515,6	18209,9	2,6	46435,3	92,7	0,9	0,0	0,5	1,0	0,7	1,9	1,6
17	6,06	4,5	6300,8	4,7	29834,3	368,7	8,1	3001,3	12,8	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,7	0,5
18	7,37	64,0	665,3	17,3	11482,5	239,1	19,8	4734,3	7,4	0,1	0,0	0,4	0,1	0,1	0,3	0,2
19	7,01	8,5	3452,4	5,5	19057,1	872,6	7,9	6893,8	14,7	0,1	0,2	0,4	0,2	0,1	0,6	0,3
20	7,13	72,9	136,0	26,3	3571,5	70,7	31,9	2253,9	0,2	0,0	0,0	0,6	0,1	0,0	0,1	0,1
21	7,28	146,9	511,0	15,8	8068,8	357,8	14,4	5134,7	3,4	0,0	0,1	0,6	0,1	0,1	0,2	0,1
22	7,35	1,8	53714,1	10,8	577963,6	4702,1	8,2	38463,0	94,9	0,9	1,8	0,1	1,2	0,6	11,8	9,3
23	7,51	3,6	3681,9	7,0	25847,0	1220,2	4,4	5405,4	25,8	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,8	0,4
24	7,14	45,2	17,7	23,9	424,5	17,8	20,0	355,5	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0
25	7,35	89,8	547,1	10,0	5449,5	110,9	12,9	1432,7	1,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,2	0,1

Tabla A7- 9: Valores de la respuesta de los sismos en el perfil original de Treasure Island,
H=100m, Estrato débil a 85m, espesor de 5m, Arcilla.

#	Mw	Dist (Km)	ROCA			QUIEBRE			PWP(%)	PWP	Desplazamiento (m)	A. E Ism_q/ Ism_r	I.A. Quiebre (m/s)	(Ism_Quiebre $\pi/2g/100$ (m/s)	I.A. Roca (m/s)	(Ism_Roca $\pi/2g/100$ (m/s)
			Arms (cm2/s4)	Tsm (s)	Ism (cm2/s3)	Arms (cm2/s4)	Tsm (s)	Ism (cm2/s3)								
1	5,09	1,1	4342,0	2,1	9161,6	1180,1	1,6	1888,1	12,1	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,1
2	5,74	6,8	610,1	10,5	6414,9	13,6	7,9	107,2	3,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1
3	5,20	4,3	3894,7	3,9	15306,2	1875,2	4,2	7894,4	65,9	0,7	0,0	0,5	0,1	0,1	0,3	0,2
4	5,00	7,3	81,8	16,3	1332,8	42,0	4,9	206,2	3,2	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
5	5,34	5,6	3104,6	2,9	9065,3	1218,6	1,6	1998,5	36,4	0,4	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,1
6	5,70	118,7	3,0	17,5	52,0	14,1	12,2	171,0	0,0	0,0	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0
7	5,50	3,4	14022,5	6,1	85397,0	3160,5	3,7	11725,4	80,9	0,8	0,0	0,1	0,3	0,2	1,6	1,4
8	5,50	3,8	293,0	5,4	1582,0	322,6	4,5	1438,6	1,7	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0
9	5,80	3,7	13533,0	3,7	50004,6	4304,2	5,2	22553,9	81,1	0,8	0,5	0,5	0,5	0,4	1,1	0,8
10	6,20	6,5	8755,7	3,2	27696,0	4094,3	4,4	17810,1	93,1	0,9	0,1	0,6	0,4	0,3	0,7	0,4
11	6,06	38,2	1309,6	2,2	2881,2	443,2	2,3	1014,9	2,3	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,1	0,0
12	6,20	63,5	22,9	15,6	357,0	33,1	20,3	671,5	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0
13	6,36	28,1	5805,6	10,0	58055,6	6848,6	8,7	59240,4	84,9	0,8	0,2	1,0	1,2	0,9	1,5	0,9
14	6,20	59,6	79,4	36,7	2911,8	508,0	26,6	13512,5	7,8	0,1	0,0	4,6	0,3	0,2	0,1	0,0
15	6,52	232,8	10,2	31,5	320,8	52,7	27,7	1457,7	0,1	0,0	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0
16	6,19	6,4	14101,2	7,3	102515,6	6102,4	5,6	33868,2	77,7	0,8	0,1	0,3	0,7	0,5	1,9	1,6
17	6,06	4,5	6300,8	4,7	29834,3	1264,2	10,1	12730,0	2,2	0,0	0,0	0,4	0,3	0,2	0,7	0,5
18	7,37	64,0	665,3	17,3	11482,5	634,7	24,5	15544,8	41,1	0,4	0,0	1,4	0,4	0,2	0,3	0,2
19	7,01	8,5	3452,4	5,5	19057,1	2912,6	3,7	10864,1	88,8	0,9	0,1	0,6	0,4	0,2	0,6	0,3
20	7,13	72,9	136,0	26,3	3571,5	325,8	30,9	10071,1	7,7	0,1	0,0	2,8	0,2	0,2	0,1	0,1
21	7,28	146,9	511,0	15,8	8068,8	694,3	30,4	21120,9	42,0	0,4	0,1	2,6	0,4	0,3	0,2	0,1
22	7,35	1,8	53714,1	10,8	577963,6	9925,8	10,6	105213,3	87,5	0,9	2,6	0,2	2,2	1,7	11,8	9,3
23	7,51	3,6	3681,9	7,0	25847,0	2084,8	7,4	15406,5	85,9	0,9	0,3	0,6	0,4	0,2	0,8	0,4
24	7,14	45,2	17,7	23,9	424,5	42,1	38,3	1611,6	0,1	0,0	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0
25	7,35	89,8	547,1	10,0	5449,5	276,7	23,3	6440,4	15,1	0,2	0,0	1,2	0,1	0,1	0,2	0,1

Tabla A7- 10: Valores de la respuesta de los sismos en el perfil original de Treasure Island, H=100m, Estrato débil a 20m, espesor de 15m, Arena.

#	Mw	Dist (Km)	ROCA			QUIEBRE			PWP(%)	PWP	Desplazamiento (m)	A. E Ism_q/ Ism_r	I.A_ Quiebre (m/s)	(Ism_ Quiebre $\pi/2g/100$ (m/s)	I.A_ Roca (m/s)	(Ism_ Roca $\pi/2g/100$ (m/s)
			Arms (cm2/s4)	Tsm (s)	Ism (cm2/s3)	Arms (cm2/s4)	Tsm (s)	Ism (cm2/s3)								
1	5,09	1,1	4342,0	2,1	9161,6	1277,7	2,6	3321,9	7,4	0,1	0,0	0,4	0,1	0,1	0,2	0,1
2	5,74	6,8	610,1	10,5	6414,9	504,7	6,1	3058,8	9,7	0,1	0,0	0,5	0,1	0,0	0,1	0,1
3	5,20	4,3	3894,7	3,9	15306,2	1130,8	5,3	5942,1	65,2	0,7	0,1	0,4	0,2	0,1	0,3	0,2
4	5,00	7,3	81,8	16,3	1332,8	147,7	6,7	986,2	1,5	0,0	0,0	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0
5	5,34	5,6	3104,6	2,9	9065,3	986,0	1,7	1646,6	17,6	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,1
6	5,70	118,7	3,0	17,5	52,0	12,0	11,1	133,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0
7	5,50	3,4	14022,5	6,1	85397,0	2942,8	5,4	15758,9	76,7	0,8	0,0	0,2	0,4	0,3	1,6	1,4
8	5,50	3,8	293,0	5,4	1582,0	274,5	5,5	1515,0	1,8	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	5,80	3,7	13533,0	3,7	50004,6	7477,7	3,7	27742,2	66,7	0,7	2,0	0,6	0,5	0,4	1,1	0,8
10	6,20	6,5	8755,7	3,2	27696,0	3477,8	6,8	23679,3	94,1	0,9	0,1	0,9	0,7	0,4	0,7	0,4
11	6,06	38,2	1309,6	2,2	2881,2	557,3	2,3	1265,1	1,5	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,1	0,0
12	6,20	63,5	22,9	15,6	357,0	42,5	7,4	314,7	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0
13	6,36	28,1	5805,6	10,0	58055,6	6890,0	12,1	83644,8	95,0	1,0	0,2	1,4	0,6	1,3	1,5	0,9
14	6,20	59,6	79,4	36,7	2911,8	468,6	16,0	7497,0	8,4	0,1	0,1	2,6	0,4	0,1	0,1	0,0
15	6,52	232,8	10,2	31,5	320,8	63,3	22,0	1393,2	0,0	0,0	0,0	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0
16	6,19	6,4	14101,2	7,3	102515,6	2,4	7,1	17,3	92,2	0,9	0,1	0,0	0,8	0,0	1,9	1,6
17	6,06	4,5	6300,8	4,7	29834,3	1528,0	9,5	14485,2	54,4	0,5	0,0	0,5	0,3	0,2	0,7	0,5
18	7,37	64,0	665,3	17,3	11482,5	910,2	26,4	24021,3	47,4	0,5	0,0	2,1	0,4	0,4	0,3	0,2
19	7,01	8,5	3452,4	5,5	19057,1	6006,1	5,2	31321,6	70,9	0,7	0,2	1,6	0,6	0,5	0,6	0,3
20	7,13	72,9	136,0	26,3	3571,5	267,7	28,0	7496,7	10,5	0,1	0,0	2,1	0,3	0,1	0,1	0,1
21	7,28	146,9	511,0	15,8	8068,8	1631,7	12,0	19515,3	41,6	0,4	0,1	2,4	0,5	0,3	0,2	0,1
22	7,35	1,8	53714,1	10,8	577963,6	9686,8	11,9	114885,2	95,0	1,0	0,9	0,2	0,9	1,8	11,8	9,3
23	7,51	3,6	3681,9	7,0	25847,0	4216,6	4,6	19185,4	91,9	0,9	0,2	0,7	0,6	0,3	0,8	0,4
24	7,14	45,2	17,7	23,9	424,5	33,7	32,9	1110,7	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0
25	7,35	89,8	547,1	10,0	5449,5	328,9	9,4	3085,6	10,1	0,1	0,0	0,6	0,1	0,0	0,2	0,1

Tabla A7- 11: Valores de la respuesta de los sismos en el perfil original de Treasure Island, H=100m, Estrato débil a 20m, espesor de 5m, Arena.

#	Mw	Dist (Km)	ROCA			QUIEBRE			PWP(%)	PWP	Desplazamiento (m)	A. E Ism_q/ Ism_r	I.A_ Quiebre (m/s)	(Ism_Quiebre $\pi/2g/100$ (m/s)	I.A_ Roca (m/s)	(Ism_Roca $\pi/2g/100$ (m/s)
			Arms (cm2/s4)	Tsm (s)	Ism (cm2/s3)	Arms (cm2/s4)	Tsm (s)	Ism (cm2/s3)								
1	5,09	1,1	4342,0	2,1	9161,6	4448,3	1,3	5738,3	20,2	0,2	0,0	0,6	0,1	0,1	0,2	0,1
2	5,74	6,8	610,1	10,5	6414,9	942,1	7,4	6999,7	9,6	0,1	0,0	1,1	0,2	0,1	0,1	0,1
3	5,20	4,3	3894,7	3,9	15306,2	3118,1	3,6	11193,9	81,1	0,8	0,0	0,7	0,3	0,2	0,3	0,2
4	5,00	7,3	81,8	16,3	1332,8	429,0	5,4	2294,9	7,9	0,1	0,0	1,7	0,1	0,0	0,0	0,0
5	5,34	5,6	3104,6	2,9	9065,3	2081,0	1,8	3766,6	41,5	0,4	0,0	0,4	0,1	0,1	0,2	0,1
6	5,70	118,7	3,0	17,5	52,0	35,4	7,8	274,0	0,0	0,0	0,0	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0
7	5,50	3,4	14022,5	6,1	85397,0	9042,2	3,2	29206,1	82,0	0,8	0,0	0,3	0,6	0,5	1,6	1,4
8	5,50	3,8	293,0	5,4	1582,0	840,2	3,8	3192,9	6,9	0,1	0,0	2,0	0,1	0,1	0,0	0,0
9	5,80	3,7	13533,0	3,7	50004,6	18319,4	2,4	44699,4	92,3	0,9	10,6	0,9	0,8	0,7	1,1	0,8
10	6,20	6,5	8755,7	3,2	27696,0	12191,9	4,8	58277,1	83,5	0,8	0,1	2,1	1,4	0,9	0,7	0,4
11	6,06	38,2	1309,6	2,2	2881,2	1169,5	2,0	2292,2	4,4	0,0	0,0	0,8	0,1	0,0	0,1	0,0
12	6,20	63,5	22,9	15,6	357,0	55,1	20,2	1110,9	0,1	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0
13	6,36	28,1	5805,6	10,0	58055,6	12199,2	2,2	27082,1	79,2	0,8	14,2	0,5	0,5	0,4	1,5	0,9
14	6,20	59,6	79,4	36,7	2911,8	1049,0	14,4	15126,6	34,0	0,3	0,0	5,2	0,4	0,2	0,1	0,0
15	6,52	232,8	10,2	31,5	320,8	54,4	27,6	1503,1	0,0	0,0	0,0	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0
16	6,19	6,4	14101,2	7,3	102515,6	9510,3	5,7	54398,8	94,2	0,9	0,2	0,5	1,2	0,9	1,9	1,6
17	6,06	4,5	6300,8	4,7	29834,3	2592,0	10,3	26800,9	72,0	0,7	0,0	0,9	0,5	0,4	0,7	0,5
18	7,37	64,0	665,3	17,3	11482,5	1428,6	25,4	36228,5	85,2	0,9	0,0	3,2	0,7	0,6	0,3	0,2
19	7,01	8,5	3452,4	5,5	19057,1	12223,9	3,2	39605,6	94,5	0,9	0,7	2,1	1,0	0,6	0,6	0,3
20	7,13	72,9	136,0	26,3	3571,5	2099,3	12,3	25737,5	48,9	0,5	0,1	7,2	0,5	0,4	0,1	0,1
21	7,28	146,9	511,0	15,8	8068,8	2067,7	26,6	54979,6	78,9	0,8	0,1	6,8	1,0	0,9	0,2	0,1
22	7,35	1,8	53714,1	10,8	577963,6	13511,4	4,3	58639,4	90,1	0,9	19,6	0,1	1,0	0,9	11,8	9,3
23	7,51	3,6	3681,9	7,0	25847,0	7768,2	6,0	46959,0	87,0	0,9	0,1	1,8	1,1	0,8	0,8	0,4
24	7,14	45,2	17,7	23,9	424,5	55,9	49,8	2779,6	0,1	0,0	0,0	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0
25	7,35	89,8	547,1	10,0	5449,5	643,8	23,6	15205,8	48,7	0,5	0,0	2,8	0,3	0,2	0,2	0,1

Tabla A7- 12: Valores de la respuesta de los sismos en el perfil original de Treasure Island, H=100m, Estrato débil a 60m, espesor de 15m, Arena.

#	Mw	Dist (Km)	ROCA			QUIEBRE			PWP(%)	PWP	Desplazamiento (m)	A. E Ism_q/ Ism_r	I.A. Quiebre (m/s)	(Ism_Quiebre $\pi/2g/100$ (m/s)	I.A. Roca (m/s)	(Ism_Roca $\pi/2g/100$)
			Arms (cm2/s4)	Tsm (s)	Ism (cm2/s3)	Arms (cm2/s4)	Tsm (s)	Ism (cm2/s3)								
1	5,09	1,1	4342,0	2,1	9161,6	669,9	3,9	2639,4	5,3	0,1	0,0	0,3	0,1	0,0	0,2	0,1
2	5,74	6,8	610,1	10,5	6414,9	275,3	12,9	3537,0	6,9	0,1	0,0	0,6	0,1	0,1	0,1	0,1
3	5,20	4,3	3894,7	3,9	15306,2	507,0	5,0	2539,8	28,0	0,3	0,0	0,2	0,1	0,0	0,3	0,2
4	5,00	7,3	81,8	16,3	1332,8	96,8	7,6	737,8	0,9	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
5	5,34	5,6	3104,6	2,9	9065,3	654,3	1,6	1059,9	7,4	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,1
6	5,70	118,7	3,0	17,5	52,0	4,2	11,1	46,2	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0
7	5,50	3,4	14022,5	6,1	85397,0	3172,7	4,5	14229,7	63,4	0,6	0,0	0,2	0,3	0,2	1,6	1,4
8	5,50	3,8	293,0	5,4	1582,0	288,1	5,1	1469,3	1,5	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0
9	5,80	3,7	13533,0	3,7	50004,6	2520,2	3,1	7837,8	58,6	0,6	0,2	0,2	0,2	0,1	1,1	0,8
10	6,20	6,5	8755,7	3,2	27696,0	2266,8	3,5	7839,5	73,2	0,7	0,1	0,3	0,2	0,1	0,7	0,4
11	6,06	38,2	1309,6	2,2	2881,2	480,3	2,3	1095,1	1,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,1	0,0
12	6,20	63,5	22,9	15,6	357,0	17,5	7,7	133,7	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
13	6,36	28,1	5805,6	10,0	58055,6	950,8	10,4	9868,9	81,3	0,8	0,2	0,2	0,3	0,2	1,5	0,9
14	6,20	59,6	79,4	36,7	2911,8	150,9	28,3	4277,7	21,2	0,2	0,1	1,5	0,2	0,1	0,1	0,0
15	6,52	232,8	10,2	31,5	320,8	91,9	13,9	1282,2	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	6,19	6,4	14101,2	7,3	102515,6	1724,3	7,9	13553,0	84,5	0,8	0,1	0,1	0,3	0,2	1,9	1,6
17	6,06	4,5	6300,8	4,7	29834,3	1457,7	5,6	8163,2	44,5	0,4	0,0	0,3	0,3	0,1	0,7	0,5
18	7,37	64,0	665,3	17,3	11482,5	417,2	13,9	5786,3	21,0	0,2	0,0	0,5	0,2	0,1	0,3	0,2
19	7,01	8,5	3452,4	5,5	19057,1	1242,9	4,8	5978,3	59,2	0,6	0,2	0,3	0,2	0,1	0,6	0,3
20	7,13	72,9	136,0	26,3	3571,5	120,9	34,1	4125,4	2,0	0,0	0,0	1,2	0,1	0,1	0,1	0,1
21	7,28	146,9	511,0	15,8	8068,8	548,0	9,4	5123,5	26,5	0,3	0,1	0,6	0,2	0,1	0,2	0,1
22	7,35	1,8	53714,1	10,8	577963,6	4243,4	6,7	28430,6	91,7	0,9	3,1	0,0	0,8	0,5	11,8	9,3
23	7,51	3,6	3681,9	7,0	25847,0	1851,3	4,8	8849,4	70,7	0,7	0,3	0,3	0,3	0,1	0,8	0,4
24	7,14	45,2	17,7	23,9	424,5	20,5	24,1	494,9	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0
25	7,35	89,8	547,1	10,0	5449,5	334,3	9,5	3162,7	8,1	0,1	0,0	0,6	0,1	0,1	0,2	0,1

Tabla A7- 13: Valores de la respuesta de los sismos en el perfil original de Treasure Island, H=100m, Estrato débil a 60m, espesor de 5m, Arena.

#	Mw	Dist (Km)	ROCA			QUIEBRE			PWP(%)	PWP	Desplazamiento (m)	A. E Ism_q/ Ism_r	I.A_ Quiebre (m/s)	(Ism_ Quiebre $\pi/2g/100$ (m/s)	I.A_ Roca (m/s)	(Ism_ Roca $\pi/2g/100$ (m/s)
			Arms (cm2/s4)	Tsm (s)	Ism (cm2/s3)	Arms (cm2/s4)	Tsm (s)	Ism (cm2/s3)								
1	5,09	1,1	4342,0	2,1	9161,6	2887,7	1,7	4995,8	16,9	0,2	0,0	1,8	0,1	0,1	0,2	0,1
2	5,74	6,8	610,1	10,5	6414,9	668,9	7,6	5063,3	9,9	0,1	0,0	1,3	0,1	0,1	0,1	0,1
3	5,20	4,3	3894,7	3,9	15306,2	2822,1	3,7	10328,8	53,1	0,5	0,1	1,5	0,2	0,2	0,3	0,2
4	5,00	7,3	81,8	16,3	1332,8	336,1	5,2	1761,3	5,4	0,1	0,0	0,8	0,1	0,0	0,0	0,0
5	5,34	5,6	3104,6	2,9	9065,3	1710,2	1,6	2787,6	36,5	0,4	0,0	3,3	0,1	0,0	0,2	0,1
6	5,70	118,7	3,0	17,5	52,0	11,6	16,9	196,7	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
7	5,50	3,4	14022,5	6,1	85397,0	10185,7	2,1	21593,7	83,0	0,8	0,0	4,0	0,5	0,3	1,6	1,4
8	5,50	3,8	293,0	5,4	1582,0	725,8	3,9	2830,7	4,7	0,0	0,0	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0
9	5,80	3,7	13533,0	3,7	50004,6	5954,8	1,9	11314,0	87,6	0,9	24,6	4,4	0,3	0,2	1,1	0,8
10	6,20	6,5	8755,7	3,2	27696,0	6664,6	2,6	16994,8	84,9	0,8	0,1	1,6	0,4	0,3	0,7	0,4
11	6,06	38,2	1309,6	2,2	2881,2	860,0	1,9	1625,5	3,3	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,1	0,0
12	6,20	63,5	22,9	15,6	357,0	42,4	20,2	856,1	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
13	6,36	28,1	5805,6	10,0	58055,6	1543,5	9,4	14540,0	92,7	0,9	0,8	4,0	0,3	0,2	1,5	0,9
14	6,20	59,6	79,4	36,7	2911,8	659,2	20,0	13188,9	47,8	0,5	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,0
15	6,52	232,8	10,2	31,5	320,8	53,3	27,5	1469,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
16	6,19	6,4	14101,2	7,3	102515,6	5306,9	4,8	25473,2	84,0	0,8	0,3	4,0	0,5	0,4	1,9	1,6
17	6,06	4,5	6300,8	4,7	29834,3	2461,3	8,9	21905,3	82,1	0,8	0,0	1,4	0,4	0,4	0,7	0,5
18	7,37	64,0	665,3	17,3	11482,5	836,5	24,9	20804,0	85,6	0,9	0,0	0,6	0,5	0,3	0,3	0,2
19	7,01	8,5	3452,4	5,5	19057,1	3267,5	3,8	12432,7	84,5	0,8	9,3	1,5	0,2	0,2	0,6	0,3
20	7,13	72,9	136,0	26,3	3571,5	360,6	31,3	11288,8	17,9	0,2	0,0	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1
21	7,28	146,9	511,0	15,8	8068,8	806,2	24,7	19928,3	51,7	0,5	0,1	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1
22	7,35	1,8	53714,1	10,8	577963,6	3728,3	8,7	32436,3	95,0	1,0	6,3	17,8	0,6	0,5	11,8	9,3
23	7,51	3,6	3681,9	7,0	25847,0	3657,8	6,5	23921,8	86,5	0,9	0,3	1,1	0,6	0,4	0,8	0,4
24	7,14	45,2	17,7	23,9	424,5	43,3	37,4	1618,8	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
25	7,35	89,8	547,1	10,0	5449,5	604,2	23,2	14029,8	31,2	0,3	0,0	0,4	0,2	0,2	0,2	0,1

Tabla A7- 14: Valores de la respuesta de los sismos en el perfil original de Treasure Island, H=100m, Estrato débil a 85m, espesor de 15m, Arena.

#	Mw	Dist (Km)	ROCA			QUIEBRE			PWP(%)	PWP	Desplazamiento (m)	A. E Ism_q/ Ism_r	I.A. Quiebre (m/s)	Ism_Quiebre $\pi/2g/100$ (m/s)	I.A. Roca (m/s)	Ism_Roca $\pi/2g/100$ (m/s)
			Arms (cm2/s4)	Tsm (s)	Ism (cm2/s3)	Arms (cm2/s4)	Tsm (s)	Ism (cm2/s3)								
1	5,09	1,1	4342,0	2,1	9161,6	152,8	3,0	459,8	0,8	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,1
2	5,74	6,8	610,1	10,5	6414,9	162,4	6,8	1101,7	2,9	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1
3	5,20	4,3	3894,7	3,9	15306,2	357,8	5,7	2025,3	8,2	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,3	0,2
4	5,00	7,3	81,8	16,3	1332,8	81,3	7,4	598,5	0,4	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
5	5,34	5,6	3104,6	2,9	9065,3	258,7	1,0	263,9	6,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1
6	5,70	118,7	3,0	17,5	52,0	2,1	10,3	21,6	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
7	5,50	3,4	14022,5	6,1	85397,0	721,0	4,8	3461,0	27,6	0,3	0,0	0,0	0,1	0,1	1,6	1,4
8	5,50	3,8	293,0	5,4	1582,0	109,1	5,0	547,9	0,1	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
9	5,80	3,7	13533,0	3,7	50004,6	2016,6	3,2	6513,6	55,0	0,5	0,3	0,1	0,2	0,1	1,1	0,8
10	6,20	6,5	8755,7	3,2	27696,0	1010,5	5,1	5117,2	58,4	0,6	0,1	0,2	0,1	0,1	0,7	0,4
11	6,06	38,2	1309,6	2,2	2881,2	111,0	2,5	271,8	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0
12	6,20	63,5	22,9	15,6	357,0	16,7	6,7	111,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
13	6,36	28,1	5805,6	10,0	58055,6	1387,8	8,3	11518,7	83,4	0,8	0,2	0,2	0,3	0,2	1,5	0,9
14	6,20	59,6	79,4	36,7	2911,8	108,3	28,5	3084,7	15,2	0,2	0,1	1,1	0,1	0,0	0,1	0,0
15	6,52	232,8	10,2	31,5	320,8	115,3	9,4	1086,4	0,0	0,0	0,0	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0
16	6,19	6,4	14101,2	7,3	102515,6	1054,9	7,9	8365,0	83,9	0,8	0,1	0,1	0,3	0,1	1,9	1,6
17	6,06	4,5	6300,8	4,7	29834,3	438,6	5,1	2256,8	16,0	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,7	0,5
18	7,37	64,0	665,3	17,3	11482,5	222,0	16,7	3706,6	7,2	0,1	0,0	0,3	0,1	0,1	0,3	0,2
19	7,01	8,5	3452,4	5,5	19057,1	744,8	4,9	3612,1	62,7	0,6	0,2	0,2	0,1	0,1	0,6	0,3
20	7,13	72,9	136,0	26,3	3571,5	73,6	29,7	2188,7	0,9	0,0	0,0	0,6	0,1	0,0	0,1	0,1
21	7,28	146,9	511,0	15,8	8068,8	395,4	9,3	3679,6	19,7	0,2	0,1	0,5	0,1	0,1	0,2	0,1
22	7,35	1,8	53714,1	10,8	577963,6	2703,0	10,0	27138,2	93,7	0,9	3,7	0,0	0,8	0,4	11,8	9,3
23	7,51	3,6	3681,9	7,0	25847,0	3040,0	8,6	26052,7	63,4	0,6	0,2	1,0	0,5	0,4	0,8	0,4
24	7,14	45,2	17,7	23,9	424,5	20,3	12,9	261,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
25	7,35	89,8	547,1	10,0	5449,5	105,9	8,8	935,7	1,3	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,1

Tabla A7- 15: Valores de la respuesta de los sismos en el perfil original de Treasure Island, H=100m, Estrato débil a 85m, espesor de 5m, Arena.

#	Mw	Dist (Km)	ROCA			QUIEBRE			PWP(%)	PWP	Desplazamiento (m)	A. E Ism_q/ Ism_r	I.A. Quiebre (m/s)	(Ism_Quiebre $\pi/2g/100$ (m/s)	I.A. Roca (m/s)	(Ism_Roca $\pi/2g/100$ (m/s)
			Arms (cm2/s4)	Tsm (s)	Ism (cm2/s3)	Arms (cm2/s4)	Tsm (s)	Ism (cm2/s3)								
1	5,09	1,1	4342,0	2,1	9161,6	1140,0	1,7	1949,3	12,1	0,1	0,0	4,7	0,0	0,0	0,2	0,1
2	5,74	6,8	610,1	10,5	6414,9	482,1	8,1	3905,3	11,5	0,1	0,0	1,6	0,1	0,1	0,1	0,1
3	5,20	4,3	3894,7	3,9	15306,2	1742,3	3,6	6324,6	67,5	0,7	0,1	2,4	0,1	0,1	0,3	0,2
4	5,00	7,3	81,8	16,3	1332,8	220,5	6,5	1422,5	3,2	0,0	0,0	0,9	0,1	0,0	0,0	0,0
5	5,34	5,6	3104,6	2,9	9065,3	1257,4	1,5	1923,8	36,6	0,4	0,0	4,7	0,0	0,0	0,2	0,1
6	5,70	118,7	3,0	17,5	52,0	12,1	14,5	176,5	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
7	5,50	3,4	14022,5	6,1	85397,0	2937,1	4,1	11953,9	81,4	0,8	0,0	7,1	0,3	0,2	1,6	1,4
8	5,50	3,8	293,0	5,4	1582,0	334,8	4,2	1406,3	1,8	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0
9	5,80	3,7	13533,0	3,7	50004,6	6021,7	1,8	10778,9	86,7	0,9	0,5	4,6	0,2	0,2	1,1	0,8
10	6,20	6,5	8755,7	3,2	27696,0	3634,3	4,1	14973,4	2,3	0,0	0,0	1,8	0,4	0,2	0,7	0,4
11	6,06	38,2	1309,6	2,2	2881,2	442,3	2,3	1012,9	2,6	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	0,1	0,0
12	6,20	63,5	22,9	15,6	357,0	32,4	20,8	672,9	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
13	6,36	28,1	5805,6	10,0	58055,6	1995,6	7,2	14308,5	88,8	0,9	0,6	4,1	0,3	0,2	1,5	0,9
14	6,20	59,6	79,4	36,7	2911,8	532,7	19,6	10461,4	73,7	0,7	0,1	0,3	0,2	0,2	0,1	0,0
15	6,52	232,8	10,2	31,5	320,8	52,5	27,8	1460,2	0,5	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
16	6,19	6,4	14101,2	7,3	102515,6	4258,5	5,6	23805,1	84,8	0,8	0,2	4,3	0,5	0,4	1,9	1,6
17	6,06	4,5	6300,8	4,7	29834,3	1336,6	10,1	13446,6	81,1	0,8	0,0	2,2	0,3	0,2	0,7	0,5
18	7,37	64,0	665,3	17,3	11482,5	709,2	20,6	14609,9	83,6	0,8	0,0	0,8	0,3	0,2	0,3	0,2
19	7,01	8,5	3452,4	5,5	19057,1	2891,3	3,7	10553,1	84,4	0,8	9,2	1,8	0,2	0,2	0,6	0,3
20	7,13	72,9	136,0	26,3	3571,5	314,7	30,2	9488,5	26,3	0,3	0,0	0,4	0,2	0,2	0,1	0,1
21	7,28	146,9	511,0	15,8	8068,8	592,3	23,9	14131,8	73,7	0,7	0,1	0,6	0,3	0,2	0,2	0,1
22	7,35	1,8	53714,1	10,8	577963,6	4018,9	7,0	28132,1	95,0	1,0	2,2	20,5	0,5	0,5	11,8	9,3
23	7,51	3,6	3681,9	7,0	25847,0	2174,9	6,5	14136,8	89,6	0,9	0,3	1,8	0,3	0,2	0,8	0,4
24	7,14	45,2	17,7	23,9	424,5	41,9	38,5	1614,1	0,1	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
25	7,35	89,8	547,1	10,0	5449,5	276,2	23,4	6473,9	16,0	0,2	0,0	0,8	0,1	0,1	0,2	0,1