



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE TITULACION

PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

NÚCLEO ESTRUCTURANTE: ESTRUCTURA

TEMA

**DISEÑO DE UNA MESA VIBRATORIA UNIDIRECCIONAL,
CON DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES.**

AUTOR

LUIS EDUARDO VALLEJO SINCHI

TUTOR

ING. DOUGLAS ITURBURU

2016

GUAYAQUIL – ECUADOR

DEDICATORIA

El presente proyecto está dedicado a Dios y a mi familia, ya que gracias a ellos he superado cada obstáculo que se me ha presentado a lo largo de mi vida estudiantil, ya que con mucha fe y perseverancia he llegado hasta estas estancias de mi vida, también agradezco a la Virgen María que ha intercedido entre mis suplicas y Dios en un sinnúmero de veces pudiendo hacer realidad todo lo pedido. Por otra parte agradezco a mis tíos, primos y hermana que me han sabido aconsejar y guiar en este camino a ser un profesional, todos los integrantes de mi familia en realidad han sido mi motor principal para que me esfuerza día a día para alcanzar lo que hasta el momento he alcanzado.

De manera en especial va dedicado a mi abuelo que me dio la inspiración para que siguiera esta carrera y a mis profesores que me han sabido alimentar con conocimientos y buenos deseos el espíritu de superación heredado por mi familia.

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a Dios en primer lugar, ya que me ha bendecido de manera excepcional dándome una mano para subir cada escalón de la vida y me ha dado la gran satisfacción de alcanzar este peldaño de oro junto a mis seres queridos como lo son mi familia, me ha brindado amistades en cada ascenso de esta larga trayectoria y sin duda el ha sido mi guía en cada movimiento o paso que he tomado. A mi madre que a pesar de las crisis económicas que hemos pasado me han apoyado trabajando de sol a sol para poder asistir a la universidad sin ningún problema y llevar el sustento diario a la casa, a mi padre por recibirme cada noche con las puertas abiertas y sin ninguna preocupación, con mucha satisfacción estoy a punto de heredar los estudios que mis padres me dieron.

A cada uno de mis tíos que siempre me han tendido su mano durante toda mi vida estudiantil lo cual me ha llenado de mucha alegría y esperanza recibiendo sus consejos y buenos deseos, todos han sido una bendición.

A mi hermana que es un orgullo para mí y bendición.

A mis amigos de clase en los cuales puedo confiar y han sabido tenderme la mano en duros momentos.

TRIBUNAL DE GRADUACION

Ing. Eduardo Santos Baquerizo M.Sc.

Decano

Ing. Douglas Iturburu Salvador M.Sc.

Tutor

Ing. Flavio López Calero M.Sc.

Vocal

Ing. Adolfo Villacrese M.Sc.

Vocal

DECLARACION EXPRESA

Art. XI del Reglamento Interno de Graduación de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil.

La responsabilidad de los hechos, ideas y doctrinas expuestas en este Trabajo de Titulación corresponden exclusivamente al autor, y el patrimonio intelectual de la Universidad de Guayaquil

Luis Eduardo Vallejo Sinchi

CI: 0929008365

INDICE GENERAL

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1.	Antecedentes	2
1.2.	Planteamiento del problema	2
1.3.	Objetivos de la Investigación	3
1.3.1.	Objetivo General.	3
1.3.2.	Objetivos Específicos del Estudio.....	4
1.4.	Justificación	4
1.5.	Metodología	5
1.6.	Limitación y Delimitación.....	6
1.6.1.	Limitación.	6
1.6.2.	Delimitación:.....	6

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1.	Reseña Histórica de las Mesas Vibratorias	7
2.2.	Rol de las Mesas Vibratorias	7
2.3.	Evolución de la Mesas Vibratorias	8
2.4.	Clasificación de Mesas Vibratorias	9
2.5.	Características Generales y Ubicación del Proyecto	9

2.6.	Marco contextual.....	10
2.6.1.	Sismo	11
2.6.2.	Registros de Sismos más fuertes en el planeta.....	12
2.6.3.	Clasificación y Tipos de Sismos.	14
2.6.4.	Zona de riesgo Sísmico.....	17
2.6.5.	Propagación de un Sismo.	17
2.6.6.	Replicas.	18
2.7.	Sismología y Sismicidad	19
2.7.1.	Sismología.	19
2.7.2.	Sismicidad.....	19
2.8.	Riesgo Sísmico	21
2.9.	Movimiento de Placas	21
2.10.	Fallas	22
2.11.	Mecanismo de Ruptura	22
2.12.	Tipos de ondas Sísmicas	23
2.12.1.	Ondas (p).	23
2.12.2.	Ondas (S).....	24
2.12.3.	Ondas Rayleigh.....	24
2.12.4.	Ondas Love.....	25
2.13.	Métodos para la medición de Sismos.....	25
2.13.1.	Escala de Richter	26
2.13.2.	Escala de Mercalli Modificada	26
2.14.	Sismógrafos	27

2.15. Acelerógrafos.....	28
--------------------------	----

CAPITULO III

INTRODUCCION A LA VULNERABILIDAD SISMICA

3.1. Factores que afectan a la Vulnerabilidad Sísmica.....	30
3.2. Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas.	32
3.2.1. Clasificación de Tipos de Viviendas.	33
3.2.2. Irregularidad de Planta	34
3.2.3. Irregularidad en Altura.....	35
3.3. Edificaciones vulnerables en Guayaquil.....	36
3.4. Interacción Suelo Estructura	40
3.4.1. Aspectos Fundamentales de la Estructura	41
3.5. Sismo de Largo Periodo o Baja Frecuencia	43
3.5.1. Sismos de Periodo Largo vs Periodo Corto.....	43
3.6. Efecto de Oscilaciones Verticales y Horizontales.....	44
3.6.1. Oscilaciones Verticales	45
3.6.2. Oscilaciones Horizontales	46
3.7. Resonancia.....	47

CAPITULO IV

DISEÑO DEL LA MESA VIBRATORIA

4.1.	Geometría de la Mesa Vibratoria	49
4.2.	Cálculos de Desplazamiento, Velocidad y Aceleración	52
4.2.1.	Desplazamiento	52
4.2.2.	Velocidad	52
4.2.3.	Aceleración	53
4.3.	Tablas de datos en función de su geometría.....	53
4.4.	Graficas del Comportamiento.....	59
4.5.	Uso de Aplicaciones Celulares y Programa Computarizados para obtención de Datos.....	62
4.5.1.	Accelerometer Meter	62
4.5.2.	ViewWave	63
4.6.	Obtención de Datos y Graficas Experimentales	64
4.7.	Comparacion de Datos Teoricos y Experimentales.....	67
4.8.	Descripción de Elementos Estructurales.....	67
4.8.1.	Pórtico a Flexión y Pórtico a Torsión	67
4.9.	Graficas de Comportamiento de Elementos Estructurales	71
4.9.1.	Pórtico a flexión.....	71
4.9.2.	Pórtico a Torsión	74
4.9.1.	Piso Blando.	77

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones	81
5.2. Recomendaciones	81
Bibliografía	82

INDICE DE FIGURAS

Ilustración 1: Edificaciones con Irregularidades	10
Ilustración 2: Sismo del 16 de Abril en la Ciudad de Manta.....	11
Ilustración 3: Fricción entre placas	15
Ilustración 4: Sismo causado por Subducción.....	15
Ilustración 5: Origen de Sismos Profundos	16
Ilustración 6: Sismo del 21 de Julio en Santo Domingo.....	18
Ilustración 7: Zona de riesgo Sísmico Fuente: (Jaime Argudo, 2007)	20
Ilustración 8: Tipos de Fallas.....	22
Ilustración 9: Ondas S.....	24
Ilustración 10: Ondas Love	25
Ilustración 11: Sismografo.....	27
Ilustración 12: Acelerógrafo 1990.....	28
Ilustración 13: Edificación de Piso Blando.....	30
Ilustración 14: Colocación de bloques.....	33
Ilustración 15: Casa Simétrica.....	34
Ilustración 16: Casa Asimétrica.....	35
Ilustración 17: Irregularidad en altura	36
Ilustración 18: Falla por Piso Blando	37
Ilustración 19: Iglesia la Merced.....	38
Ilustración 20: Count Center	39
Ilustración 21: Sistema Estructura-Cimentación-Suelo.....	41

Ilustración 22: Asentamiento Uniforme.....	42
Ilustración 23: Sismograma Ciudad de Mexico	44
Ilustración 24: Edificaciones Altas	45
Ilustración 25: Efecto de los Sismos en las Edificaciones.....	46
Ilustración 26: Efecto de los Sismos en las Edificaciones	47
Ilustración 27: Efecto de la Resonancia	48
Ilustración 28: Acoples y Funcionamiento	49
Ilustración 29: Vista en Planta.....	50
Ilustración 30: Corte en x	51
Ilustración 31: Grafico de Desplazamiento	59
Ilustración 32: Grafica de Velocidad.....	60
Ilustración 33: Grafica de Aceleración.....	61
Ilustración 34: Inicio de Pantalla y Graficas.....	62
Ilustración 35: Inicio del Programa ViewWave	63
Ilustración 36: Obtención de Graficas Experimentales de Aceleración.....	64
Ilustración 37: Obtención de Graficas Experimentales de Aceleración.....	65
Ilustración 38: Graficas de Desplazamiento experimentales	66
Ilustración 39: Deformacion de la Estructura.....	67
Ilustración 40: Estructura ha ensayar en la Mesa Vibratoria.....	68
Ilustración 41: Estructura Sometida a Aceleraciones Controladas.....	69
Ilustración 42: Estructura de Plso Blando	70
Ilustración 43: Graficas Experimentales del Pórtico Sometido a Aceleraciones.....	71
Ilustración 44: Grafica de Velocidad del Pórtico a Flexión.....	72
Ilustración 45: Grafica de Desplazamiento del Pórtico a Flexión	73

Ilustración 46: Grafica de Aceleración en un Pórtico a torsión	74
Ilustración 47: Grafica de Velocidades de un pórtico a torsión	75
Ilustración 48: Grafica de Desplazamiento de la Estructura de Piso Blando	76
Ilustración 49: Grafica de Aceleraciones de la Estructura de Piso Blando.....	77
Ilustración 50: Grafica de Aceleraciones zoom 75%	78
Ilustración 51: Grafica de Velocidades de la Estructura de Piso Blando.....	79
Ilustración 52: Grafica de Desplazamiento de una Estructura de Piso Blando	80

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos Teoricos de Movimiento	53
Tabla 2: Datos Teoricos de Movimiento	54
Tabla 3: Datos de Velocidad	55
Tabla 4: Datos de Velocidad	56
Tabla 5: Datos de Aceleracion	57
Tabla 6: Datos de Aceleracion.....	58
Tabla 7: Datos comparativos	67

CAPITULO I

INTRODUCCION

El trabajo realizado a continuación, sin duda alguna trata de estudiar de manera visual el comportamiento de las edificaciones durante un sismo, como consecuencia de los fuertes terremotos ocurridos este último siglo, tales como el sismo que vivió nuestro país el 16 de abril del presente año, que dejó 671 fallecidos, 30000 edificaciones afectadas viviendas, escuelas y centros de salud. Es de vital importancia el estudio del comportamiento sísmico en las estructuras de nuestro país, ya que estamos ubicados en una zona de alto riesgo sísmico como es el cinturón de fuego del Pacífico. Adicionalmente el rápido crecimiento de las ciudades y su poco control en la construcción de viviendas urbanas lo han convertido en uno de los fenómenos naturales más devastadores y temidos del mundo, actualmente la mayoría de cálculos estructurales tienen como base modelos matemáticos, que han demostrado ser eficaces al soportar un sismo con precisión.

La necesidad de este proyecto trata de fortalecer y enriquecer mis conocimientos en el ámbito del comportamiento de las edificaciones sometidas a distintos tipos de aceleraciones causadas por el sismo, monitoreando cada movimiento con una aplicación descargada de internet y utilizada en un dispositivo móvil, vale mencionar que los cálculos estructurales exige un gran conocimiento de dinámica estructural y modelamiento de la edificación, por lo tanto en trabajo presente trata de facilitar el entendimiento al estudiante en la solución de problemas de 1 grado de libertad.

Empezaremos con una breve reseña histórica de los sismos ocurridos en nuestro país según los registros del Instituto Geofísico detallando los sitios que han sido afectados y el tipo de suelo en el que se encuentran asentados.

También tenemos un capítulo en el cual se cita los tipos de edificaciones construidas en la ciudad de Guayaquil construyendo elementos estructurales que se asimilan a la edificación real. También encontraremos una etapa del diseño matemático que se ha seguido para diseñar la mesa vibratoria unidireccional y por consiguiente un capítulo en donde podamos desarrollar recomendaciones para análisis, diseño y rehabilitación de estructuras sismo-resistentes.

1.1. Antecedentes

El presente trabajo comprende el estudio de estructuras sometidas a aceleraciones dependiendo de su tipo, utilizando modelos a escala que simularan a la estructura real las cual sus desplazamientos serán monitoreados por una aplicación desde un teléfono móvil. Para el diseño se deben tener conocimientos matemáticos y de dinámica estructural.

1.2. Planteamiento del problema

La mesa vibratoria unidireccional tiene como fin proporcionar un mejor entendimiento al comportamiento de las estructuras y la explicación de sistemas de 1 grado de libertad.

Ya que se han convertido en herramientas experimentales importantes para estudiar el diferente comportamiento en varios tipos de edificaciones; con ella podemos construir, evaluar y finalmente reforzar las características de las estructuras.

En Guayaquil la mayor parte de las casas construidas han sido en invasiones, teniendo hasta 5 pisos de alto y sin seguir las normas sismo-resistentes recomendadas por el NEC-15 (Norma Ecuatoriana de la Construcción) y el ACI-318, también no han sido construidas bajo un diseño estructural de un profesional. Más bien se las construyen con el criterio del maestro de obra, el cual no tiene conocimientos básicos en estructuras sismo-resistentes.

Pocas son las mesas vibratorias construidas con un sistema de 1 grado de libertad por lo cual hay la necesidad de diseñar una; para fines académicos. Aunque las mesas vibratorias que existen desde hace décadas, se encuentran en Argentina y Colombia teniendo un tamaño considerable, la mesa más grande puede aplicar cargas horizontales hasta 700 KN con un área de 36 m² la cual está situada en la Universidad EAFIT de Colombia, En nuestro diseño obtendremos resultados que compararemos cada tipo de edificación situada en la ciudad de Guayaquil sometiéndola a pruebas.

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo General.

Diseñar la mesa vibratoria unidireccional de 1 grado de libertad con fines académico; monitoreando cada desplazamiento, seleccionando y controlando cada una de sus componentes.

La cual se utilizara para simular los efectos sísmicos sobre diferentes elementos estructurales como lo son: las de piso blando, irregularidad en planta, irregularidad en altura, diferencia de rigidez en sus columnas.

1.3.2. Objetivos Específicos del Estudio.

Como objetivos específicos se pretende demostrar:

- Usar las herramientas tecnológicas disponibles al alcance de los estudiantes.
- Elaboración de planos para la mesa vibratoria Unidireccional.
- Someter a estructuras tales como pórticos planos o tridimensionales a un movimiento armónico en la base.
- Procesamiento de Datos de Aceleración obtenidas.

1.4. Justificación

Debido al fuerte terremoto ocurrido el 16 de abril del 2016, los cuales han dejado consecuencias de vidas humanas y en infraestructura se ha evidenciado la necesidad de estudiar el comportamiento de las estructuras bajo eventuales sismos, siendo en el mundo las mesas vibratorias una de las herramientas más utilizadas en los centros de investigación.

A continuación daremos respuestas a dos preguntas las cuales nos ayudaran en la justificación de este proyecto y porque de su relevancia.

¿El por qué vale la pena realizar este estudio?

La realización de este proyecto es de mucha importancia ya que una mesa vibratoria a escala reducida es una herramienta esencial por que brinda a los estudiantes la capacidad de comprender los complejos movimientos dinámicos que genera una estructura y por ser un estudio experimental, ampliara el interés en el campo del modelamiento de estructuras sismo-resistentes.

¿Quiénes se beneficiarán con los resultados?

Los beneficiarios del proyecto sería la comunidad estudiantil de la facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas; y mi persona, porque en este largo lapso de investigación he podido fortalecer y compartir conocimientos adquiridos durante el tiempo de estudio.

1.5. Metodología

Inicialmente se recolecto información necesaria acerca de las mesas vibratorias y todo en relación a su diseño, control e implementación de ellas. Además se estudió temas relacionados con la ingeniería estructural que puedan sumar al trabajo realizado. Con el fin de evaluar todas las variantes de diseño de la mesa vibratoria. El punto de partida de dicho proyecto se evaluó uso de rodamientos como lo son los rulimanes lineales; antes de la evaluación y diseño del proyecto. Se aplicaron cálculos matemáticos aprendidos mediante mi carrera estudiantil, en la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil. Por ende también dicho estudio experimental sigue normas y diferentes técnicas utilizadas para elaborar el presente trabajo metodológico.

1.6. Limitación y Delimitación

1.6.1. Limitación.

El proyecto contara con el estudio científico e investigativo para poder entender de una manera más sencilla el complejo comportamiento de las estructuras mediante la acción sísmica a las respuestas experimentales de las aceleraciones en la masa de la estructura estudiada.

1.6.2. Delimitación:

Se realizara el diseño de una mesa vibratoria que sea capaz de soportar una estructura de 5 kg en una área de 0.85 m², adecuada para realizar simulaciones de movimientos sísmicos con una frecuencia máxima aun no establecida , para lo cual se evaluaran los diversos tipos de rodamientos a utilizar, para la comprensión, estudio y análisis de estructuras a escala. El proyecto empieza de la solución experimental de sistemas de 1 grado de libertad hasta el comportamiento de construcciones con estructuras irregulares ubicadas en Guayaquil.

Se diseñaran 3 tipos de elementos estructurales con diferencia de excentricidades en sus columnas, y piso blando.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Reseña Histórica de las Mesas Vibratorias

En los últimos años han ocurrido sismos de gran magnitud que han dejado secuelas en los países de Haití, Colombia, dejando un saldo de más de 12 mil muertos y 295 mil casas o edificios destruidos. En donde el crecimiento acelerado de las ciudades y las consecuencias de nuevos sismos han evidenciado la importancia de continuar estudiando el desempeño experimental de las construcciones ante eventos sísmicos. Este proyecto tiene como finalidad presentar los resultados de la evaluación del diseño de una mesa vibratoria para estructuras de escala reducida.

2.2. Rol de las Mesas Vibratorias

Durante un sismo se libera energía almacenada durante años por movimientos relativos entre las placas tectónicas, esta liberación se presenta como una ruptura causando vibraciones en la corteza terrestre. Adicionalmente la ocurrencia inesperada y su gran poder de destrucción han convertido a los sismos en unos de los fenómenos naturales más temidos del mundo. En la actualidad no es posible predecir un sismo pero se pueden minimizar los efectos mediante la construcción sismo-resistente, en donde sus análisis pueden ser de tipo determinista o probabilista, dentro de las herramientas deterministas más utilizadas están los modelos matemáticos los cuales se validan con comparación con experimentos.

Sin embargo no puede tener en cuenta todos los efectos aleatorios que se presenta en un sismo real, por lo que son llamados modelos idealizados. Para complementar la técnica determinista se han desarrollado métodos experimentales que permiten estudiar los efectos de los sismos sobre las construcciones, tales como ensayos dinámicos en mesas vibratorias que usualmente utilizan un marco de carga o un muro de reacción.

2.3. Evolución de la Mesas Vibratorias

Las primeras mesas vibratorias se desarrollan a finales del siglo XIX, las cuales generaban el movimiento de forma manual por medio de una rueda con manivela y una plataforma móvil sobre rieles. Una década más adelante se utilizaron motores eléctricos para sustituir los mecanismos manuales, la siguiente generación de mecanismos nace con la propuesta de Jacobsen en 1930 la cual es una mesa vibratoria que produce vibraciones a partir de un primer impulso. Este impulso es generado por el péndulo de impacto y movimiento a la plataforma se transmite por medio de un resorte, con la ayuda de modelos a escala reducida, este tipo de mesas fueron una herramienta clave para realizar numerosos avances en ingeniería sismo-resistentes.

Su principio de funcionamiento de las mesas vibratorias actuales inicio con los avances logrados en la segunda guerra mundial, las mesas vibratorias usan actuadores y sistemas de control avanzados para simular sismos reales o artificiales.

La primera mesa vibratoria más grande en el mundo se hizo en la Universidad de California, Berkeley en 1972.

Se realizó con la capacidad de adicionar movimientos horizontales y verticales e inspiro el desarrollo de otras mesas vibratorias de gran tamaño con diferentes grados de libertad en todo el mundo, en la actualidad las mesas vibratorias son una parte clave para estudiar los sismos sobre estructuras.

2.4. Clasificación de Mesas Vibratorias

Una mesa vibratoria es una plataforma móvil que simula los movimientos de un sismo sobre un modelo estructural, las mesas vibratorias pueden ser clasificadas según su tamaño, el tipo de actuador que genera el movimiento o los grados de libertad.

Los ensayos en la mesa vibratoria generalmente involucran modelos a escala reducida, sin embargo en los últimos experimentos se han realizado ensayos a escala real usando mesas vibratorias como la disponible en E-DEFENSE en Japon o la Universidad de San Diego En Estados Unidos, Estas mesas permiten simular movimientos hasta de seis grados de libertad.

2.5. Características Generales y Ubicación del Proyecto

El proyecto por ser de carácter investigativo no tendrá un sitio en específico, esta investigación y diseño se lo ha realizado a nivel global para poder mostrar el comportamiento de diferentes estructuras.

La mesa vibratoria es de carácter investigativo general para diferentes tipos de edificaciones, situadas en la Ciudad de Guayaquil, pero podemos destacar las siguientes. Las edificaciones situadas en la Ciudad de Guayaquil han sido tomadas como posibles ejemplos investigativos para poder observar el comportamiento que dichas estructuras que tendrán al momento de colocarlas en la mesa vibratoria y sometiéndola a desplazamientos controlados.



Ilustración 1: Edificaciones con Irregularidades

Fuente: (El Universo, s.f.)

2.6. Marco contextual.

Para el desarrollo del trabajo es necesario tener en cuenta varios conceptos para una buena comprensión del tema, a continuación se presenta una breve explicación de cada concepto más importante de este trabajo.

2.6.1. Sismo

Los sismos son perturbaciones que ocurren en el interior del planeta dando origen a movimientos o vibraciones de la tierra. La causa principal corresponde a la ruptura de la roca en capas exteriores del planeta, por el proceso de acumulación de energía que se dan en el transcurso de años hasta que esta es totalmente liberada dispersándose en todas las direcciones desde su punto de origen llamado foco o hipocentro y el lugar encima del foco se llama epicentro.



Ilustración 2: Sismo del 16 de Abril en la Ciudad de Manta

Fuente: (Google, 2016)

2.6.2. Registros de Sismos más fuertes en el planeta

Cuando un evento de estos ocurre lo primero que se precisa y verifica es su intensidad y magnitud del movimiento tectónico. Según la búsqueda realiza en la web se puede destacar los 10 terremotos registrados más fuertes de la historia.

- Chile, el 22 de mayo de 1960 con una magnitud de 9.5 grados, ocurrido en Valdivia ($38^{\circ}14'24''\text{S}$ - $73^{\circ}3'0''\text{O}$). Hubo más de 2 millones de afectados, Valdivia se hundió 4 m sobre el nivel del mar y provoca la erupción de un volcán. Este sismo fue sentido en diversas partes del planeta debido a los tsunamis que se propago por el Océano Pacífico llegando a Costas de Japón y Hawái ubicadas a miles de kilómetros de distancia.

- Indonesia, el 26 de diciembre del 2004 con una magnitud de 9,3 grados al norte de Sumatra, causo 229866 muertos debido al Tsunami que provoco arrasando con las Islas Malvinas, India, Tailandia y Malasia. Es catalogado uno de los 5 peores sismos ocurridos desde 1900, genero un Tsunami.

- Estados Unidos, el 28 de marzo de 1964 con una magnitud de 9.2 grados, situado en Anchorage, Alaska. Provoco un ascenso del suelo hasta 12 metros, en un radio de 52000 kilómetros siendo aún mayor en las islas Aleutianas, alcanzando los 15 m en la isla Montague.

- Unión Soviética, el 4 de noviembre de 1952, [Península de Kamchatka](#), produciendo un tsunami de 3.5 m, que alcanzo a las islas Midway, Hawái, Cocos, Alaska y California. A unos 3000 kilómetros de distancia produjo daños estimados entre 1 millón y 800 mil dólares.

- Japon, 11 de marzo del 2011, en la Costa de Honshu con una magnitud de 9 grados, produjo un tsunami inmediato con un tiempo de 15 minutos después de haber ocurrido el terremoto [Taiwán](#), Islas, Hawái, Oregón, Midway, California, Rusia y México con cerca de 2 metros de altura. Se emitió una alerta para todo el perfil costero del Continente Americano y la Antártida. Produjo olas de hasta 4 m de altura que afectaron a muchas localidades en el mundo. También ocurrió un accidente nuclear el Fukushima.

- Perú, 13 de agosto de 1868 con una magnitud de 9 grados situado en Arica. Este terremoto asolo gran parte del sur de Perú Tacna, Arequipa y Monquegua, Iquique y Arica. Fue sentido en Bolivia en la localidad de Cochabamba. Produjo también un tsunami que arraso con las costas de Pisco e Iquique cruzando el pacifico llegando a países como Japon, Australia y Estados Unidos.

- Indonesia, el 24 de noviembre de 1833 con una magnitud de 8.8 grados cuyo epicentro está situado en Sumatra, causando daño en las costas de África por la acción de un Tsunami.
- Ecuador – Colombia, cuyo epicentro estuvo frente a las costas de esmeraldas con una magnitud de 8.8 grados el 31 de enero de 1906. No se tiene muchos datos de este acontecimiento.
- Chile, el 27 de febrero del 2010 ocurrido en Cobquecura, se sintió durante 3.30 minutos en concepción fue sentido hasta Antofagasta, provocando un tsunami que afectó gran parte de la región Maule. El terremoto provocó que el eje de la tierra se desplace 8 centímetros acortando el día.
- Estados Unidos, el 26 de enero de 1700 con epicentro en California. No se tiene muchos registros. Pero provocó un Tsunami.

2.6.3. Clasificación y Tipos de Sismos.

Los sismos se clasifican de acuerdo a la profundidad de su hipocentro en:

- Superficiales (< 30 km)
- Intermedios (30 – 70 km)
- Profundos (> 70 km)

2.6.3.1. *Sismos Superficiales.*

Ocurren en los primeros 10 a 20 km, podemos encontrarlos en la corteza oceánica en las dorsales y fallas transformantes, y en la corteza continental.

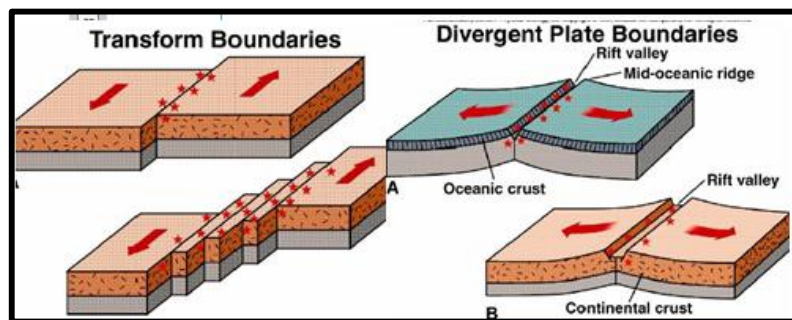


Ilustración 3: Fricción entre placas

Fuente: (Unam, 2012)

2.6.3.2. *Sismos Intermedios.*

Ocurren aproximadamente entre los 30 y 100 km de profundidad, están asociados a la subducción principalmente, y ocurren en el tramo en que la placa aún tiene propiedades rígidas.

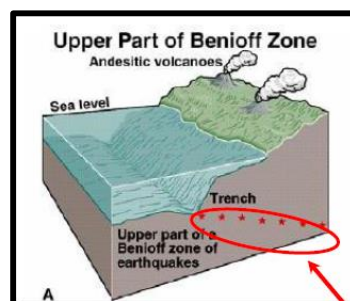


Ilustración 4: Sismo causado por Subducción

Fuente: (Unam, 2012)

2.6.3.3. *Sismos Profundos.*

Ocurren más allá de los 70 a 10 km de profundidad, su origen según se cree que está asociado a cambios de fases en las rocas de la placa oceánica, debido a que esas profundidades, la roca ya no tiene propiedades rígidas y no podría fracturarse.

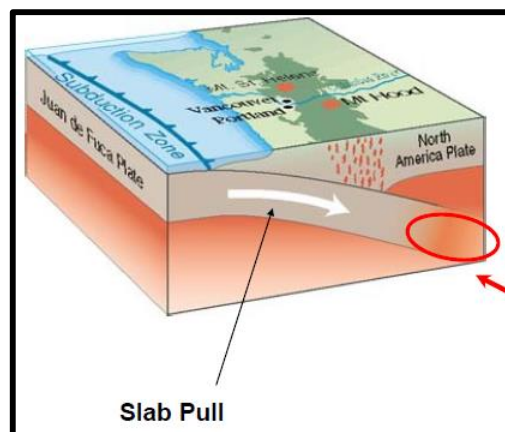


Ilustración 5: Origen de Sismos Profundos

Fuente: (Unam, 2012)

Existen varios tipos de sismos: tectónicos, volcánicos y los creados por la explosión o colapso (casi todas la veces de origen no natural); dependen de la región donde ocurren, de las causas que lo originan y la geología del lugar. En un borde convergente entre una placa oceánica y una continental podemos encontrar los siguientes tipos de sismos dependiendo de dónde se generen:

- Sismos corticales o intraplaca continental.
- Sismos intraplaca oceánica.
- Sismos interplaca (en plano de contacto entre placas cortical y oceánica).
- Sismos de trinchera de subducción.

2.6.4. **Zona de riesgo Sísmico.**

El cinturón de fuego es la zona de riesgo sísmico más peligrosa del mundo ya que más bien es una herradura, es una volátil red de rcos volcánicos y fosas oceánicas que casi rodean al Océano Pacífico, Que vas desde Chile subiendo por México, California, Alaska hasta el Oriente Ruso terminando en el sur de Japón, Indonesia y Nueva Zelanda. Sumatra sin duda es la zona más caliente del mundo sus costa está compuesta por muchos volcanes actualmente activos formando parte del cinturón de fuego, el terremoto que azotó a Sumatra sonaron como grandes gruñidos submarinos.

2.6.5. **Propagación de un Sismo.**

Las vibraciones o movimientos sísmicos se propagan por medio de ondas elásticas similares a las del sonido, a partir del hipocentro las ondas se presentan en tres tipos principales.

- Ondas Longitudinales.
- Ondas transversales
- Ondas Superficiales

2.6.6. Réplicas.

Según los expertos las réplicas son indicativos que la zona se está equilibrando, según explicación científica las réplicas son fenómenos sísmicos con una menor intensidad que se dan justo en la misma zona donde se produce la liberación de energía.

Esto ocurre porque la corteza terrestre se adapta a la inmediaciones de la falla que origino el temblor o terremoto original, vale destacar que si se produce un sismo en la misma zona con una magnitud mayor a la anterior, ya no será una réplica. Hasta el 21 de Julio se registraron 2258 réplicas, publicado por el (IGM), estas replicas han ocurrido dentro y fuera del perfil costanero.

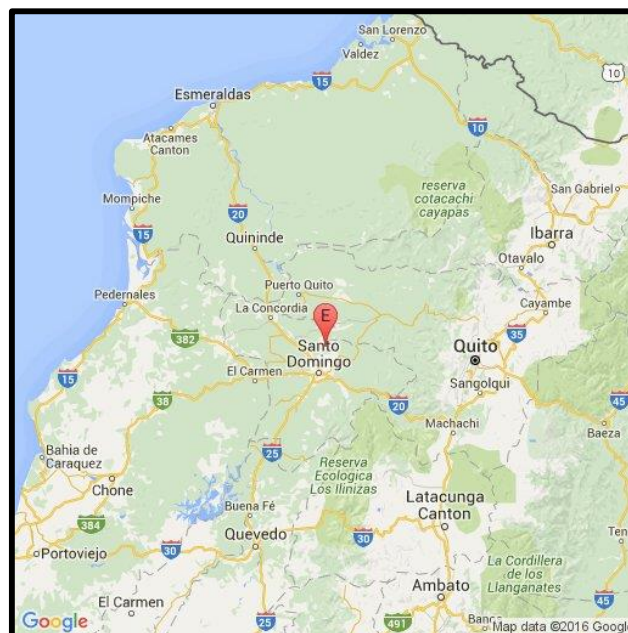


Ilustración 6: Sismo del 21 de Julio en Santo Domingo

Fuente: (El Universo, 2014)

2.7. Sismología y Sismicidad

Estudian el origen de los sismos, magnitud e intensidad por lo cual permite conocer más acerca de los sismos para así poder prepararnos en prevención y nuevos sistemas sismo resistentes.

2.7.1. Sismología.

Es una rama de la geofísica que se encarga del estudio de los terremotos y la propagación de las ondas elásticas (sísmicas) que se generan en el interior de la superficie del planeta.¹ Se puede decir que tiene dos actividades principales que son:

- Monitoreo.
- Investigación.

2.7.2. Sismicidad.

Estudia la cantidad de sismos en distintos lugares, en donde podremos realizar un mapa para localizar los epicentros y el número de réplicas La subducción de la placa Nazca bajo la placa Sudamericana no es homogénea. La complejidad del sistema de fuerzas causa segmentación en la zona de convergencia resultando en zonas con diferente ángulo de subducción, actividad sísmica y volcanismo.

Esta trabazón significa que las deformaciones están continuamente incrementándose, acumulando energía hasta que la roca se estrese hasta el límite de su resistencia, debiendo en ese estado limite inevitablemente colapsar catastróficamente con un terremoto de gran magnitud. La brecha sísmica en la zona de la dorsal Carnegie es de más de 200 años de edad.

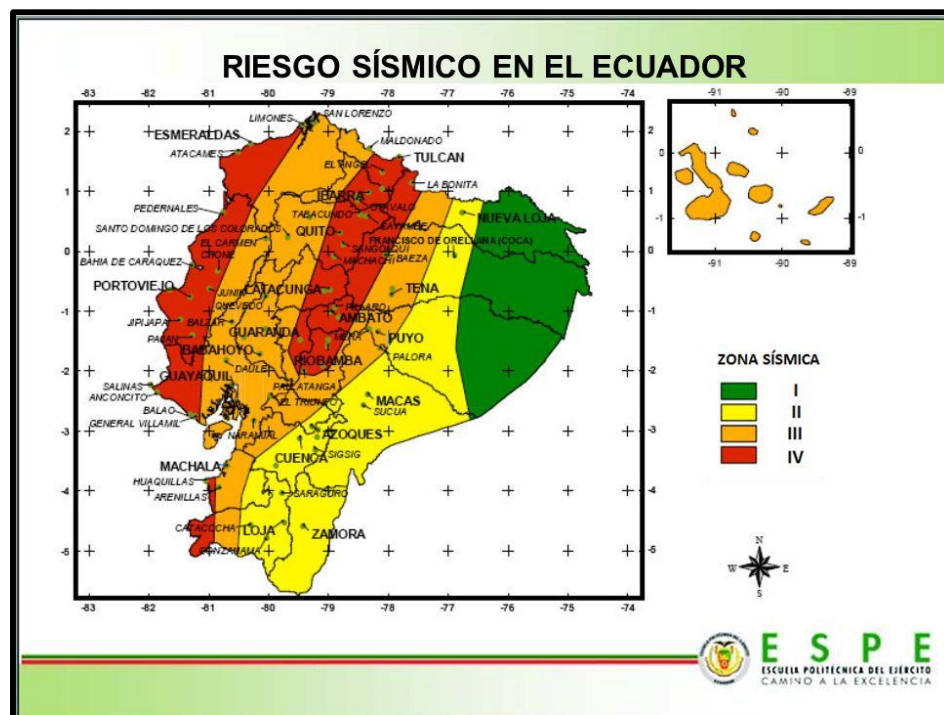


Ilustración 7: Zona de riesgo Sísmico
Fuente: (Jaime Argudo, 2007)

El peligro sísmico para Guayaquil se ha definido desde tres fuentes sísmicas capaces de producir sismos de magnitud suficiente para afectar a la ciudad. Estas fuentes son:

- Subducción Costera.
- Zona Local.
- Zona Sur -Oriental.

2.8. Riesgo Sísmico

Se denomina riesgo sísmico a las zonas con más alta probabilidad de que ocurra un movimiento sísmico en un periodo determinado. En Guayaquil se ha definido desde tres fuentes sísmicas capaces de producir sismos de magnitud suficiente para afectar a la ciudad. Estas fuentes son:

- Subducción Costera.
- Zona Local.
- Zona Sur -Oriental.

2.9. Movimiento de Placas

El interior de la tierra aun es una zona desconocida pero siempre está en constante movimiento, ya que toda clase de condiciones complejas condiciones y fuerzas se desarrollan allí. La intensidad del calor cada vez que se va acercando al núcleo, localizado en el centro mismo influye mucho en el movimiento.

A la zona de separación de las placas se las llama límite de placas, por los movimientos relativos de dos placas, estos límites se clasifican en:

- Límites divergente
- Límites convergentes
- Límites Transcurrentes

2.10. Fallas

Es una superficie o zona delgada a lo largo de la cual un lado se ha desplazado con respecto a otro. Pueden presentarse con deformación frágil, como también dúctil, en este caso el movimiento ocurre sin pérdida de cohesión en el afloramiento.

- Fallas normales.
- Fallas de rumbo o de cizalle.
- Fallas Inversas.

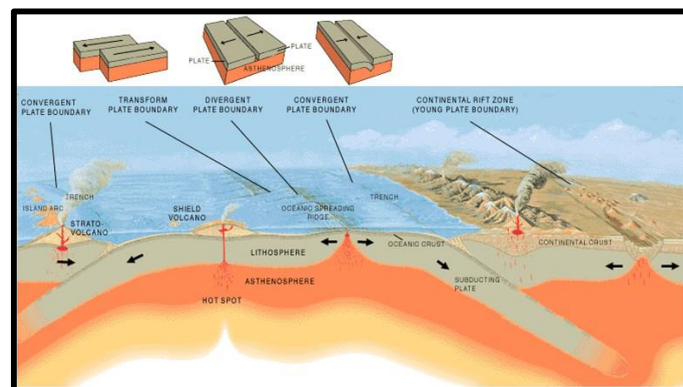


Ilustración 8: Tipos de Fallas

Fuente: (Google, 2013)

2.11. Mecanismo de Ruptura

Al romper una falla irradia energía en forma de ondas que llegan directamente a la superficie donde indica el tipo de esfuerzo provocado.

- Implosión: El terremoto baja en el primer movimiento y el sismógrafo detectara y graficara un trazo de onda hacia arriba.
- Explosión: Es totalmente diferente a la primera onda y el sismógrafo dara su primer trazo de onda hacia arriba.
- Desgarre: Si la falla es de rumbo se necesitaran cuatro sismógrafos colocados alrededor de la falla dos de ellos mostraran distensión (-) y los otros dos compresión (+) , causando un efecto acordeón.

2.12. Tipos de ondas Sísmicas

Las ondas sísmicas son similares a las que produce el sonido, cuando un sismo repentinamente libera esfuerzos impuestos en el terreno, la tierra vibra por la propagación de ondas como en el caso de una cuerda de guitarra. Cuando ocurre un terremoto se transmiten ondas que viajan por el interior de la tierra, siguen caminos curvos por la variedad de estratos que atraviesan desde el interior de la tierra, este efecto también es similar al de la refracción de ondas de luz a este tipo de ondas se la llama internas, de cuerpo o centrales. Que transmiten los temblores de un terremoto pero poseen poco poder destructivo.

2.12.1. Ondas (p).

Son de tipo longitudinal, pues las partículas del medio se mueven en el mismo sentido de propagación de onda, lo cual significa que el suelo está altamente dilatado y comprimido en la dirección de propagación. Estas ondas viajan a 300 m/s en el aire, 1450 m/s en el agua y en el granito a 5000 m/s. Entre sus características principales destacamos tres puntos.

2.12.2. Ondas (S).

Son llamadas ondas de cizalle ya que las partículas van en dirección perpendicular a la dirección de propagación de la onda. Lo cual significa que el suelo es desplazado perpendicularmente a la dirección de propagación, alternadamente hacia un lado y hacia el otro, estas ondas viajan únicamente a través de sólidos debido a que los líquidos no pueden soportar esfuerzos de corte.

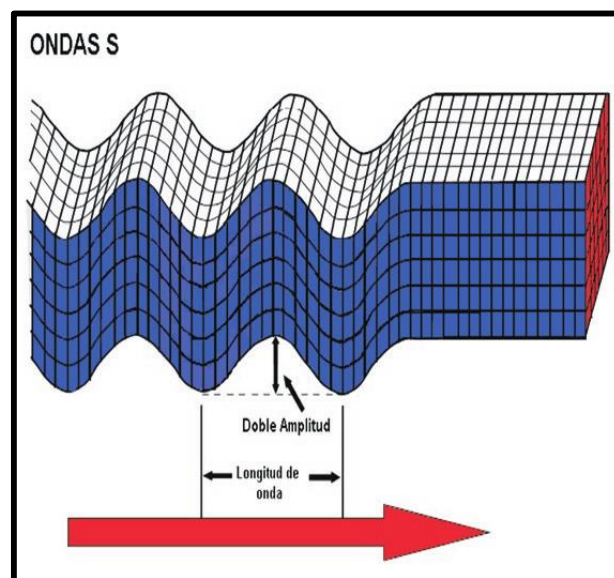


Ilustración 9: Ondas S

Fuente: (Google, 2013)

2.12.3. Ondas Rayleigh.

Cuando el sólido posee una libre superficie, como la superficie del planeta, pueden generarse ondas que viajen por esta misma lo cual su amplitud decrece a profundidad son conocidas como Rayleigh en honor al científico que predijo su existencia. La trayectoria de estas partículas se propaga de forma elíptica y retrograda, y ocurren en el plano de propagación de la onda.

2.12.4. Ondas Love.

Pertenecen al tipo de ondas superficiales llamadas así en honor a quien las descubrió, estas se generan cuando un medio elástico se encuentra estratificado. Situación que siempre se va a cumplir ya que se encuentra formado por diferentes capas químicas y físicas. Sus ondas se propagan de manera similar a las ondas Rayleigh.

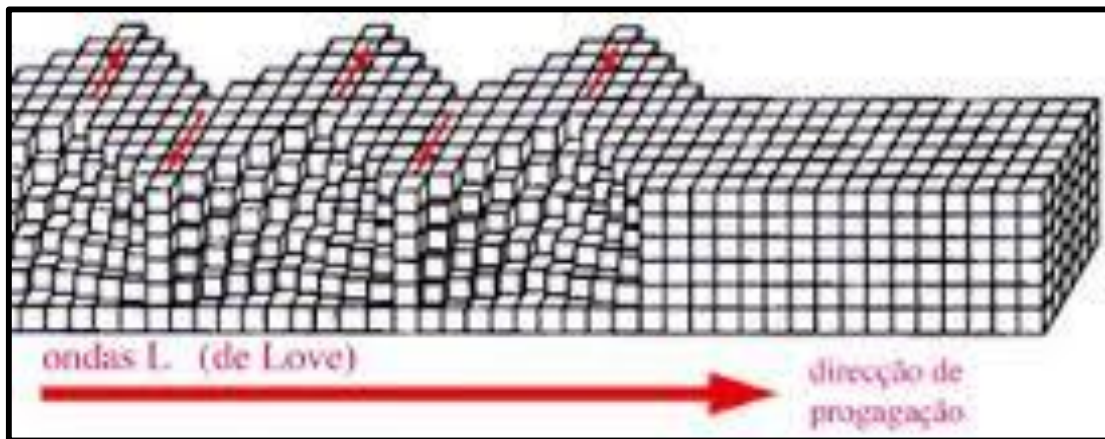


Ilustración 10: Ondas Love

Fuente: (Google, 2013)

2.13. Métodos para la medición de Sismos

Al verificar los daños causados por el sismo se usan medidas conocidas como magnitud e intensidad del sismo por consiguiente se explican los efectos indicadores y su significado.

- Escala Richter – Magnitud
- Escala Mercalli – Intensidad

2.13.1. Escala de Richter

Fue creada en el año 1935 por Charles Richter sismólogo nacio en 1900, él quería desarrollar una manera cuantitativa de comparar terremotos, esta medición se realiza utilizando los datos del sismógrafo que realizan ondas sísmicas, por lo cual no tiene un límite de grados, hasta el momento la mayor magnitud registrada ha sido de 9.5 grados, para el terremoto que ocurrió en Valdivia – Chile en 1960 esta escala utiliza datos científicos y no lo que perciben las personas.

2.13.2. Escala de Mercalli Modificada

La escala de Mercalli toma su nombre del físico de origen Italiano Giuseppe Mercalli quien en el siglo XIX desarrollo una escala subjetiva. Recolecta información a base de la percepción humana en donde no hay aparatos de monitoreo de detectores de movimiento e instrumentos de medición. Cuando se habla utilizando esta escala, se habla en grados de Intensidad, a continuación detallaremos la clasificación de esta escala del I al XXII.

2.14. Sismógrafos

Los sismógrafos se usan para medir los movimientos de la tierra. Su tecnología está basada en la inercia de cuerpos que dice que todos los cuerpos tienen una resistencia al movimiento o a variar su velocidad.

De tal manera que el movimiento del suelo puede ser medido de acuerdo a la posición de la masa suspendida por un elemento que permita permanecer en reposo por algunos instantes.

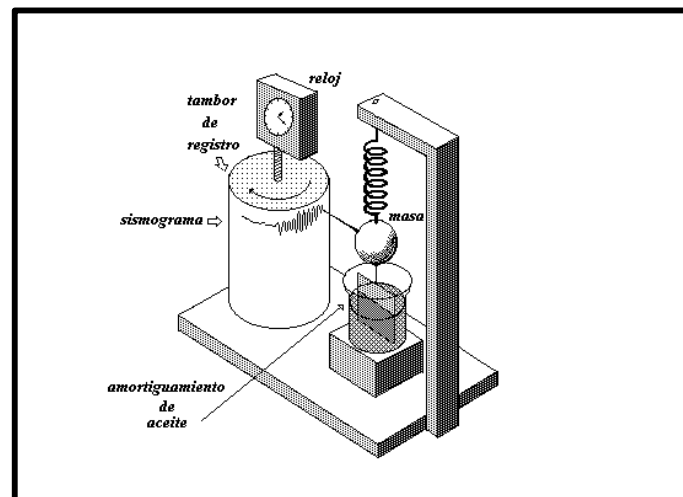


Ilustración 11: Sismografo

Fuente: (Google, 2012)

Cuando el movimiento del suelo se desplaza es tridimensional, lo movimientos del suelo tiene 2 componentes horizontales. Para medir este movimiento se requieren péndulos horizontales que oscilan con el eje inclinado para lograr estabilidad. Un ejemplo de estos tipos de sismógrafos se muestra en la siguiente figura.

Los sismógrafos emplean un sistema que amplifica las ondas para producir registros que puedan ser analizados a golpe de vista. En la actualidad la amplificación se la realiza electrónicamente.

2.15. Acelerógrafos

Los acelerógrafos son útiles cuando ocurre un sismo de gran magnitud, es cuando es sismógrafo se sale de su escala, este tipo de instrumentos registran la aceleración sísmica, velocidad, desplazamiento del suelo e intensidad espectral, constan con un conjunto de 3 cabezales que suelen ser chip micro electromagnéticos, que son sensibles en una dirección, a diferencia con un sismómetro que opera continuamente, los acelerógrafos trabajan en un modo provocado. Aquello quiere decir que se tiene que establecer un nivel de aceleración para poder registrar datos. En resumen los acelerógrafos se utilizan para monitorear estructuras de respuesta ante terremotos a veces con los datos se computa un espectro de respuesta, mientras que otros análisis son utilizados para soporte de diseño de edificaciones o para poder localizar estructuras importantes en zonas con más seguras.



Ilustración 12: Acelerógrafo 1990

Fuente: (Google, 2012)

CAPITULO III

INTRODUCCIÓN A LA VULNERABILIDAD SÍSMICA

La vulnerabilidad sísmica de un grupo de estructuras dependen de la zona donde se encuentre ubicadas, el concepto de vulnerabilidad sísmica es indispensable para los estudios de mitigación de desastres causados por los terremotos. Se entiende como vulnerabilidad sísmica al grado de pérdida esperada que sufren todo el conjunto de estructuras durante el tiempo que están expuestas a la acción sísmica, a dicho lapso de tiempo que la estructura soporta el sismo se la denomina periodo de vida útil de la estructura. Tener un conocimiento adecuado respecto a una amenaza sísmica existente permite tener en cuenta los aspectos importantes al momento de diseñar una estructura, así también como el sitio en donde pueden ser construidas. De tal forma que las condiciones de sus emplazamientos sean óptimos, esto quiere decir que. Deben estar alejados de las fallas, lugares con posibles asentamientos y con alto potencial de licuefacción. Sin embargo que esto no quiere decir que queden fuera del peligro sísmico, pero se lograra disminuir el riesgo. El tener conocimientos del comportamiento sísmico de las estructuras, permite implementar mecanismos de reducción de daños ante las vibraciones de la tierra, para el caso de construcciones nuevas pueden plantearse sistemas constructivos innovadores que garanticen el buen comportamiento o desempeño de la edificación. Al momento los análisis de vulnerabilidad sísmica de las diferentes estructuras existentes en nuestro medio como lo son: Edificios, Puentes, centrales nucleares y entre otras, se encuentran en otro nivel, ya que los investigadores y técnicos han estudiado este fenómeno los últimos 20 años.

Donde este es un importante punto de partida para la toma de decisión en demolición o reconstrucción de la estructura. El primer paso en el estudio de vulnerabilidad sísmica consiste en difundir su magnitud y alcance los cuales está condicionado por varios factores como lo son:

- Tipo de daño a evaluar.
- Amenaza sísmica existente en la zona
- Información disponible sobre la estructura y los datos de daño.



Ilustración 13: Edificación de Piso Blando

Fuente: (Google, 2012)

3.1. Factores que afectan a la Vulnerabilidad Sísmica

De lo aprendido en las aulas universitarias y de lo investigado en este proyecto la vulnerabilidad sísmica depende de diversos factores que se deben de tener en cuenta al momento de construir, estos factores contemplan los siguientes parámetros.

Aspectos Geométricos:

- Irregularidad en planta.
- Altura Irregular.
- Cantidad de Muros.

Aspectos Constructivos:

- Calidad de Juntas.
- Tipo de Bloques.
- Calidad de los materiales.

Los daños no estructurales están asociados a los elementos arquitectónicos tales como enlucidos, ventanas, cerramientos mampostería, sistemas eléctricos y sanitarios. Aunque no estén directamente ligado con el correcto funcionamiento de la estructura o edificio, su interacción en conjunto es importante y se deben tener en cuenta. Durante los terremotos se ha observado que la mayoría de edificios sufrieron grandes pérdidas debido al daño de los elementos no estructurales.

Aspecto de la Estructura:

- Muro confinado y reforzado.
- Detalles de vigas y columnas de confinamiento.
- Tipo de entrepiso.

Suelos:

- Blandos.
- Intermedios.

Cimentación:

- Viga de Amarre en concreto reforzado.

Los daños cuando la edificación es vulnerable pueden ser estructurales y no estructurales, el daño estructural depende de cómo se comporten los elementos que forman parte del sistema resistente como lo son vigas, muros, pilares, etc. Se relaciona con las características de los materiales que componen la edificación si fuera el caso su ensamblaje y configuración. Existe una diversidad de escalas de daño utilizados por diferentes autores (Shingal y Kiremidjian) que tratan de describir de mejor forma los daños sufridos por los componentes de la estructura, sin embargo se ha utilizado para nuestro proyecto la siguiente tabla de calificadores: ninguno, menor, moderado, severo y colapso.

3.2. Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas.

El presente documento escrito a continuación tiene como objeto orientar a estudiantes de cursos inferiores en tema de construcción y seguridad para poder llevar a cabo una autoevaluación de manera práctica el grado de vulnerabilidad sísmica de una vivienda, así como tener en cuenta los factores que deben de mejorarse. Es preciso indicar que los resultados que surjan de esta investigación no corresponden a ningún dictamen técnico oficial, por lo que sus resultados pueden ser diferentes a los emitidos por los peritos de las autoridades locales. Los resultados finales solo tienen como objetivo orientar al estudiante para un mejor entendimiento del comportamiento de las edificaciones.

3.2.1. Clasificación de Tipos de Viviendas.

➤ Mampostería Simple.

La mampostería simple es la construcción en donde se utilizan bloques o ladrillos en donde no se considera ningún elemento de refuerzo que confinen a los muros.

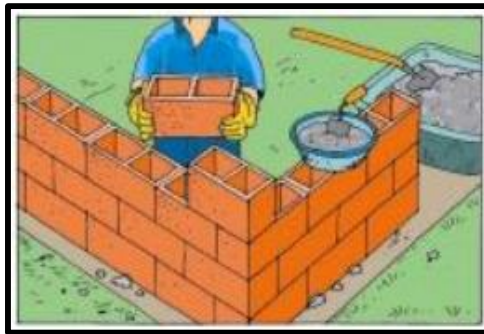


Ilustración 14: Colocación de bloques

Fuente: (Sismicidad, 2014)

➤ Mampostería Confinada.

Este tipo de construcción cuenta con paredes que están reforzados con varillas que confinan a la estructura.

➤ Mampostería Reforzada.

Es aquel formado con piezas huecas o macizas, en la que se colocan verticalmente u horizontal varillas o alambres de acero de refuerzo.

3.2.2. Irregularidad de Planta

➤ Vulnerabilidad baja

Forma geométrica regular y simétrica, su largo es menor a 3 veces su ancho no tienen voladizos exagerados.



Ilustración 15: Casa Simétrica

Fuente: (Sismicidad, 2014)

➤ Vulnerabilidad Media.

Presenta algunas irregularidades en planta y no es totalmente igual su largo excede su ancho.

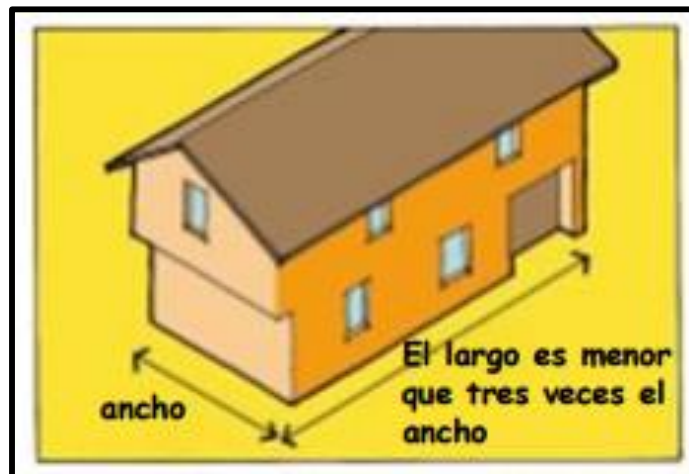


Ilustración 16: Casa Asimétrica

Fuente: (Sismicidad, 2014)

➤ Vulnerabilidad Alta.

Su largo es mayor a 3 veces su ancho, su figura es irregular, con voladizos muy abruptos además de ser notablemente asimétrica

3.2.3. Irregularidad en Altura

➤ Vulnerabilidad Baja.

Las paredes y las columnas están en la misma dirección desde sus cimientos.

➤ Vulnerabilidad Alta.

Más de la mitad de la casa presenta discontinuidad desde sus cimientos, estas discontinuidades van desde el cambio de dirección paredes hasta la variación de altura.

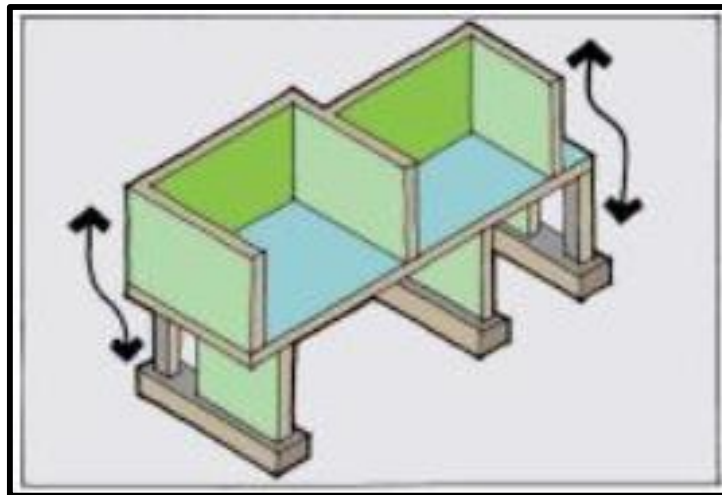


Ilustración 17: Irregularidad en altura

Fuente: (Sismicidad, 2014)

3.3. Edificaciones vulnerables en Guayaquil

La Ciudad de Guayaquil según lo publicado por la conocida revista Forbes a principios del 2012 se colocó en el puesto 13 entre las ciudades más vulnerables del mundo frente a un evento sísmico. Nuestra ciudad se encuentra situada frente a la placa de Nazca la cual está en fricción con la placa Sudamericana, colocándola en una zona de riesgo elevado, mientras que la ciudad de Quito se colocó en 4to puesto.

Debido que Guayaquil se encuentra en la zona denominada cinturón de fuego, su tipo de suelo incrementa el riesgo dejando así a una ciudad muy vulnerable a un sismo, no solo por su suelo sino por las construcciones existentes. Hablando del centro de la urbe donde se localizan 250 mil construcciones antiguas y templos antiguos como la Catedral que se encuentra entre las más vulnerables. A arcilla blanca es un tipo de suelo en donde se deben realizar edificaciones pequeñas, pero en nuestra ciudad está llena por los edificios bancarios de hasta 16 pisos. Entre las interrogantes que han surgido debido a la realización de este proyecto la principal fue.

¿Qué sucederá si Guayaquil es azotada por un sismo de 7.9 Grados como sucedió en Pedernales y otras zonas de Manabí? La respuesta la tendremos a medida del desarrollo del proyecto.



Ilustración 18: Falla por Piso Blando

Fuente: (Sismicidad, 2014)

Según el Proyecto RADIUS por sus siglas en inglés (Herramienta de Estimación de Riesgos y Desastres Sísmicos) de los cuales sus investigadores levantaron una ficha técnica en donde se especifica el porcentaje de daño que sufrirá la edificación, también destacando sus debilidades y fortalezas, hay un edificio público el cual sufrirá más daños no estructurales es el Edificio de la Caja de Seguro. Siendo esta edificación vulnerable a más del 60% causando evidentes daños por su forma irregular y por su gran volado lateral podría sufrir daños estructurales por lo que ocurriría un colapso desde sus cimientos.

La iglesia de La Merced ubicada también en Guayaquil debido a que podría chocar con edificaciones cercanas siendo afectada en un 50%. Mediante las siguientes imágenes demostraremos el grado de vulnerabilidad de algunas estructuras en nuestra Ciudad.

Daño Proyectado: 50%

Tiene poca rigidez en su planta baja y va a chocar con los edificios contiguos durante un evento sísmico como el de Manabí y esmeraldas.



Ilustración 19: Iglesia la Merced

Fuente: (Sismicidad, 2014)

Es muy vulnerable en su mampostería (año no estructural). Durante un sismo de 7.9 en la escala Richter se evidenciaran daños en paredes y ventanales.



Ilustración 20: Count Center

Fuente: (Sismicidad, 2014)

3.4. Interacción Suelo Estructura

El comportamiento del suelo durante un evento sísmico es de gran importancia para los diseñadores a la hora de modelar y observar su comportamiento, aunque con la tecnología que tenemos es imposible saber con certeza el movimiento que tendrán. El primer paso al que debemos recurrir es investigar los fenómenos de propagación de ondas, en donde se encontraran un gran número de investigaciones relativas a la caracterización del movimiento sísmico en los suelos.

Destacando por otra parte las investigaciones que han realizado algunos científicos posterior al sismo ocurrido en Japon en el año de 1964, Bujar (URSS), Spiak (Armenia) en 1988, Kobe Japon en 1955 y muchos más, en el cual los edificios de diferente cimentación se comportaron de forma diferente. Por ejemplo en:

- Bujar: los daños más graves ocurrieron en estructuras con zapatas aisladas mientras que los edificios de platea de cimentación recibieron un daño poco considerable.
- Kobe: Los daños obtenidos en edificios con zapatas superficiales superaron al 150% en daños a las edificaciones con pilotes en lo cual se debe reglamentar el tipo de cimentación de acuerdo al tipo de suelo.

Actualmente el pilotaje para edificaciones en otros países como Chile se la utiliza en edificaciones de alturas considerables que están en zonas sísmicas. Este tipo de cimentación se utiliza en condiciones desfavorables del suelo por ello se supone que dicha seguridad debe ser implementada en edificios altos.

3.4.1. Aspectos Fundamentales de la Estructura

Cuando se realiza una construcción de un edificio el peso se concentra en las áreas menores de las columnas, las cuales las transmiten por medio de la cimentación hacia el suelo, en el modelamiento de una edificación es común observar que su análisis se lo hace independiente de su cimentación.

Además de suponer que las bases poseen condiciones de apoyo empotrado (como se lo realiza en zap 2000) y las reacciones que surgen de estos apoyos se la toman como carga de análisis para la interacción suelo estructura. Desde mi punto de vista dicho procedimiento es incorrecto, para lo cual su análisis debería ser un modelo que considere Superestructura, Cimentación y Suelo. Por la interacción suelo – estructura se modifican la distribución de presiones sobre la cimentación cambiando relativamente su movimiento

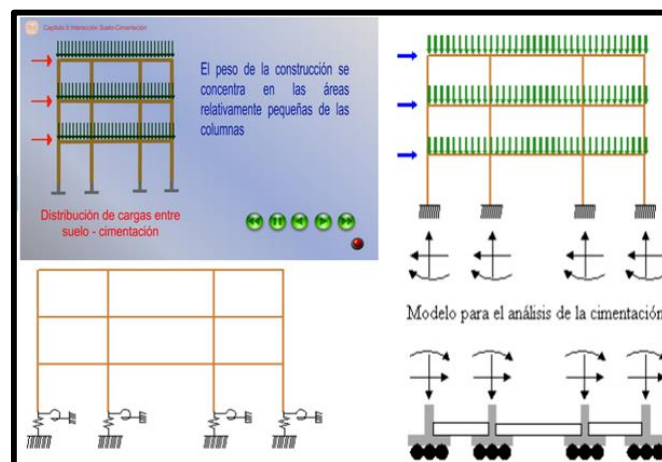


Ilustración 21: Sistema Estructura-Cimentación-Suelo

Fuente: (UCSG, 2014)

Si las presiones del suelo sobrepasan la capacidad de alguna de las capas que se encuentra debajo de la cimentación se producirá alguna falla. Estos esfuerzos producen asentamiento las cuales dependen de las propiedades del suelo así como la permanencia de carga y su aplicación en ella. Cuando los apoyos generan un asentamiento se generan fuerzas internas en la estructura. La curva del asentamiento se constituye en 3 partes:

- Asentamiento Uniforme.
- Un giro debido al asentamiento en una esquina, que da lugar a la inclinación o desplome de la edificación.
- Diferencia e asentamientos entre apoyos.

Si es que se presenta el asentamiento del cuerpo de la estructura (asentamientos uniformes) este no produce fuerzas internas y por lo tanto no se puede establecer un límite de hundimiento, pero estas pueden ocasionar daños a las viviendas cercanas y a la vía pública. Pero si los hundimientos ocurren de manera progresiva y lenta dando lugar a que las estructuras cercanas sean reacomodadas que reduzcan las sollicitaciones que se inducen.

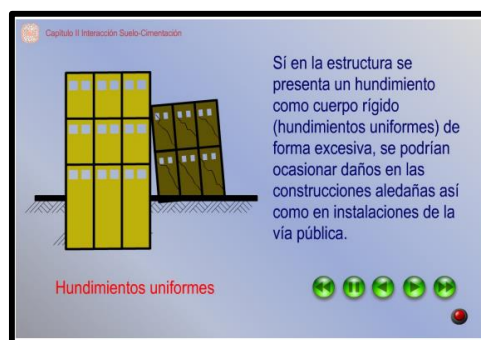


Ilustración 22: Asentamiento Uniforme

Fuente: (Google, 2012)

3.5. Sismo de Lago Periodo o Baja Frecuencia

El 4 de agosto fue el penúltimo terremoto que afectó a Ecuador en la Ciudad de Bahía de Caráúes, cuyo epicentro fue en canoa. En donde decenas de familias fueron afectadas y el 50% de edificaciones altas fueron afectadas y el 10 % de edificaciones pequeñas también fueron afectadas (hasta dos pisos), en donde podemos llegar a la conclusión que se generó un sismo de largo periodo. .

Estos sismos de baja frecuencia son comunes en zonas de subducción en donde hay un roce entre placa, que como lo mencionamos anteriormente, estas forman parte del cinturón de fuego donde hay sismos devastadores. La mayor parte de los sismólogos pueden estimar ligeras sacudidas que representan un ruido de fondo de la corteza terrestre, sin embargo cada vez que se produce un sismo de baja magnitud incrementa la presión en la falla produciendo en un futuro la liberación de todas esas presiones.

3.5.1. Sismos de Periodo Largo vs Periodo Corto

En México un sismo de 8.1 golpeo la costa del pacifico dejando más de 1000 edificios colapsados y 10000 muertos, según datos de sismólogos dicen que el sismo que azotó la costa de México viajo 400 kilómetros hasta su capital, en donde las ondas sísmicas se debilitaron y se sintieron por tres minutos causando un terremoto 12 veces más desastroso que Kobe (Japón).

Donde los sismólogos denominan a este fenómeno sismo de periodo largo el cual afecta a los edificios de manera muy diferente que los sismos de periodo corto, en los sismos de periodo corto los edificios más altos son los que más se balancean.

Esto quiere decir que las diferentes longitudes de ondas sísmicas convierten en vulnerables a edificios de diferentes alturas.

En la agencia meteorológica de Japón han descubierto datos de un sismógrafo de 1944 que registra un movimiento de periodo largo 500 kilómetros de Tokio, en donde durante dos minutos el suelo se sacudió con violencia en donde la aguja se salió del mapa luego y luego se sacudió suavemente durante 10 minutos.

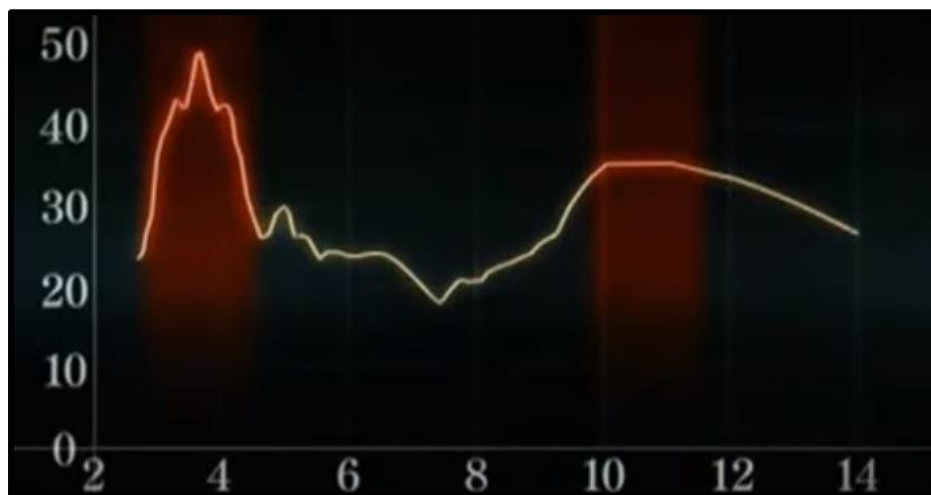


Ilustración 23: Sismograma Ciudad de México

Fuente (Autor, Luis Vallejo, 2016)

3.6. Efecto de Oscilaciones Verticales y Horizontales.

Un sismo puede producir movimientos trepidatorios u oscilatorios, pudiendo ser esas oscilaciones:

- a) Oscilación vertical
- b) Oscilación Horizontal.

1. Efecto individual en las estructuras de la edificación.
2. Esfuerzo total de su mampostería y su estructura.

Las edificaciones en su mayoría pueden deformarse respecto a la carga que las afectan y las características de rigidez de su estructura que le dan forma al edificio. En el caso de los movimientos telúricos estas solicitaciones están determinadas por oscilaciones que provoca el terreno sobre el cual está ubicado el edificio teniendo en cuenta las condiciones elásticas y particularmente el comportamiento de la cimentación.



Ilustración 24: Edificaciones Altas

Fuente (Autor, Luis Vallejo, 2016)

3.6.1. Oscilaciones Verticales

En este caso el sismo tendrá de acuerdo a su magnitud, la posibilidad de levantar el edificio y luego hacerlo descender. Por el principio de acción y reacción, en el cual producirá un efecto de compresión en primera instancia para luego producir tracción.

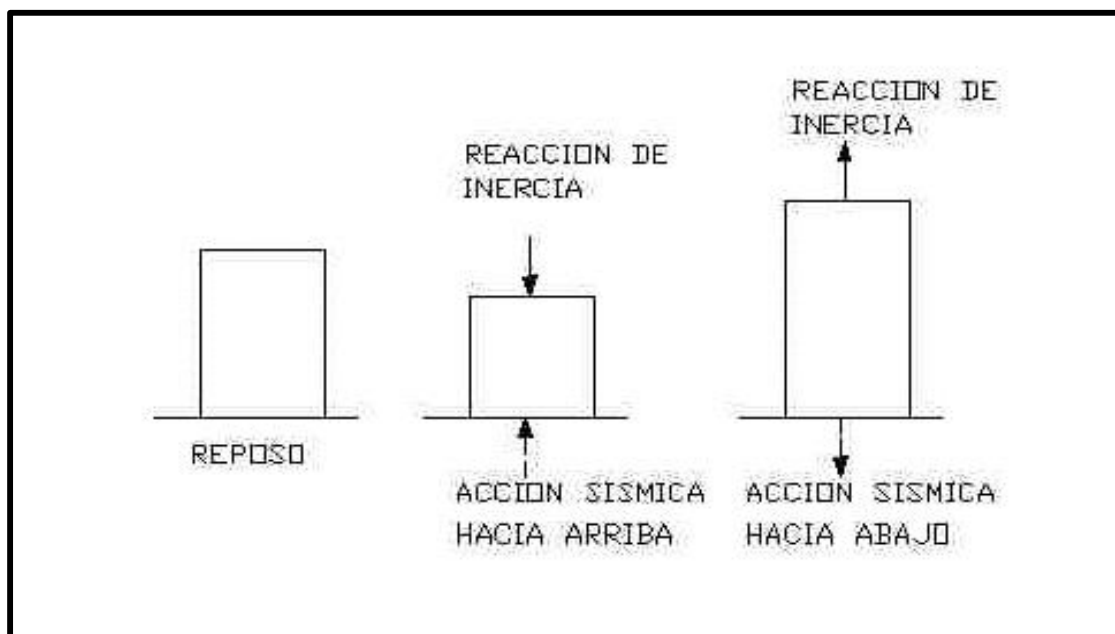


Ilustración 25: Efecto de los Sismos en las Edificaciones

Fuente (Autor, Luis Vallejo, 2016)

3.6.2. Oscilaciones Horizontales

Si tomamos como ejemplo la misma edificación anterior, esta vez con las fuerzas actuando de manera horizontal por inercia actuarán en uno y otro sentido. Cuando en un sismo el suelo se mueve de forma horizontal la estructura recibirá un conjunto de esfuerzos.

Que en su mayoría no podrán ser disipados ya que sobrepasan los coeficientes de seguridad que se consideran al suponer la existencia de cargas en el mismo sentido de la gravedad.

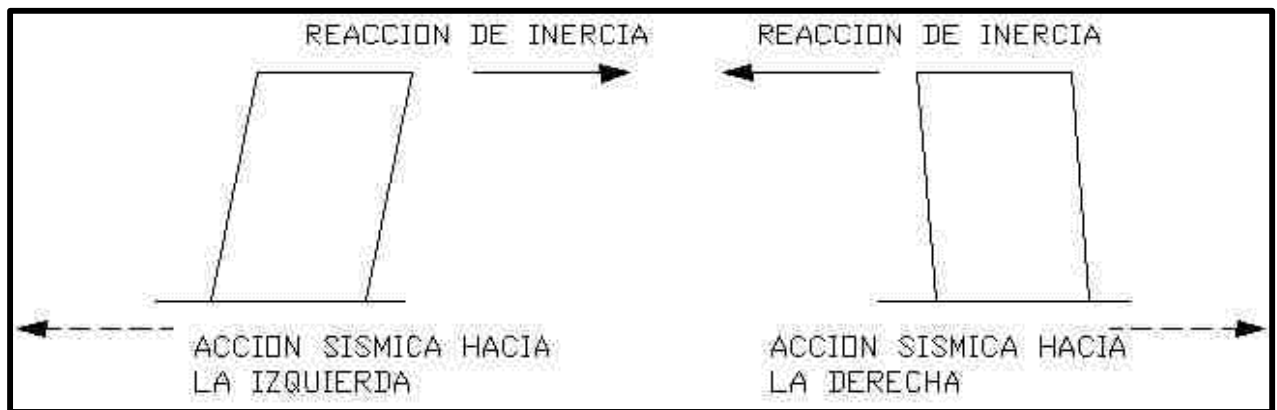


Ilustración 26: Efecto de los Sismos en las Edificaciones

Fuente (Autor, Luis Vallejo, 2016)

Puesto que las edificaciones tienen un factor de seguridad en las cargas verticales según se dijo anteriormente el peligro máximo lo presentan las solicitaciones horizontales producidas por el sismo, por este mismo motivo se ha asimilado a la fuerza sísmica como un empuje horizontal que en ambos sentidos actúa sobre la estructura.

3.7. Resonancia

La resonancia en las edificaciones o en cualquier otro tipo de estructura es el aumento de la amplitud debido a la aplicación de una fuerza pequeña en conjunto con el movimiento sísmico, es decir que este es un fenómeno mecánico que se origina cuando la vibración natural de la estructura es sometida a un periodo de vibración externa al misma frecuencia de la vibración natural de dicho edificio de forma repetida.

Este efecto puede causar grandes desastres en hospitales, escuelas u oficinas, casas y otras estructuras más.

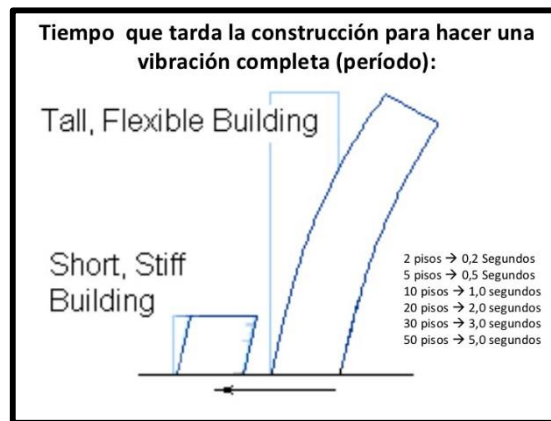


Ilustración 27: Efecto de la Resonancia

Fuente (Autor, Luis Vallejo, 2016)

CAPITULO IV

DISEÑO DE LA MESA VIBRATORIA

4.1. Geometría de la Mesa Vibratoria

La mesa vibratoria unidireccional es un dispositivo elaborado con fines académicos el cual se pueden colocar modelos estructurales para poder observar su comportamiento con una aceleración, velocidad y desplazamiento controlado.

Como se puede observar en la fig. 28 a medida que el disco gira, este transmite los movimientos al dispositivo fijado a la mesa vibratoria desplazándolo en el eje X. La biela que va conectada al disco circular y el dispositivo de la mesa vibratoria esta rotulado en sus extremos.

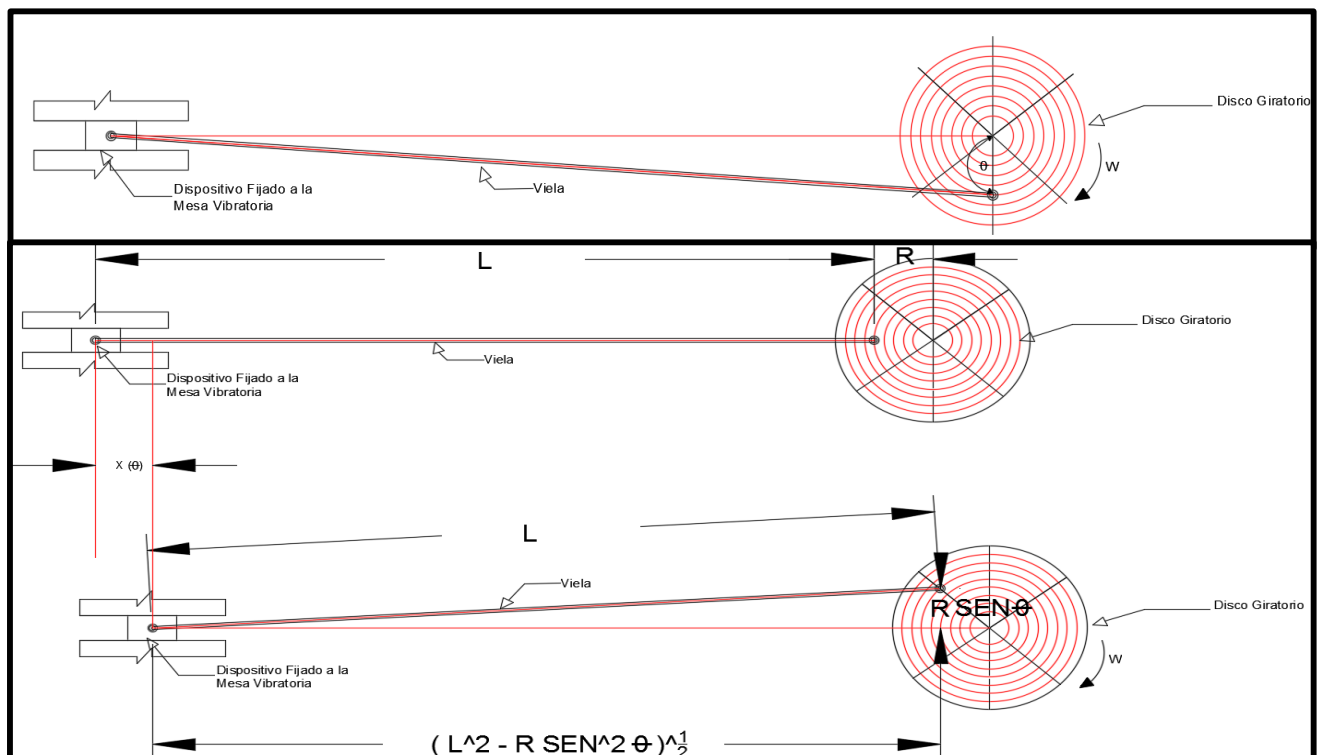


Ilustración 28: Acoples y Funcionamiento

Fuente (Autor, Luis Vallejo, 2016)

El problema dinámico a resolver estará dado por el disco que gira a una velocidad angular ω de radio R que sería el punto donde se sitúa la varilla, la cual hace moler la varilla de Longitud L que así mismo le da movimiento a la base de la Mesa vibratoria.

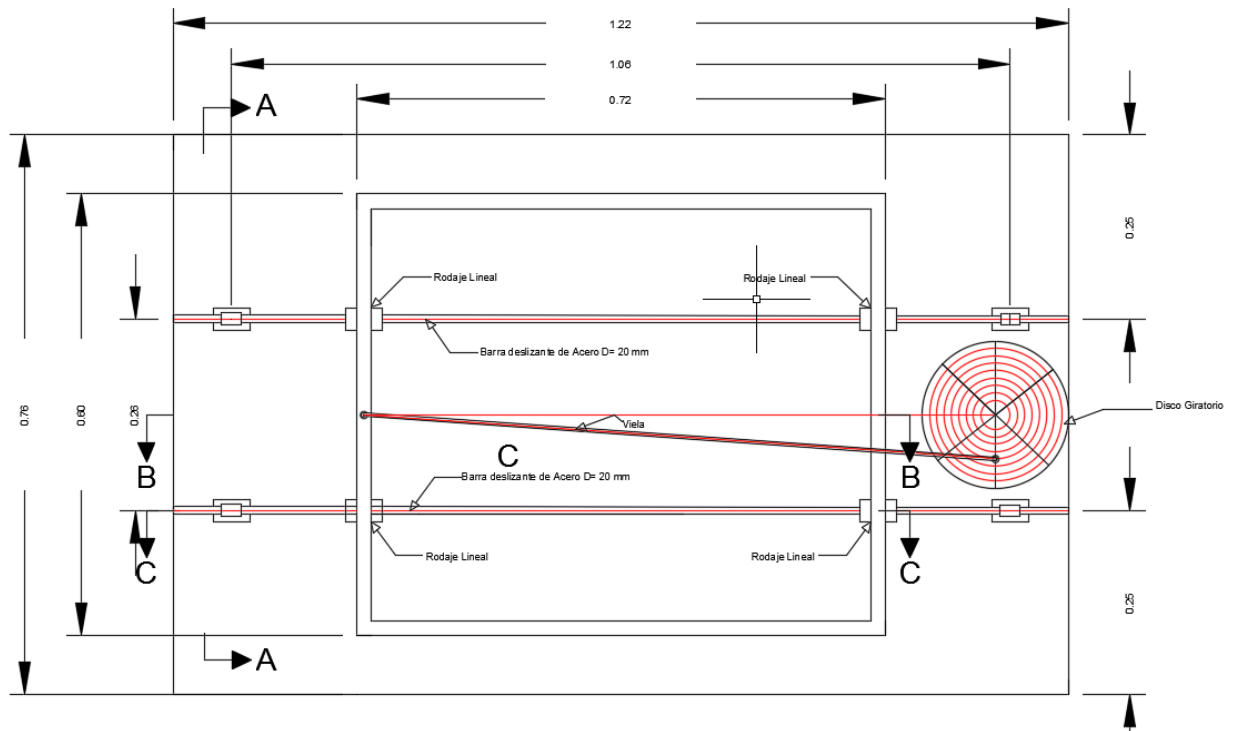


Ilustración 29: Vista en Planta

Fuente (Autor, Luis Vallejo, 2016)

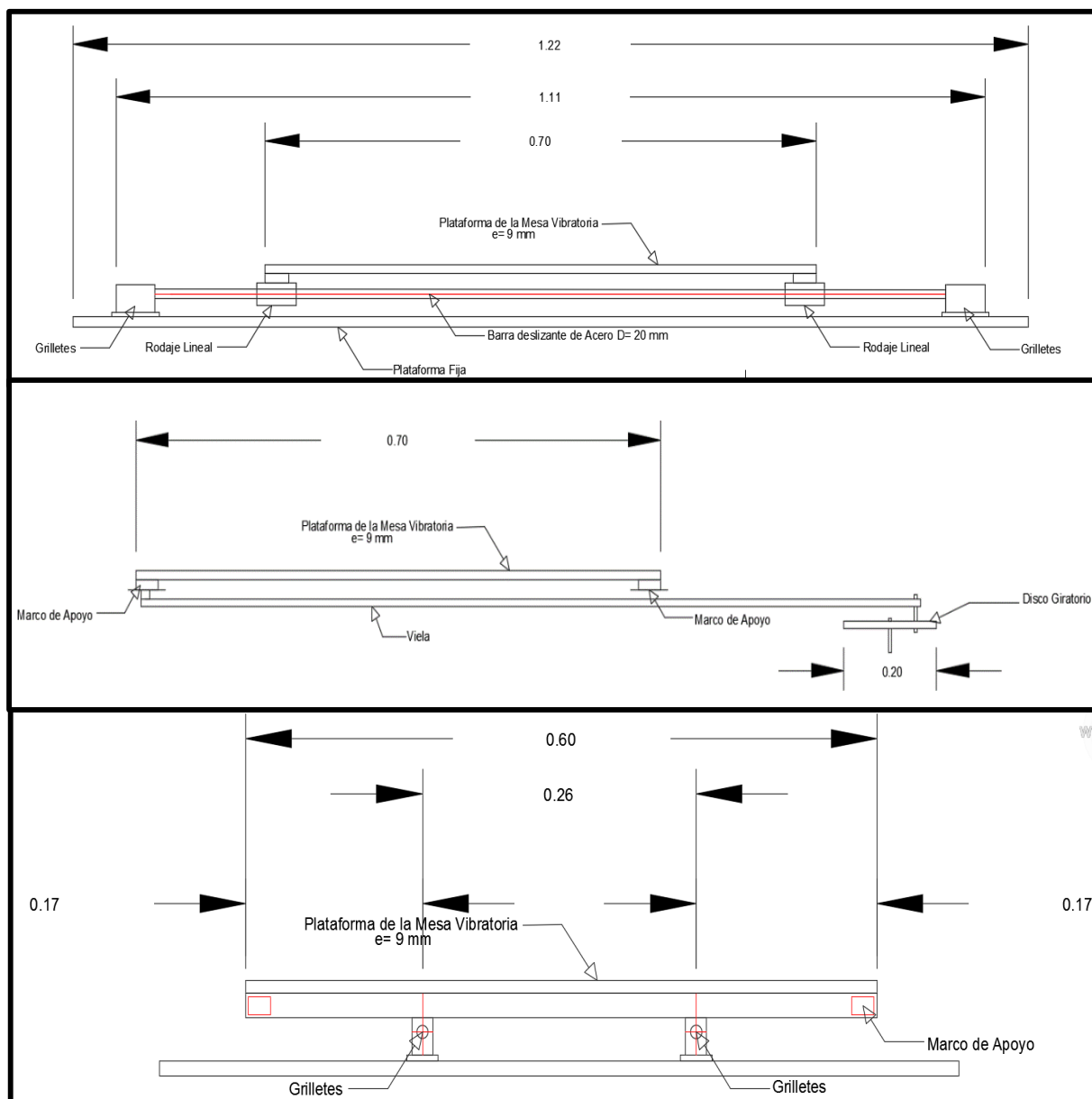


Ilustración 30: Cortes

Fuente (Autor, Luis Vallejo, 2016)

4.2. Cálculos de Desplazamiento, Velocidad y Aceleración

Los cálculos están función de la velocidad angular del disco.

4.2.1. Desplazamiento

De la geometría podemos obtener una relación entre X y Θ

$$(L + R) = X(\Theta) + \sqrt{L^2 - r^2 \cdot [\text{sen}(\Theta)]^2} + R\cos(\Theta)$$

La función de la posición de la mesa en función de Θ :

$$X(\Theta) = (L + r) - \sqrt{L^2 - r^2 \cdot [\text{sen}(\Theta)]^2} - r\cos(\Theta)$$

4.2.2. Velocidad

Derivando respecto al tiempo obtendremos la velocidad de la mesa.

$$\frac{d}{dt}x(\Theta) = 0 - \frac{d}{dt}[\sqrt{L^2 - r^2 \cdot [\text{sen}(\Theta)]^2} + r\cos(\Theta)]$$

$$\frac{d}{dt}x(\Theta) = -\left[\left(\frac{1}{2}\right)\left[L^2 - r^2 \cdot (\text{sen}(\Theta))^2\right]^{-\frac{1}{2}}\right] \cdot \left[-2r^2 \cdot \text{sen}(\Theta) \cdot \cos(\Theta) \cdot \frac{d}{dt}(\Theta)\right] - r\text{sen}(\Theta) \cdot \frac{d}{dt}(\Theta)$$

$$\frac{d}{dt}x(\Theta) = \frac{d}{dt}(\Theta) \left[\left(\frac{1}{2}\right)\left[L^2 - r^2 \cdot (\text{sen}(\Theta))^2\right]^{-\frac{1}{2}}\right] \cdot [2r^2 \cdot \text{sen}(\Theta) \cdot \cos(\Theta)] + r\text{sen}(\Theta)$$

En donde:

$$\frac{d}{dt}(\Theta) = w$$

$$\frac{d}{dt}x(\Theta) = w \left[\left(\frac{1}{2}\right)\left[L^2 - r^2 \cdot (\text{sen}(\Theta))^2\right]^{-\frac{1}{2}}\right] \cdot [r^2 \cdot \text{sen}(2\Theta)] + r\text{sen}(\Theta)$$

4.2.3. Aceleración

Ahora se procederá a derivar para el cálculo de la aceleración de la mesa.

$$\frac{d^2}{d^2}x(\theta) = \frac{d}{d} \left[\frac{d}{d}(\theta) \cdot \left[\left(\frac{1}{2} \right) \left[L^2 - r^2 [\text{sen}(\theta)]^2 \right]^{\frac{1}{2}} \cdot (r^2 \cdot \text{sen}(\theta)) + r \text{sen}(\theta) \right] \right]$$

$$\frac{d^2}{d^2}x(\theta) = \left[\frac{d^2}{d^2}(\theta) \cdot \left[\left(\frac{1}{2} \right) \left[L^2 - r^2 [\text{sen}(\theta)]^2 \right]^{\frac{1}{2}} \cdot (r^2 \cdot \text{sen}(\theta)) + r \text{sen}(\theta) \right] \right]$$

$$+ \frac{d}{d}(\theta) \cdot \left[\left(-\frac{1}{2} \right) \left(\frac{1}{2} \right) \left[L^2 - r^2 [\text{sen}(\theta)]^2 \right]^{\frac{3}{2}} \cdot [r^4 [\text{sen}(2\theta)]^2 \cdot \frac{d}{d}(\theta)] \right]$$

$$+ \frac{d}{d}(\theta) \cdot \left[\left(\frac{1}{2} \right) \left[L^2 - r^2 [\text{sen}(\theta)]^2 \right]^{\frac{1}{2}} \cdot [2r^2 [\cos(2\theta)]^2 \cdot \frac{d}{d}[(\theta) + r \cos(\theta) \cdot \frac{d}{d}(\theta)]] \right]$$

4.3. Tablas de datos en función de su geometría

De forma acuerdos a los datos otorgados por las siguientes tablas podremos obtener gráficos posición, velocidad y aceleración para valores de: $w = 5.71 \text{ rad/seg}$, $L = 800\text{mm}$, $r = 60\text{mm}$.

Tabla 1: Datos Teóricos de Movimiento

RADIANES	R ² *SEN ² Ø	R*COSENØ	RAIZ	X(Ø)
0,00	0	0,06	0,6800	0,0000
1,57	0,0036	3,6754E-18	0,6773	0,0627
3,14	5,40356E-35	-0,06	0,6800	0,1200
4,71	0,0036	-1,1026E-17	0,6773	0,0627
6,28	2,16142E-34	0,06	0,6800	0,0000
7,85	0,0036	1,8377E-17	0,6773	0,0627
9,42	4,8632E-34	-0,06	0,6800	0,1200
11,00	0,0036	-2,5728E-17	0,6773	0,0627
12,57	8,6457E-34	0,06	0,6800	0,0000
17,28	0,0036	-1,4701E-16	0,6773	0,0627

Elaboración; Luis Vallejo

Tabla 2: Datos Teóricos de Movimiento

RADIANES	$R^2 \cdot \text{SEN}^2 \emptyset$	$R \cdot \text{COS} \emptyset$	RAIZ	$X(\emptyset)$
42,41	0,0036	-2,0582E-16	0,67734777	0,0627
43,98	1,0591E-32	0,06	0,68	0,0000
45,55	0,0036	6,5052E-21	0,67734777	0,0627
47,12	1,04604E-31	-0,06	0,68	0,1200
48,69	0,0036	-2,2052E-16	0,67734777	0,0627
50,27	1,38331E-32	0,06	0,68	0,0000
51,84	0,0036	1,4708E-17	0,67734777	0,0627
53,41	7,77883E-33	-0,06	0,68	0,1200
54,98	0,0036	-2,3522E-16	0,67734777	0,0627
56,55	1,75075E-32	0,06	0,68	0,0000
58,12	0,0036	2,941E-17	0,67734777	0,0627
59,69	1,24489E-31	-0,06	0,68	0,1200
61,26	0,0036	-2,4992E-16	0,67734777	0,0627
62,83	2,16142E-32	0,06	0,68	0,0000
64,40	0,0036	4,7044E-16	0,67734777	0,0627
65,97	3,45675E-33	-0,06	0,68	0,1200
67,54	0,0036	-2,6463E-16	0,67734777	0,0627
69,12	3,45797E-31	0,06	0,68	0,0000
70,69	0,0036	5,8814E-17	0,67734777	0,0627
72,26	1,46102E-31	-0,06	0,68	0,1200
73,83	0,0036	1,47E-16	0,67734777	0,0627
75,40	3,11245E-32	0,06	0,68	0,0000
76,97	0,0036	4,9984E-16	0,67734777	0,0627
78,54	8,63805E-34	-0,06	0,68	0,1200
80,11	0,0036	-2,9403E-16	0,67734777	0,0627
81,68	5,53202E-32	0,06	0,68	0,0000
83,25	0,0036	8,8217E-17	0,67734777	0,0627
84,82	1,69445E-31	-0,06	0,68	0,1200
86,39	0,0036	1,1759E-16	0,67734777	0,0627
87,96	4,23639E-32	0,06	0,68	0,0000
89,54	0,0036	5,2924E-16	0,67734777	0,0627
91,11	1,69271E-40	-0,06	0,68	0,1200
92,68	0,0036	-3,2343E-16	0,67734777	0,0627
94,25	4,18418E-31	0,06	0,68	0,0000
95,82	0,0036	1,1762E-16	0,67734777	0,0627
97,39	1,94517E-31	-0,06	0,68	0,1200
98,96	0,0036	8,8191E-17	0,67734777	0,0627

Fuente: Luis Vallejo

La siguiente tabla muestra los valores para la velocidad en función del Angulo, en donde la columna 4 es el resultado de la multiplicación de la columna 2 y 3 por la constante $\frac{1}{2}$.

Tabla 3: Datos de Velocidad

RADIANES	$1/RAIZ(L^2 - (R^2 * SEN^2 \theta))$	$R^2 * SEN^2 \theta + R * SEN \theta$	RESULTADO
0	1,470588235	0	0
1,57079633	1,476346488	0,06	0,531484736
3,14159265	1,470588235	6,46878E-18	5,70775E-17
4,71238898	1,476346488	-0,06	-0,531484736
6,28318531	1,470588235	-1,6466E-17	-1,45288E-16
7,85398163	1,476346488	0,06	0,531484736
9,42477796	1,470588235	1,94064E-17	1,71233E-16
10,9955743	1,476346488	-0,06	-0,531484736
12,5663706	1,470588235	-3,2932E-17	-2,90576E-16
14,1371669	1,476346488	0,06	0,531484736
15,7079633	1,470588235	3,23439E-17	2,85388E-16
17,2787596	1,476346488	-0,06	-0,531484736
18,8495559	1,470588235	-4,9398E-17	-4,35865E-16
20,4203522	1,476346488	0,06	0,531484736
21,9911486	1,470588235	4,52815E-17	3,99543E-16
23,5619449	1,476346488	-0,06	-0,531484736
25,1327412	1,470588235	-6,5864E-17	-5,81153E-16
26,7035376	1,476346488	0,06	0,531484736
28,2743339	1,470588235	5,82191E-17	5,13698E-16
29,8451302	1,476346488	-0,06	-0,531484736
31,4159265	1,470588235	-8,233E-17	-7,26441E-16
32,9867229	1,476346488	0,06	0,531484736
34,5575192	1,470588235	2,5874E-16	2,283E-15
36,1283155	1,476346488	-0,06	-0,531484736
37,6991118	1,470588235	-9,8796E-17	-8,71729E-16
39,2699082	1,476346488	0,06	0,531484736
40,8407045	1,470588235	-1,03489E-16	-9,13139E-16

Fuente: Luis Vallejo

Tabla 4: Datos de Velocidad

RADIANES	$1/RAIZ(L^2-(R^2*SEN^2\theta))$	$R^2*SEN2\theta + R*SEN\theta$	RESULTADO
51,83627878	1,476346488	0,06	0,531484736
53,40707511	1,470588235	-7,7614E-17	-6,84829E-16
54,97787144	1,476346488	-0,06	-0,531484736
56,54866776	1,470588235	-1,48194E-16	-1,30759E-15
58,11946409	1,476346488	0,06	0,531484736
59,69026042	1,470588235	3,1049E-16	2,73962E-15
61,26105675	1,476346488	-0,06	-0,531484736
62,83185307	1,470588235	-1,6466E-16	-1,45288E-15
64,4026494	1,476346488	0,06	0,531484736
65,97344573	1,470588235	-5,17388E-17	-4,56519E-16
67,54424205	1,476346488	-0,06	-0,531484736
69,11503838	1,470588235	-6,58611E-16	-5,81127E-15
70,68583471	1,476346488	0,06	0,531484736
72,25663103	1,470588235	3,36365E-16	2,96793E-15
73,82742736	1,476346488	-0,06	-0,531484736
75,39822369	1,470588235	-1,97592E-16	-1,74346E-15
76,96902001	1,476346488	0,06	0,531484736
78,53981634	1,470588235	-2,58637E-17	-2,28209E-16
80,11061267	1,476346488	-0,06	-0,531484736
81,68140899	1,470588235	2,63427E-16	2,32435E-15
83,25220532	1,476346488	0,06	0,531484736
84,82300165	1,470588235	3,6224E-16	3,19624E-15
86,39379797	1,476346488	-0,06	-0,531484736
87,9645943	1,470588235	-2,30524E-16	-2,03403E-15
89,53539063	1,476346488	0,06	0,531484736
91,10618695	1,470588235	1,14492E-20	1,01022E-19
92,67698328	1,476346488	-0,06	-0,531484736
94,24777961	1,470588235	-7,24475E-16	-6,39242E-15
95,81857593	1,476346488	0,06	0,531484736
97,38937226	1,470588235	3,88116E-16	3,42455E-15
98,96016859	1,476346488	-0,06	-0,531484736
100,5309649	1,470588235	-2,63456E-16	-2,32461E-15
102,1017612	1,476346488	0,06	0,531484736
103,6725576	1,470588235	2,58866E-17	2,28411E-16
105,2433539	1,476346488	-0,06	-0,531484736

Fuente: Luis Vallejo

Para las gráficas de la aceleración utilizaremos los datos obtenidos ingresando los datos de la ecuación 3.

Tabla 5: Datos de Aceleracion

RADIANES	$1/\text{raiz}((L^2 - (R^2 \cdot \text{SEN}^2 \emptyset))^3)$	$R^4 \cdot \text{SEN}^2 \emptyset^2 \cdot W$	TOTAL
0	3,180337879	0	0,25058824
1,57079633	3,217843262	1,16717E-36	-0,1913345
3,14159265	3,180337879	4,66868E-36	0,25058824
4,71238898	3,217843262	1,05045E-35	-0,1913345
6,28318531	3,180337879	1,86747E-35	0,25058824
7,85398163	3,217843262	2,91792E-35	-0,1913345
9,42477796	3,180337879	4,20181E-35	0,25058824
10,9955743	3,217843262	5,71913E-35	-0,1913345
12,5663706	3,180337879	7,46988E-35	0,25058824
14,1371669	3,217843262	9,45407E-35	-0,1913345
15,7079633	3,180337879	1,16717E-34	0,25058824
17,2787596	3,217843262	1,8673E-33	-0,1913345
18,8495559	3,180337879	1,68072E-34	0,25058824
20,4203522	3,217843262	2,98729E-34	-0,1913345
21,9911486	3,180337879	2,28765E-34	0,25058824
23,5619449	3,217843262	2,25946E-33	-0,1913345
25,1327412	3,180337879	2,98795E-34	0,25058824
26,7035376	3,217843262	1,68023E-34	-0,1913345

Fuente: Luis Vallejo

Tabla 6: Datos de Aceleracion

RADIANES	$1/\text{raiz}((L^2-(R^2*\text{SEN}^2\emptyset))^3)$	$R^4*\text{SEN}2\emptyset^{2*W}$	TOTAL
26,7035376	3,217843262	1,68023E-34	-0,1913345
28,2743339	3,180337879	3,78163E-34	0,25058824
29,8451302	3,217843262	2,68896E-33	-0,1913345
31,4159265	3,180337879	4,66868E-34	0,25058824
32,9867229	3,217843262	7,46658E-35	-0,1913345
34,5575192	3,180337879	7,46922E-33	0,25058824
36,1283155	3,217843262	3,15581E-33	-0,1913345
37,6991118	3,180337879	6,72289E-34	0,25058824
39,2699082	3,217843262	1,86582E-35	-0,1913345
40,8407045	3,180337879	1,19492E-33	0,25058824
42,4115008	3,217843262	3,66001E-33	-0,1913345
43,9822972	3,180337879	9,1506E-34	0,25058824
45,5530935	3,217843262	3,65626E-42	-0,1913345
47,1238898	3,180337879	9,03783E-33	0,25058824
48,6946861	3,217843262	4,20156E-33	-0,1913345
50,2654825	3,180337879	1,19518E-33	0,25058824
51,8362788	3,217843262	1,86912E-35	-0,1913345
53,4070751	3,180337879	6,72091E-34	0,25058824
54,9778714	3,217843262	4,78046E-33	-0,1913345

Fuente: Luis Vallejo

4.4. Graficas del Comportamiento.

A continuación podremos observar los gráficos de la posición, velocidad y aceleración de la mesa vibratoria en función de su geometría.

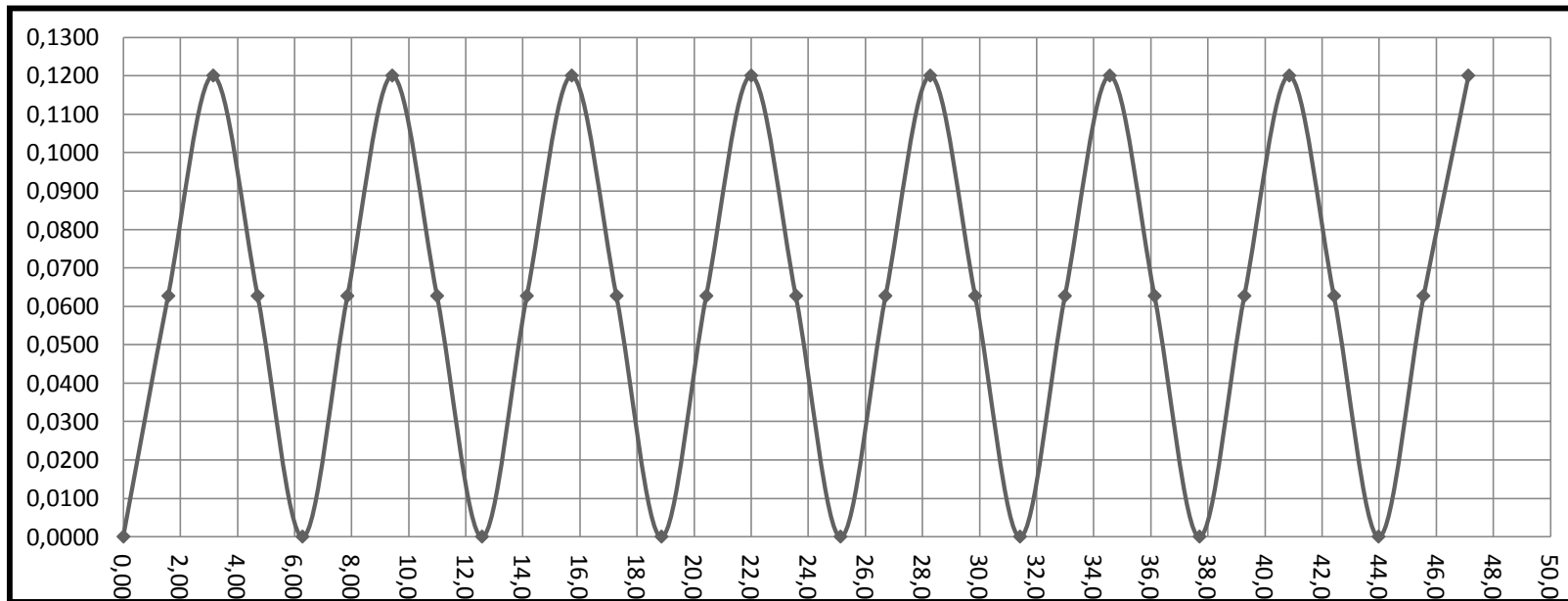


Ilustración 31: Grafico de Desplazamiento

Fuente (Autor, Luis Vallejo, 2016)

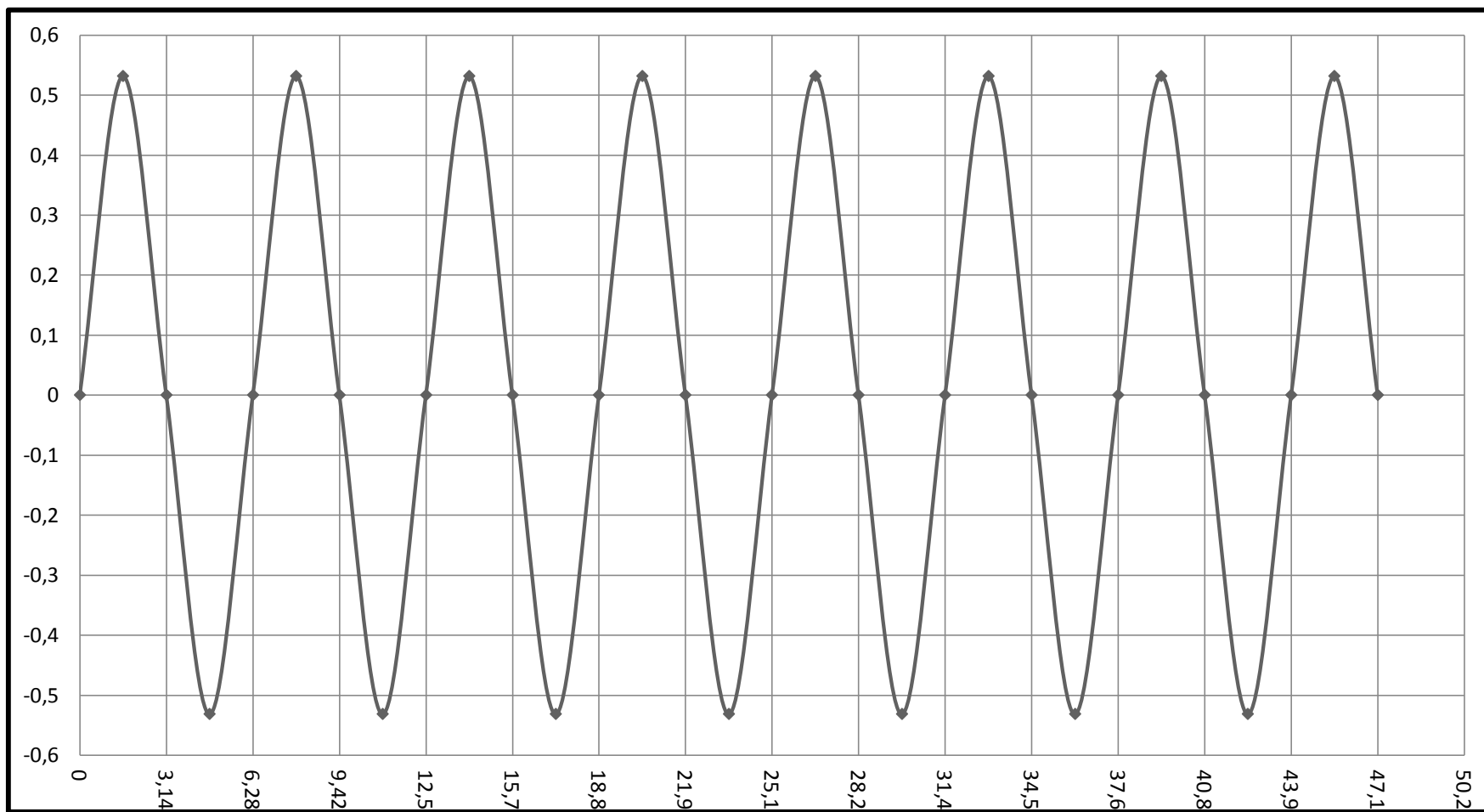


Ilustración 32: Grafica de Velocidad

Fuente (Autor, Luis Vallejo, 2016)

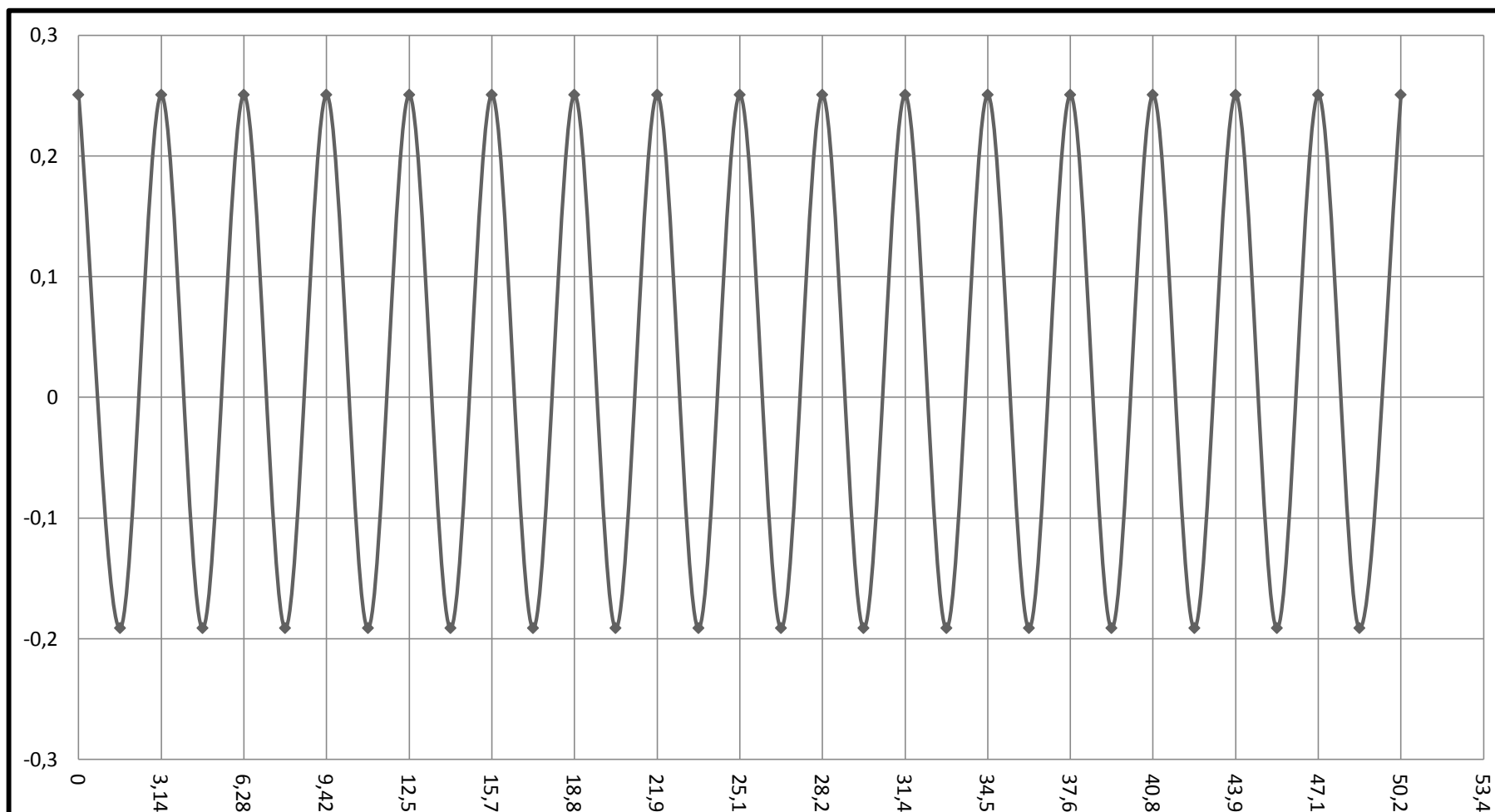


Ilustración 33: Grafica de Aceleración

Fuente (Autor, Luis Vallejo, 2016)

4.5. Uso de Aplicaciones Celulares y Programa Computarizados para obtención de Datos

4.5.1. Accelerometer Meter

Para poder obtener datos de las aceleraciones en las tres direcciones (X, Y y Z) se ha descargado la Aplicación Accelerometer Meter los cuales muestran datos muy amigables ya que podemos obtener datos de aceleración en m/s^2 , vale mencionar que la precisión de estos dispositivos son $5.98\text{E-}4 \text{ m/s}^2$, en las figuras que se muestran a continuación podremos observar como arroja datos de forma gráfica, teniendo también 6 opciones diferentes de las cuales utilizaremos 4.

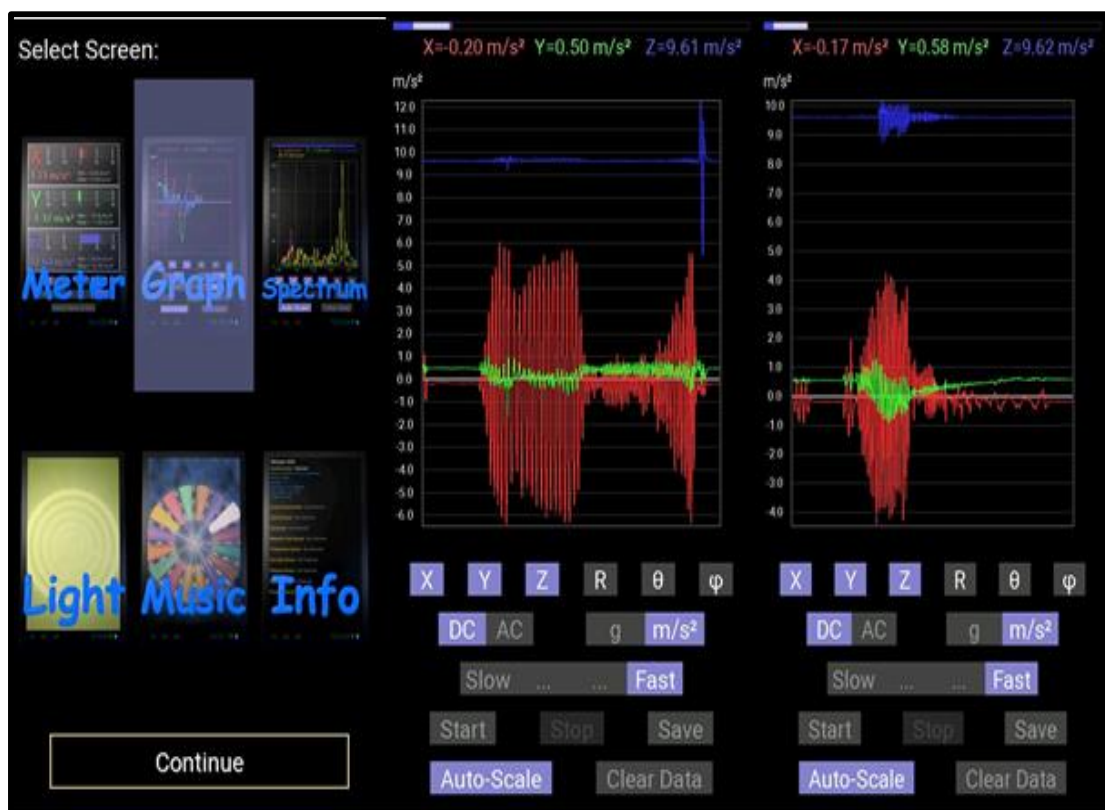


Ilustración 34: Inicio de Pantalla y Graficas

Fuente (Autor, Luis Vallejo, 2016)

4.5.2. ViewWave

También se ha hecho uso de un programa complementario el cual nos facilitara la obtención de datos como desplazamiento y velocidad, dicho programa es utilizado para fines académicos llamado ViewWave versión 1.53 el cual se lo puede descargar de forma gratuita en sus versiones japonesas o ingles. Utiliza la integración para el procesamiento de datos.

ViewWave es un simple visor de registros de movimientos fuertes. ViewWave lee un sólido historial de movimiento de un archivo y muestra la forma de onda de aceleración. Las formas de onda de velocidad y desplazamiento, los espectros de Fourier y todos los tipos de espectros de respuesta pueden ser calculados y visualizados.

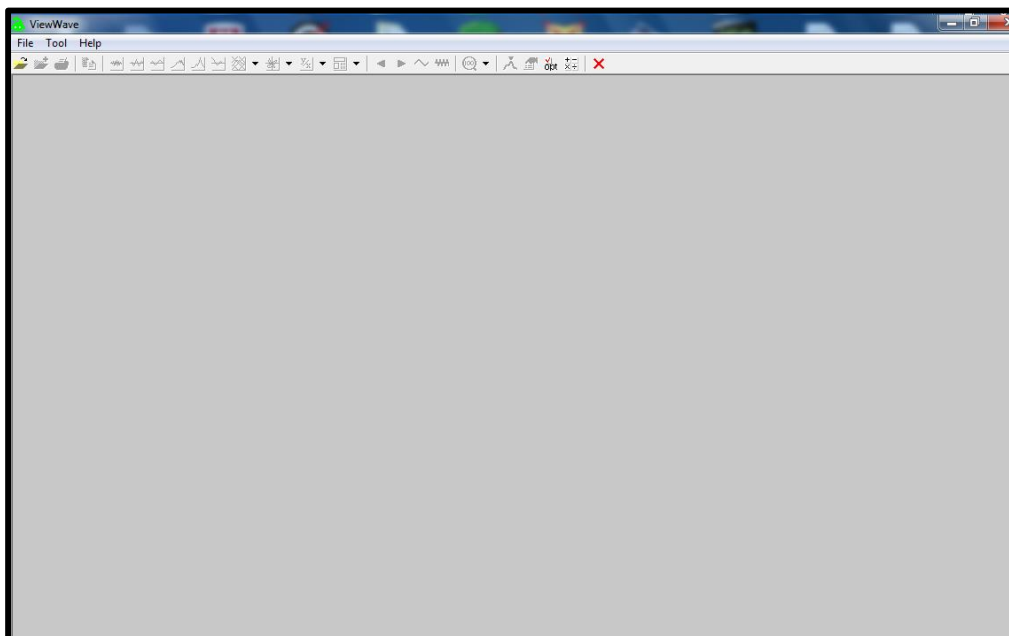


Ilustración 35: Inicio del Programa ViewWave

Fuente (Autor, Luis Vallejo, 2016)

4.6. Obtención de Datos y Graficas Experimentales

Mediante la aplicación Acelerómetro Meter se obtuvieron los siguientes resultados. De la aceleración máxima obtenida 2.2 m/s^2

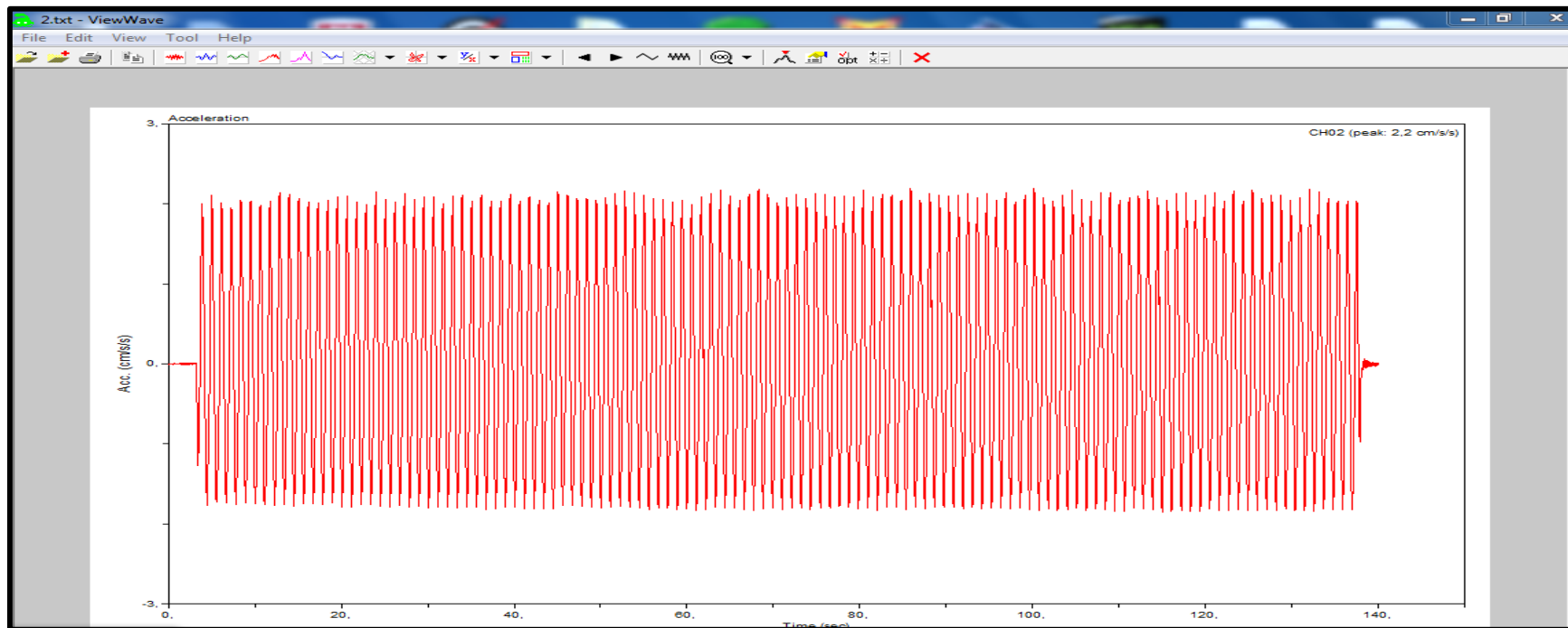


Ilustración 36: Obtención de Graficas Experimentales de Aceleración

Fuente (Autor, Luis Vallejo, 2016)

Para valores de Velocidad se obtuvo 0.33 m/s^2

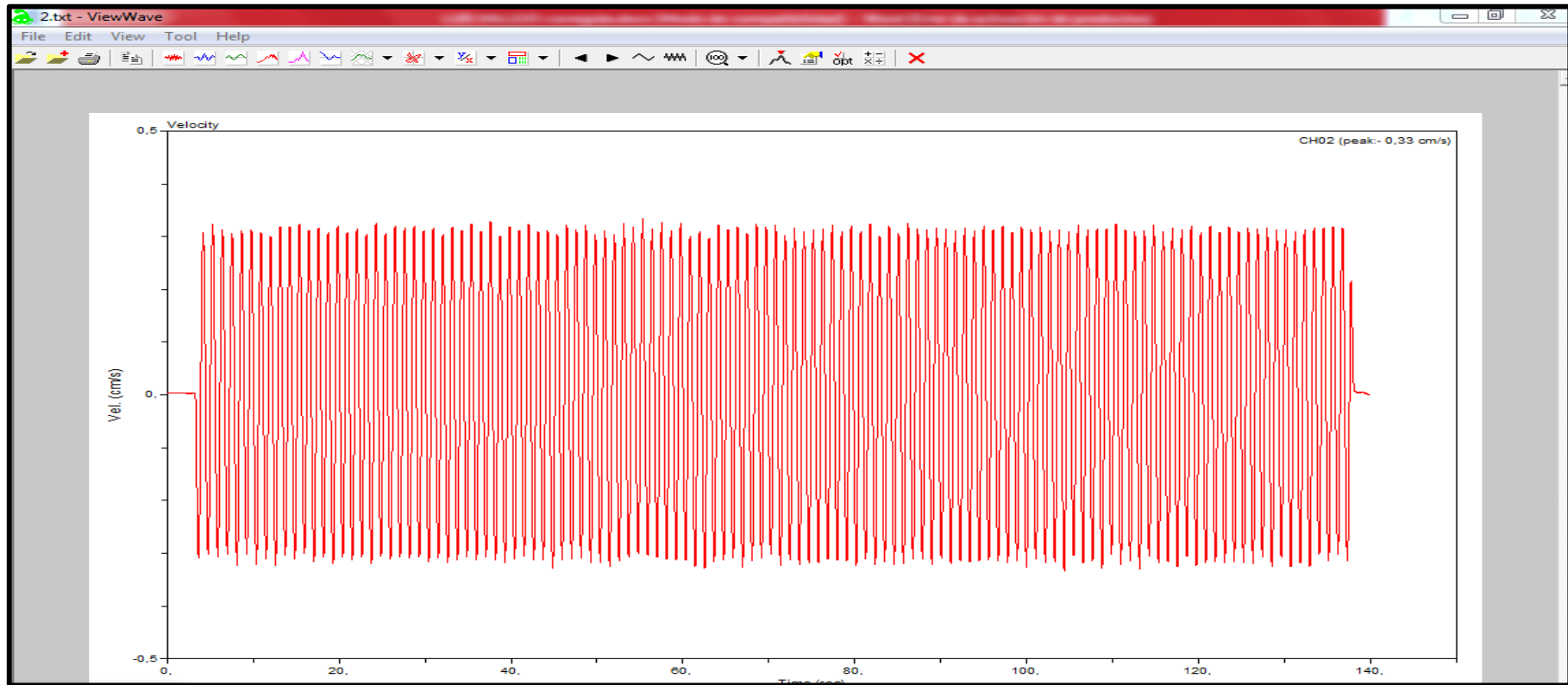


Ilustración 37: Obtención de Graficas Experimentales de Aceleración

Fuente (Autor, Luis Vallejo, 2016)

Y para valores del desplazamiento se obtiene 0.11 m.

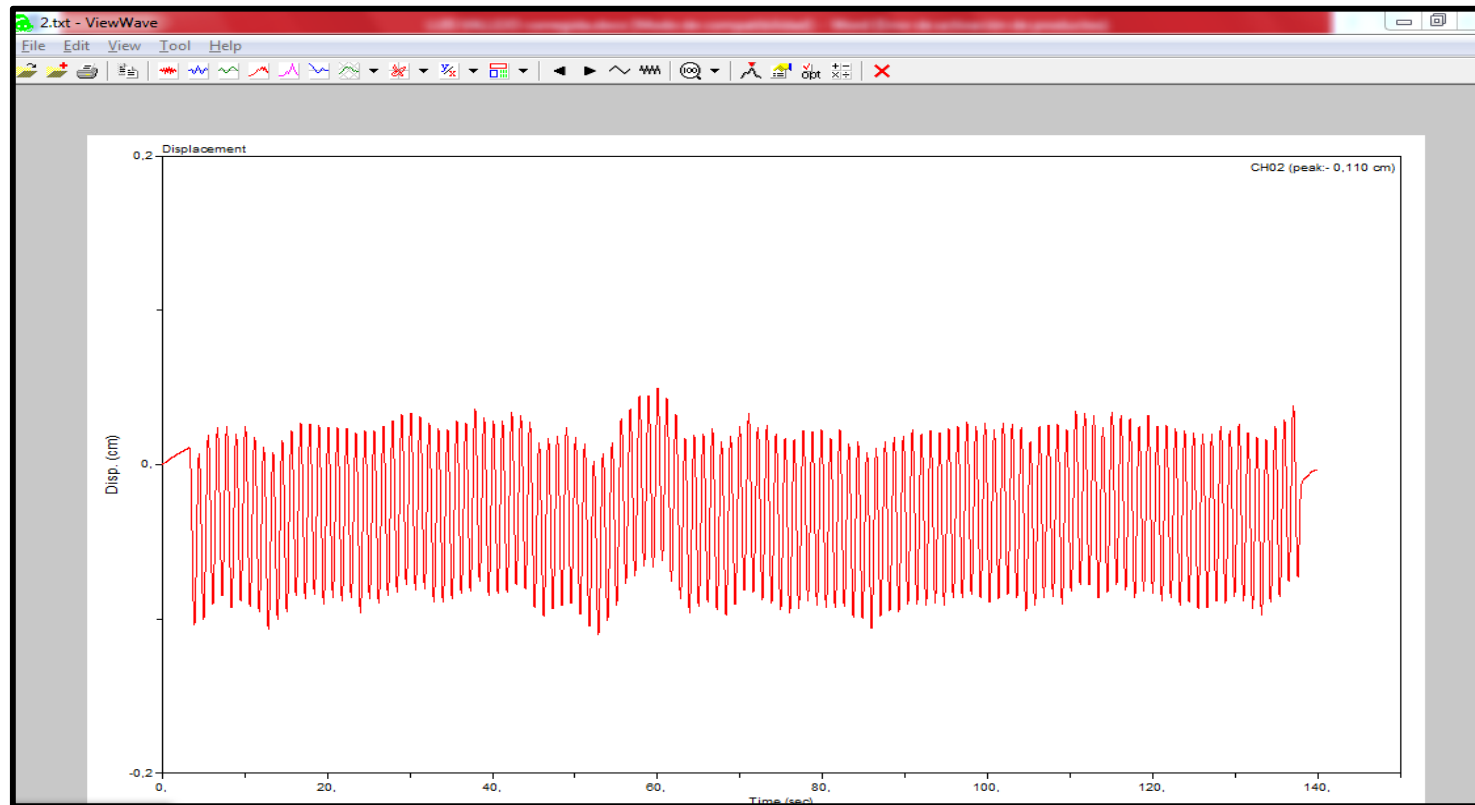


Ilustración 38: Graficas de Desplazamiento experimentales

Fuente (Autor, Luis Vallejo, 2016)

4.7. Comparacion de Datos Teoricos y Experimentales

Tabla 7: Datos comparativos

Teórico		Experimental	
Aceleración	0.25 m/s ²	Aceleración	2.2 m/s ²
Velocidad	0.53 m/s	Velocidad	0.33 m/s
Desplazamiento	0.11 m	Desplazamiento	0.11 m
Grados de Libertad		1	

Elaboración: Luis Vallejo

4.8. Descripción de Elementos Estructurales

4.8.1. Pórtico a Flexión y Pórtico a Torsión

Los siguientes modelos estructurales a ensayarse en la mesa vibratoria unidireccional presentaran Flexión y Torsión, los cuales compararemos el uno con el otro, teniendo la diferencia siguiente:

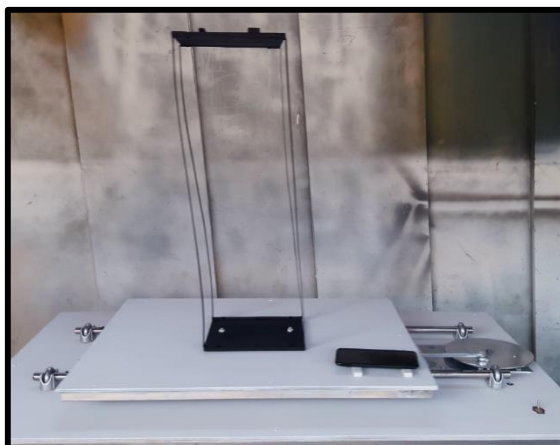


Ilustración 39: Deformacion de la Estructura

Fuente (Autor, Luis Vallejo, 2016)

4.8.1.1. *Pórtico a Flexión.*

Constan de 4 columnas rectangulares las cuales le darán rigidez en un sentido y flexibilidad en otro sentido a nuestro primer elemento estructural.

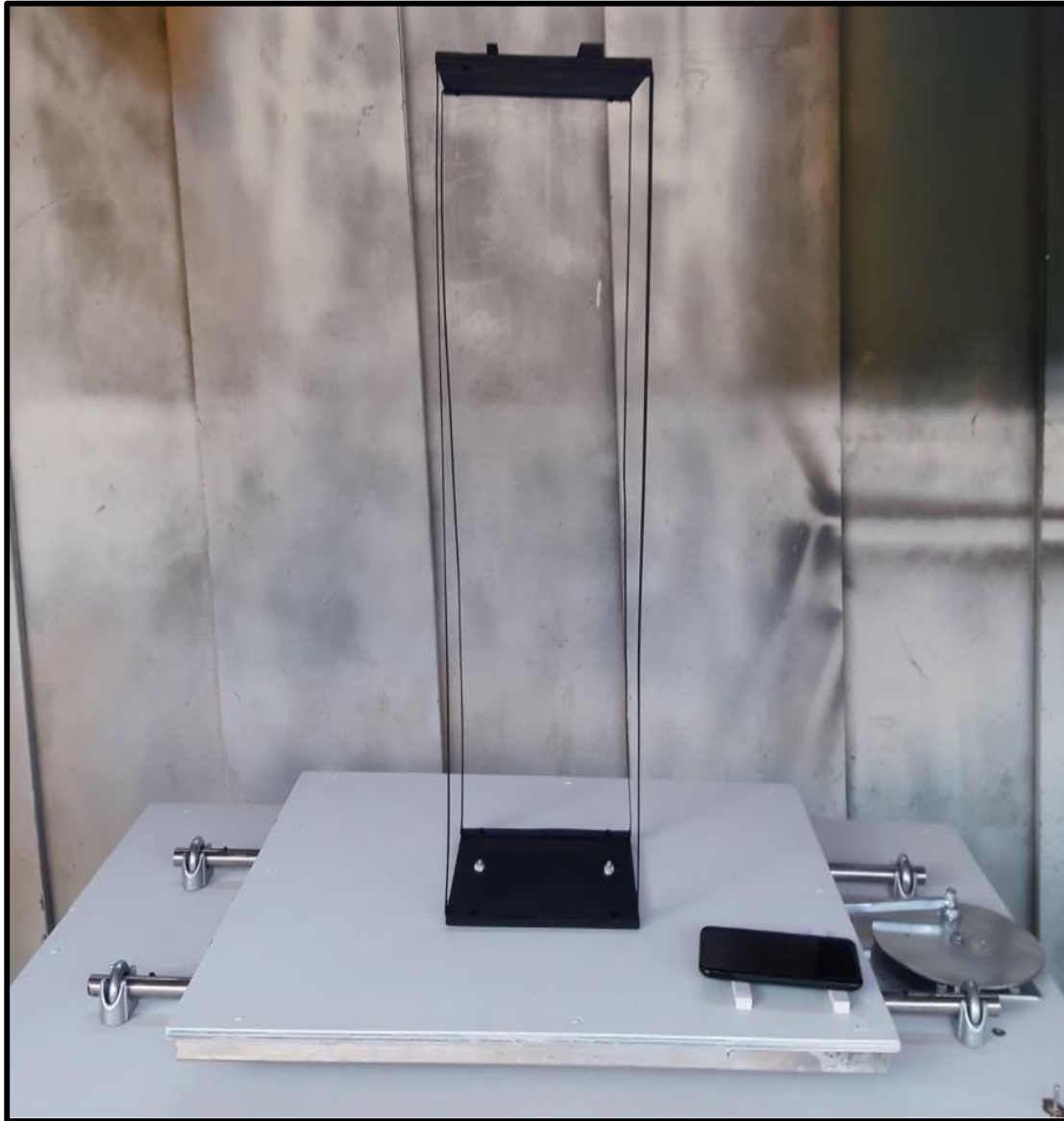


Ilustración 40: Estructura ha ensayar en la Mesa Vibratoria

Fuente (Autor, Luis Vallejo, 2016)

El siguiente modelo se ensayara en su sentido más flexible para poder observar su deformación.



Ilustración 41: Estructura Sometida a Aceleraciones Controladas

Fuente (Autor, Luis Vallejo, 2016)

4.8.1.2. ***Pórtico a Torsión***

En el siguiente modelo estructural se han girado dos columnas con el propósito de generar un problema de excentricidad, una mala distribución de las rigidez lo cual el modelo nos va a demostrar mayor desplazamiento en la parte flexible y menor en la parte rígida presentando el fenómeno de torsión o rotación teniendo un lado más flexible y uno más rígido.

4.8.1.3. ***Piso Blando***

Este es un modelo muy frecuente en las construcciones denominado piso blando la cual tiene una gran rigidez en su parte superior mientras que la planta baja es flexible. cual se debe a que en la planta baja se hace parqueaderos lo que considera el código colombiano como problema de irregularidad en altura.

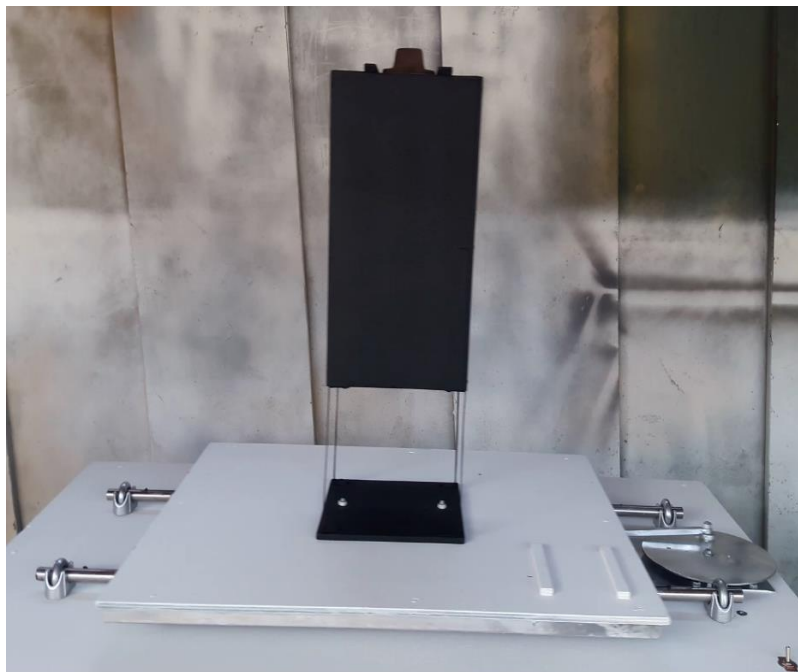


Ilustración 42: Estructura de Piso Blando

Fuente (Autor, Luis Vallejo, 2016)

4.9. Graficas de Comportamiento de Elementos Estructurales

4.9.1. Pórtico a flexión

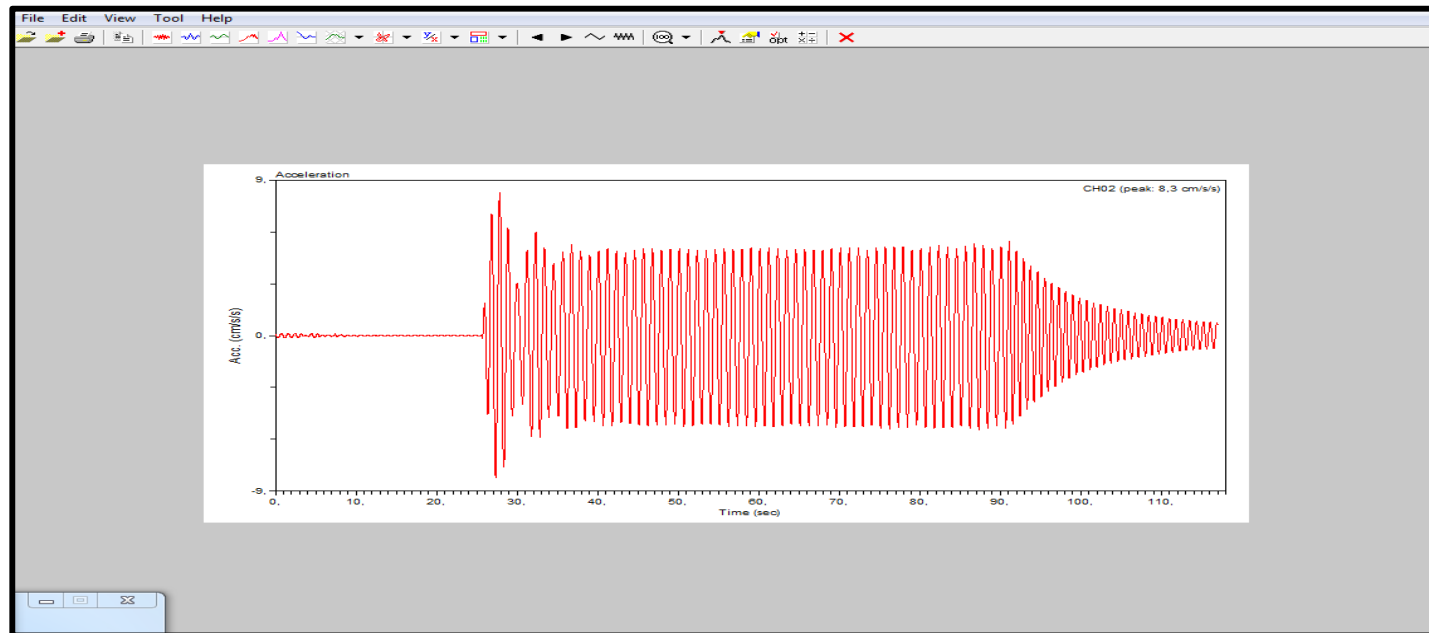


Ilustración 43: Graficas Experimentales del Pórtico Sometido a Aceleraciones

Fuente (Autor, Luis Vallejo, 2016)

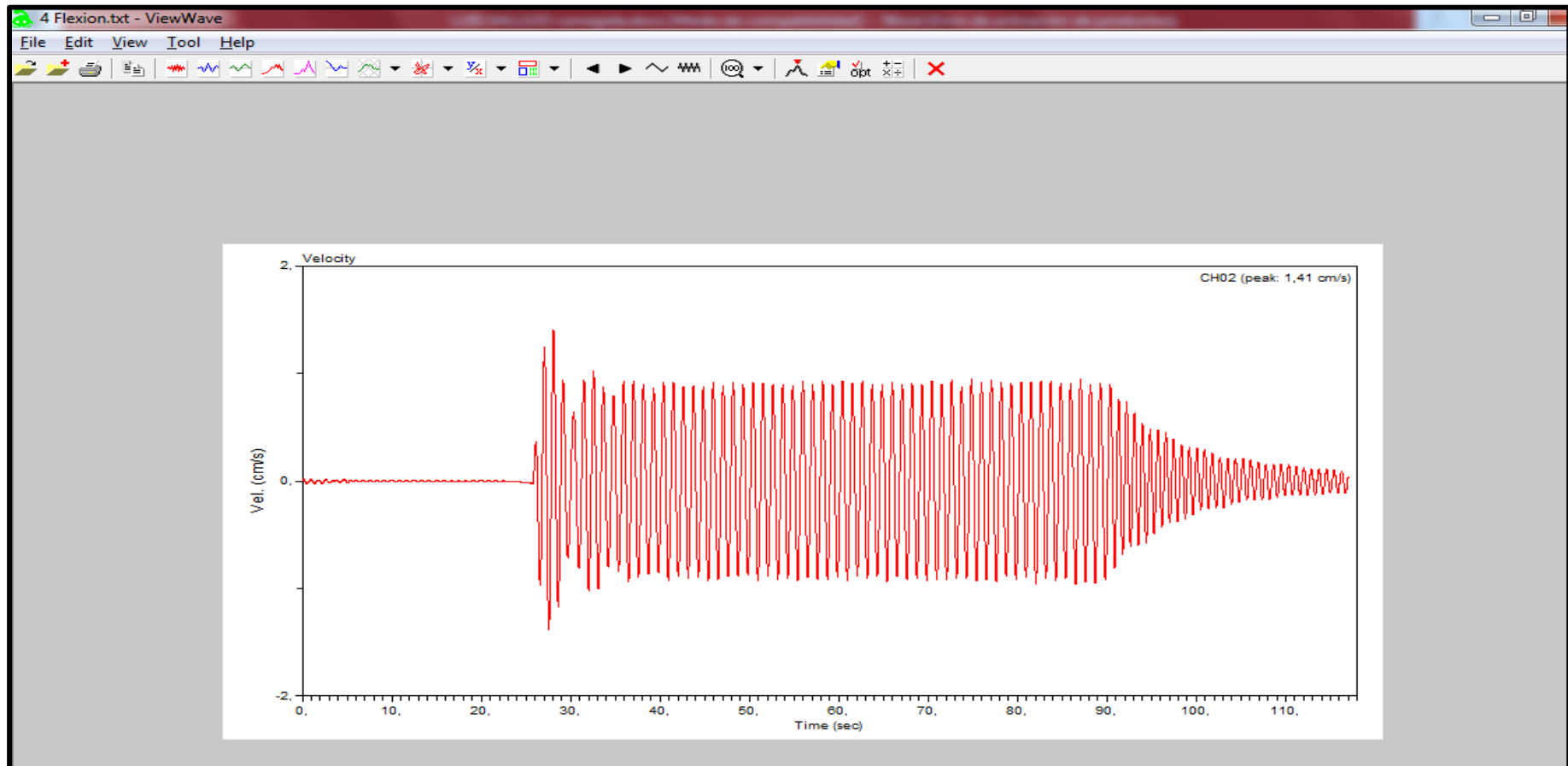


Ilustración 44: Grafica de Velocidad del Pórtico a Flexión

Fuente (Autor, Luis Vallejo, 2016)

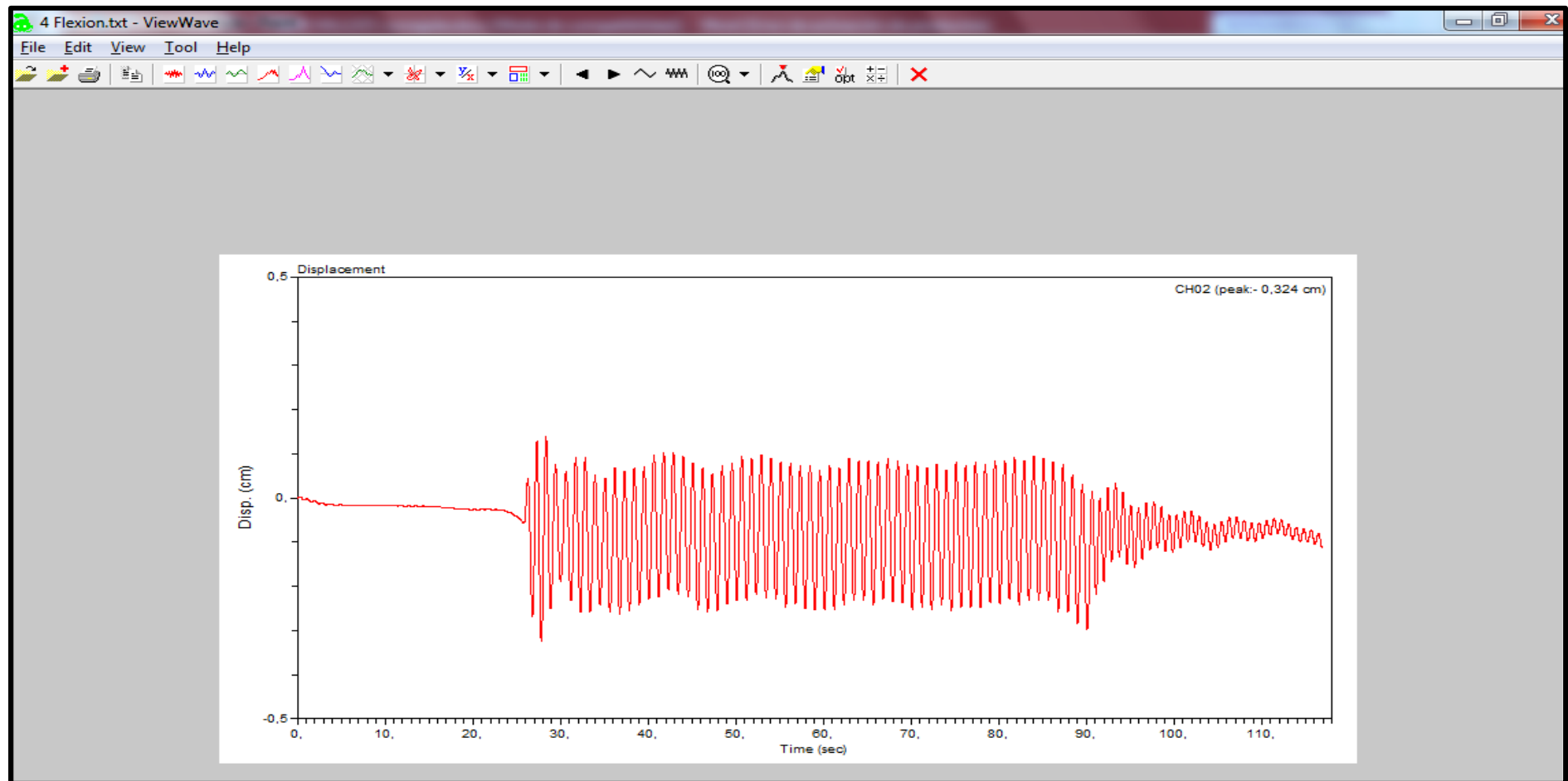


Ilustración 45: Grafica de Desplazamiento del Pórtico a Flexión

Fuente (Autor, Luis Vallejo, 2016)

4.9.2. Pórtico a Torsión

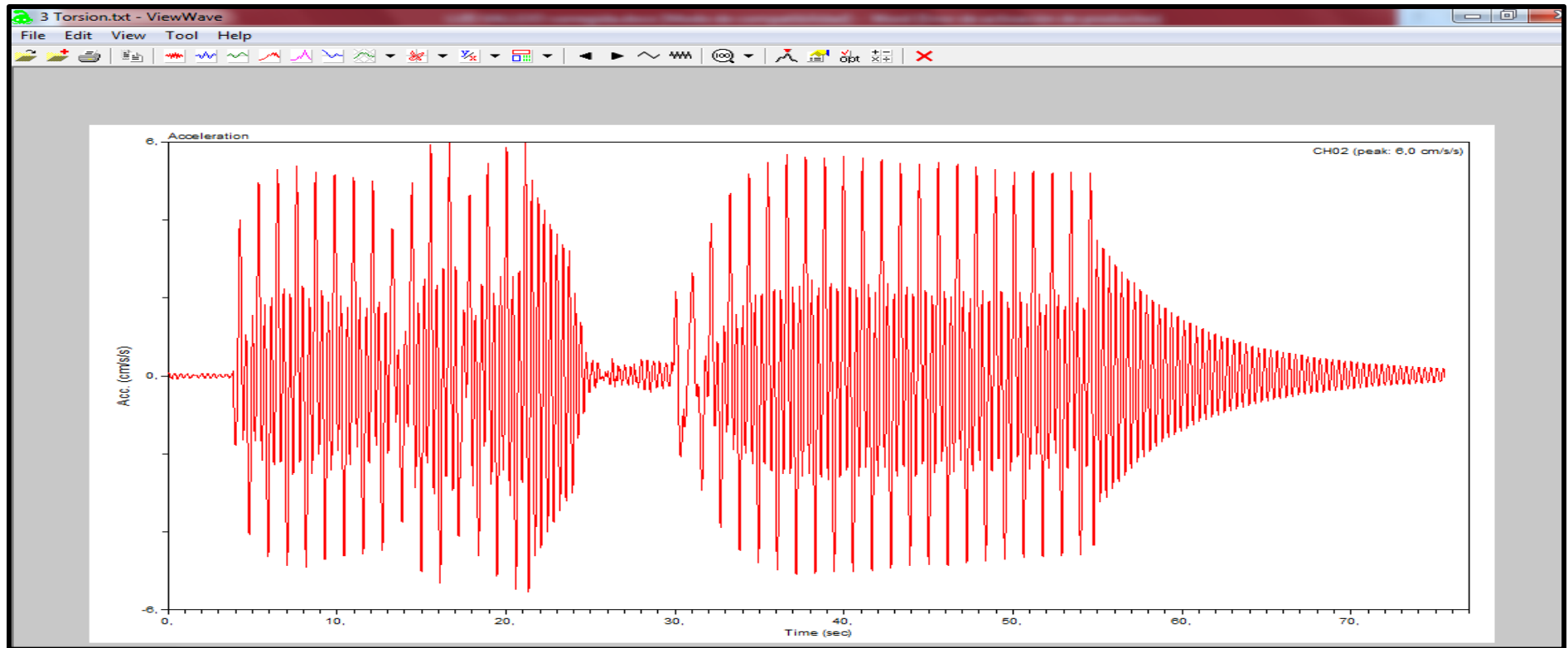


Ilustración 46: Grafica de Aceleración en un Pórtico a torsión

Fuente (Autor, Luis Vallejo, 2016)

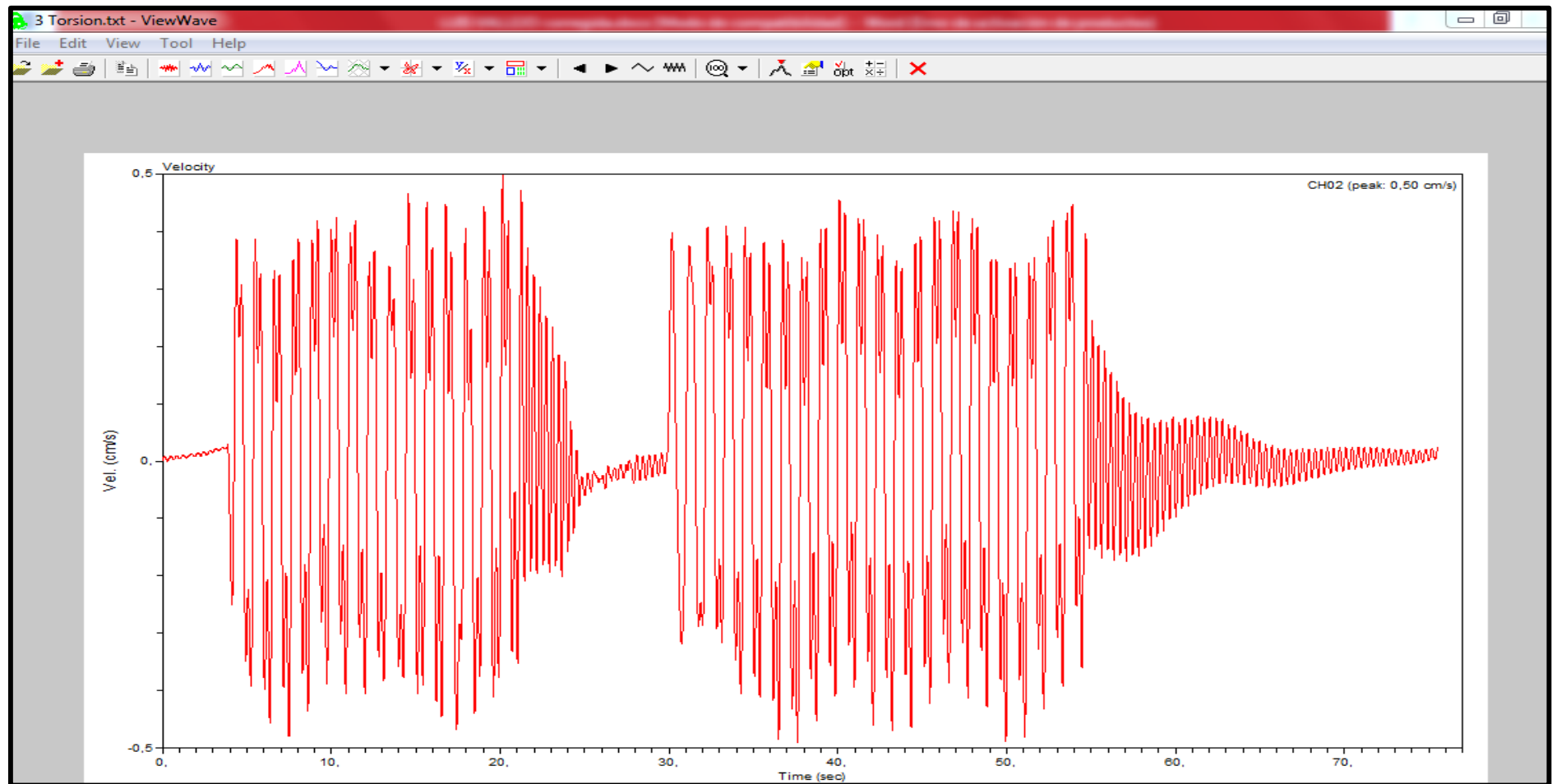


Ilustración 47: Grafica de Velocidades de un pórtico a torsión

Fuente (Autor, Luis Vallejo, 2016)

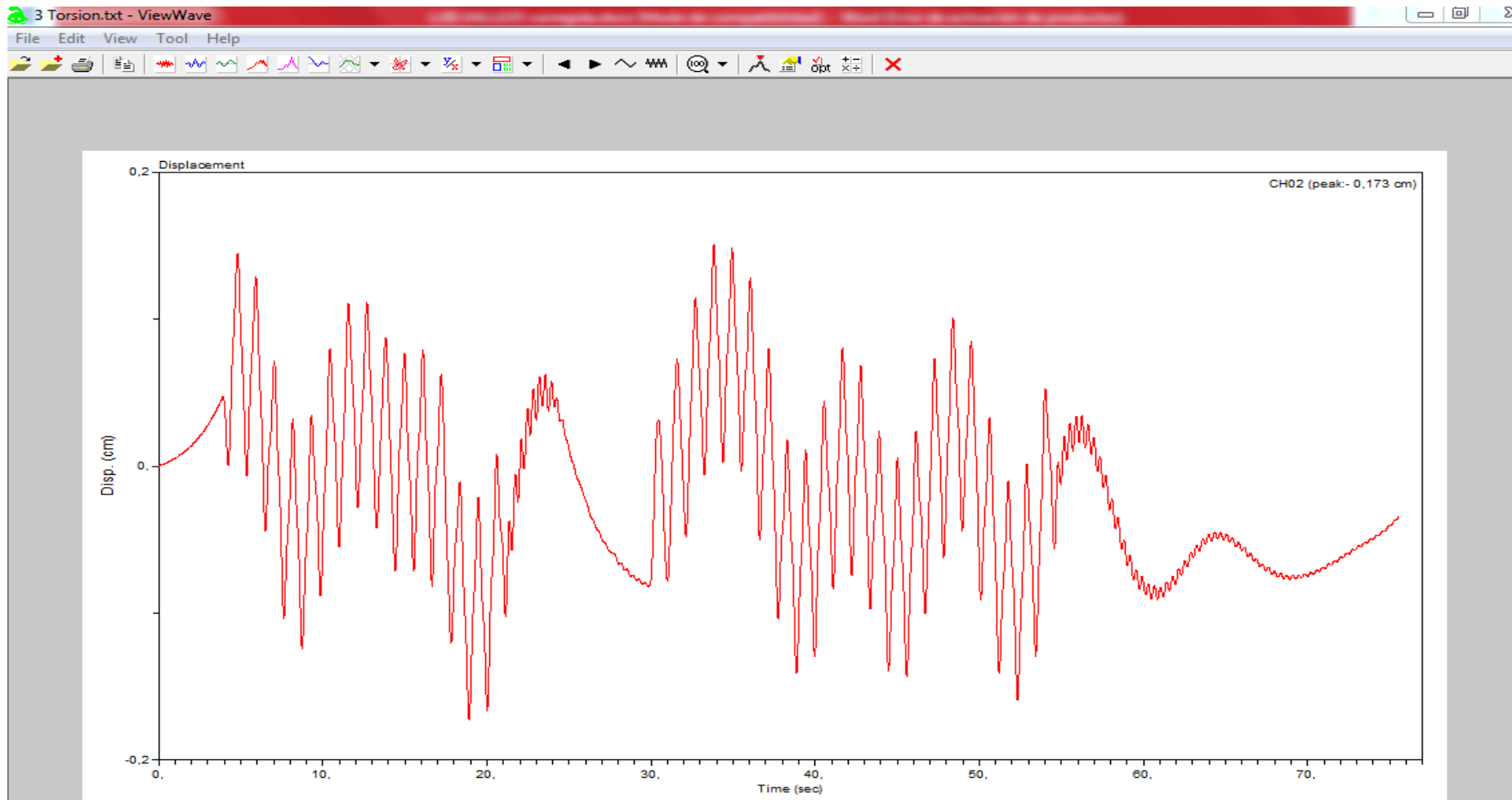


Ilustración 48: Grafica de Desplazamiento de la Estructura de Piso Blando

Fuente (Autor, Luis Vallejo, 2016)

4.9.1. Piso Blando.

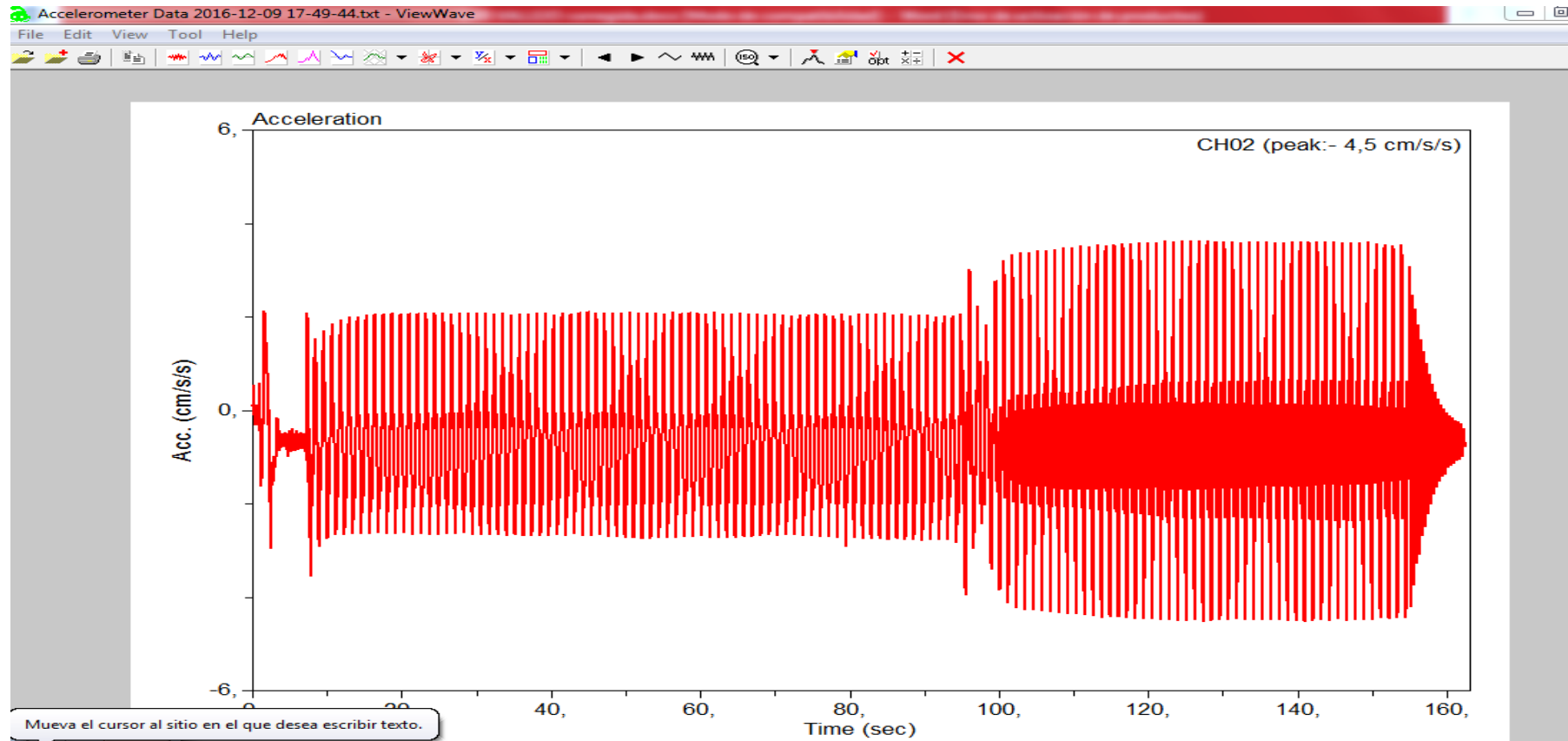


Ilustración 49: Grafica de Aceleraciones de la Estructura de Piso Blando

Fuente (Autor, Luis Vallejo, 2016)

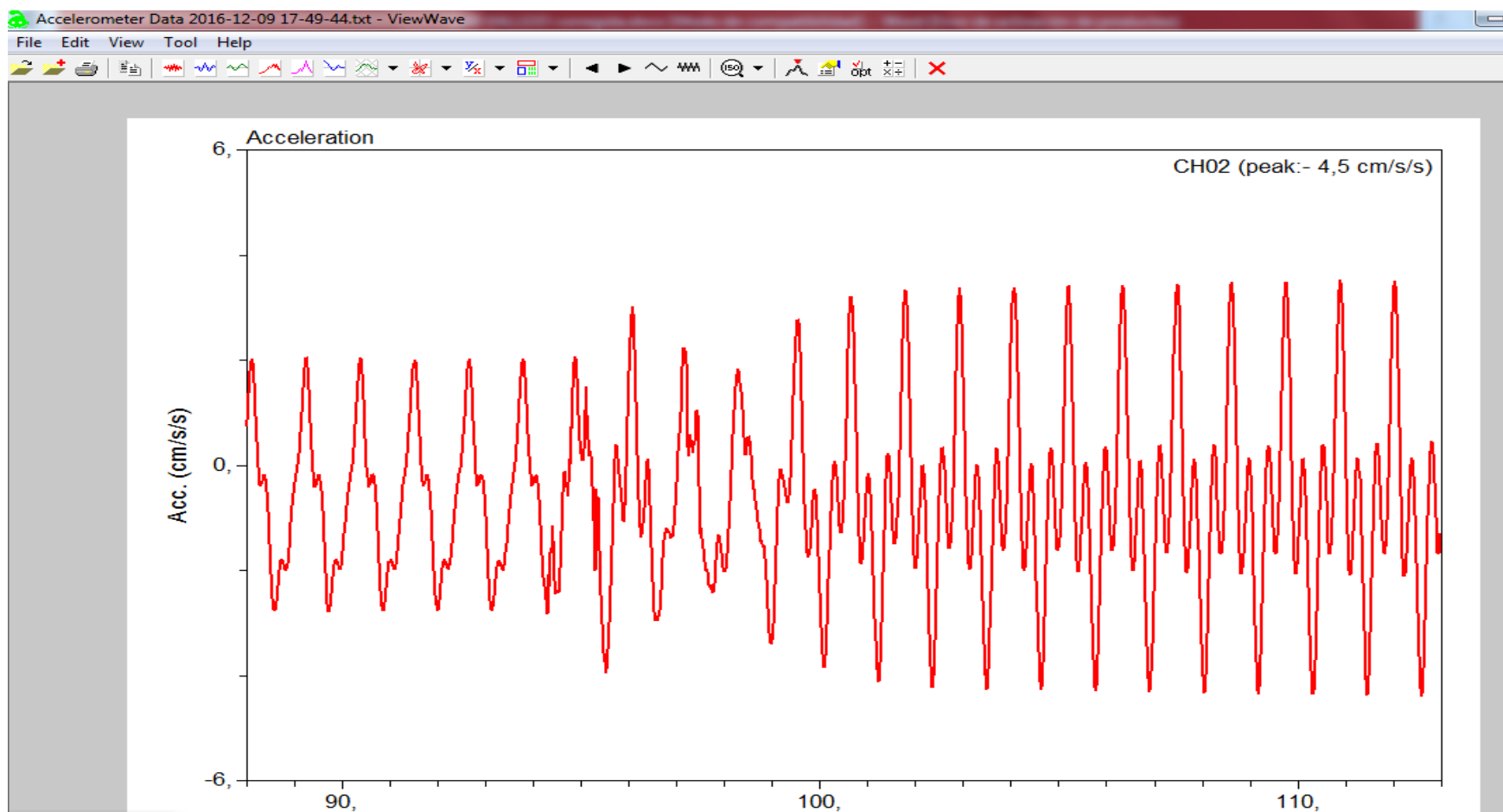


Ilustración 50: Grafica de Aceleraciones zoom 75%

Fuente (Autor, Luis Vallejo, 2016)

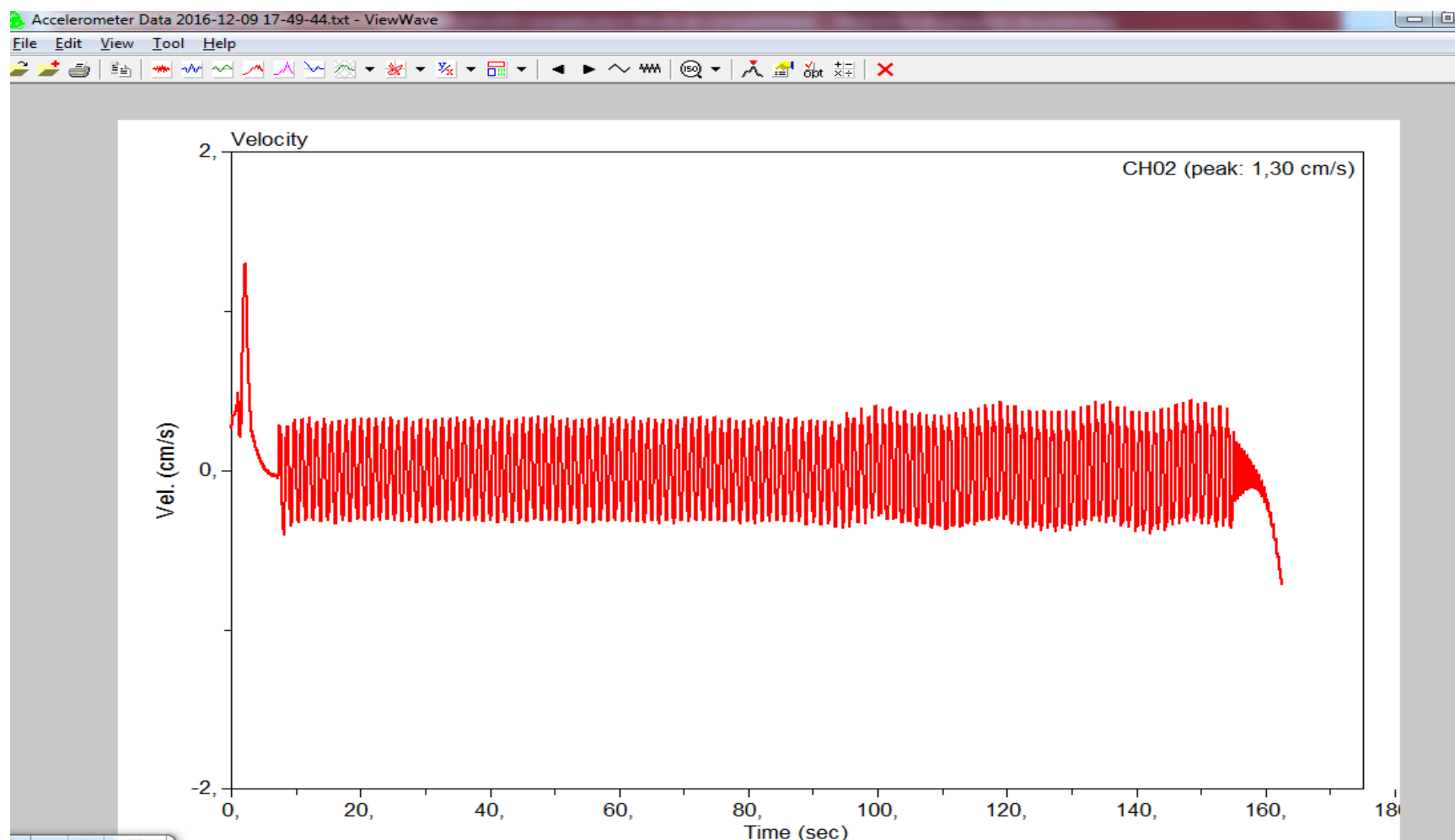


Ilustración 51: Grafica de Velocidades de la Estructura de Piso Blando

Fuente (Autor, Luis Vallejo, 2016)

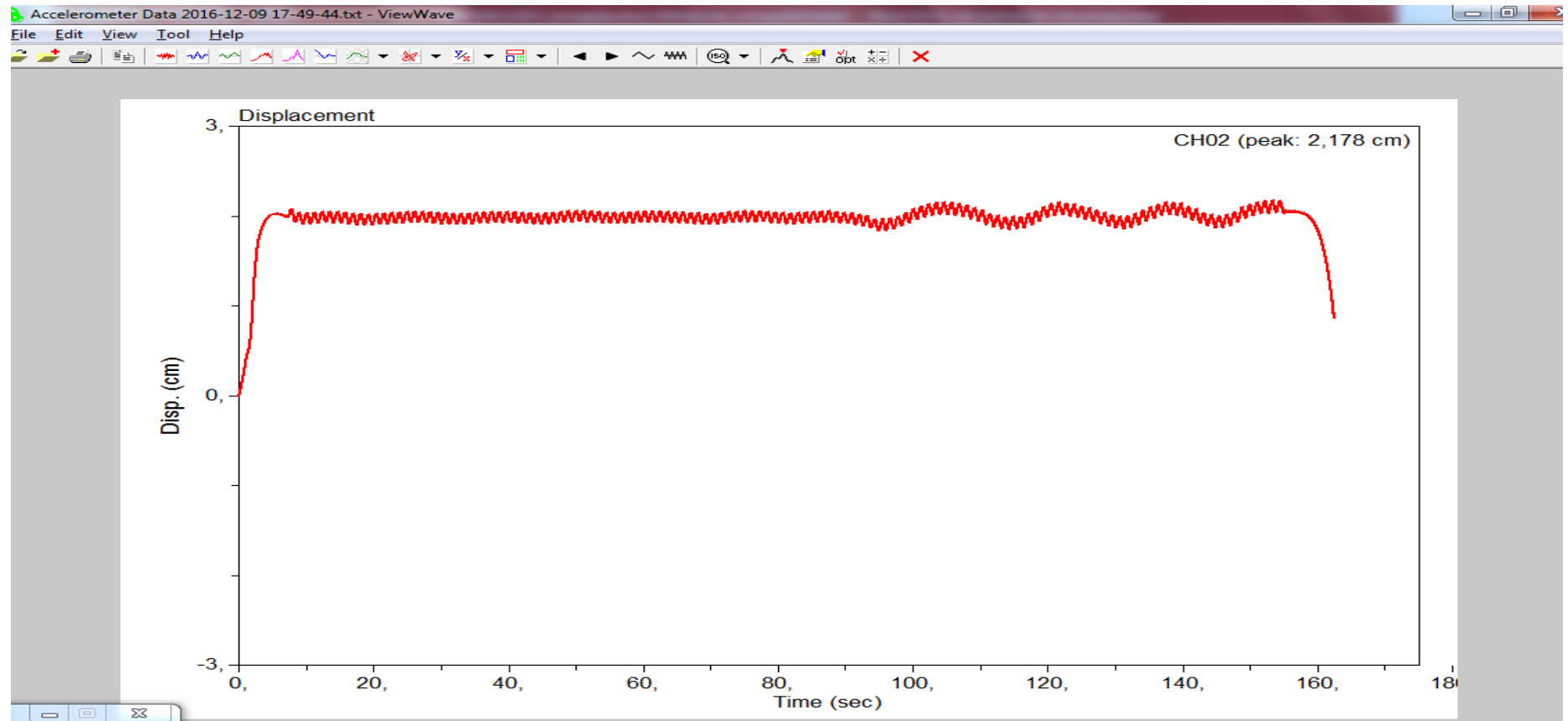


Ilustración 52: Grafica de Desplazamiento de una Estructura de Piso Blando

Fuente (Autor, Luis Vallejo, 2016)

CAPITULO V

Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

Como conclusiones podemos citar que la mesa vibratoria tiene un movimiento armónico no sinusoidal, además las lecturas de las aceleraciones han sido realizadas con un teléfono celular que resultara fácil al descargar la aplicación y utilizarla con fines académicos, el uso del software complementario ha sido muy útil para obtener graficas de velocidades y desplazamientos reales de la estructura. Las Estructuras utilizadas tuvieron un comportamiento diferente con un mismo desplazamiento, en el modelo estructural donde sus columnas han cambiado de dirección se ve el cambio considerable en comparación a su similar. También se ha notado en las edificaciones con diferentes tipos de peso, su comportamiento no es el mismo.

5.2. Recomendaciones

Dentro de un proyecto ambicioso como lo fue este, siempre se desea que haya una mejora continua del mismo, por lo tanto se recomienda a futuros estudiantes que tengan interés en el proyecto, la complementación del sistema con más grados de libertad, y aún más recomendable seria la implementación de modelos estructurales a escala para hacer comparaciones entre los resultados arrojados.

BIBLIOGRAFÍA

Dinámica de estructuras: Sistemas de un grado de libertad – Juan Carlos Botero

Palacio - Primera edición : abril de 2011.

Dinámica – R.C.Hibbeler – Decimosegunda edición, 2010

Dinámica Estructural – Mario Paz – Traducción de la tercera edición

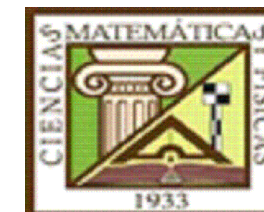
Dynamics of structures: Theory and applications of Earthquake Engineering – Anil K.

Chopra – 1995 edition

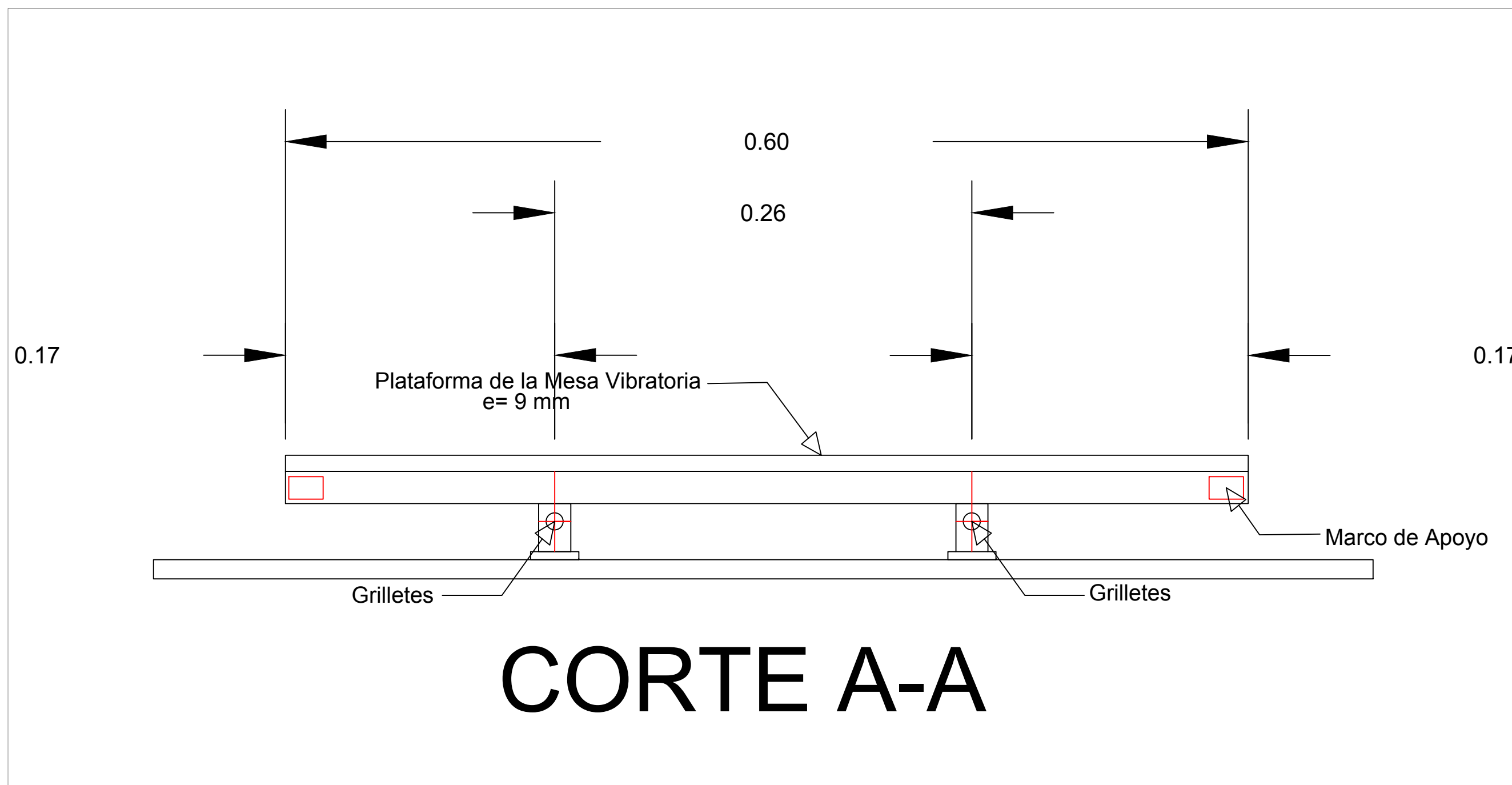
ANEXO



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTO: DISEÑO DE UNA MESA VIBRATORIA UNIDIRECCIONAL, CON DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES

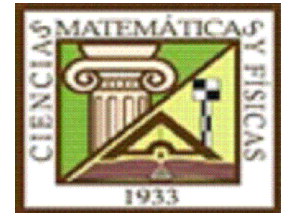


ALUMNO:	VALLEJO SINCHI LUIS
DESCRIPCION	MESA VIBRATORIA
FECHA:	GUAYAQUIL, 12 DE DICIEMBRE DEL 2016

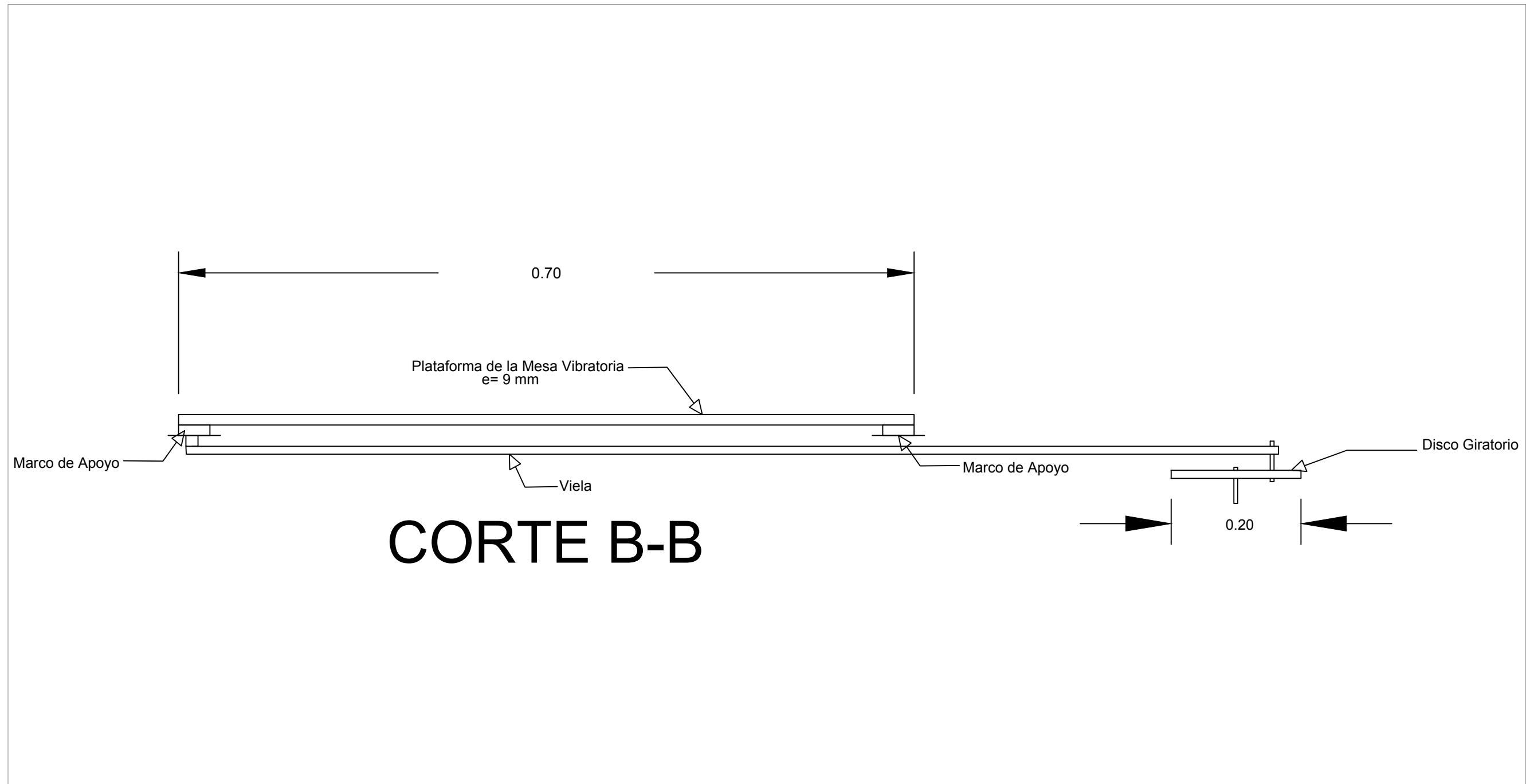


UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



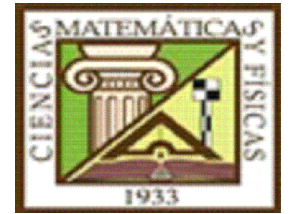
PROYECTO: DISEÑO DE UNA MESA VIBRATORIA UNIDIRECCIONAL, CON DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES



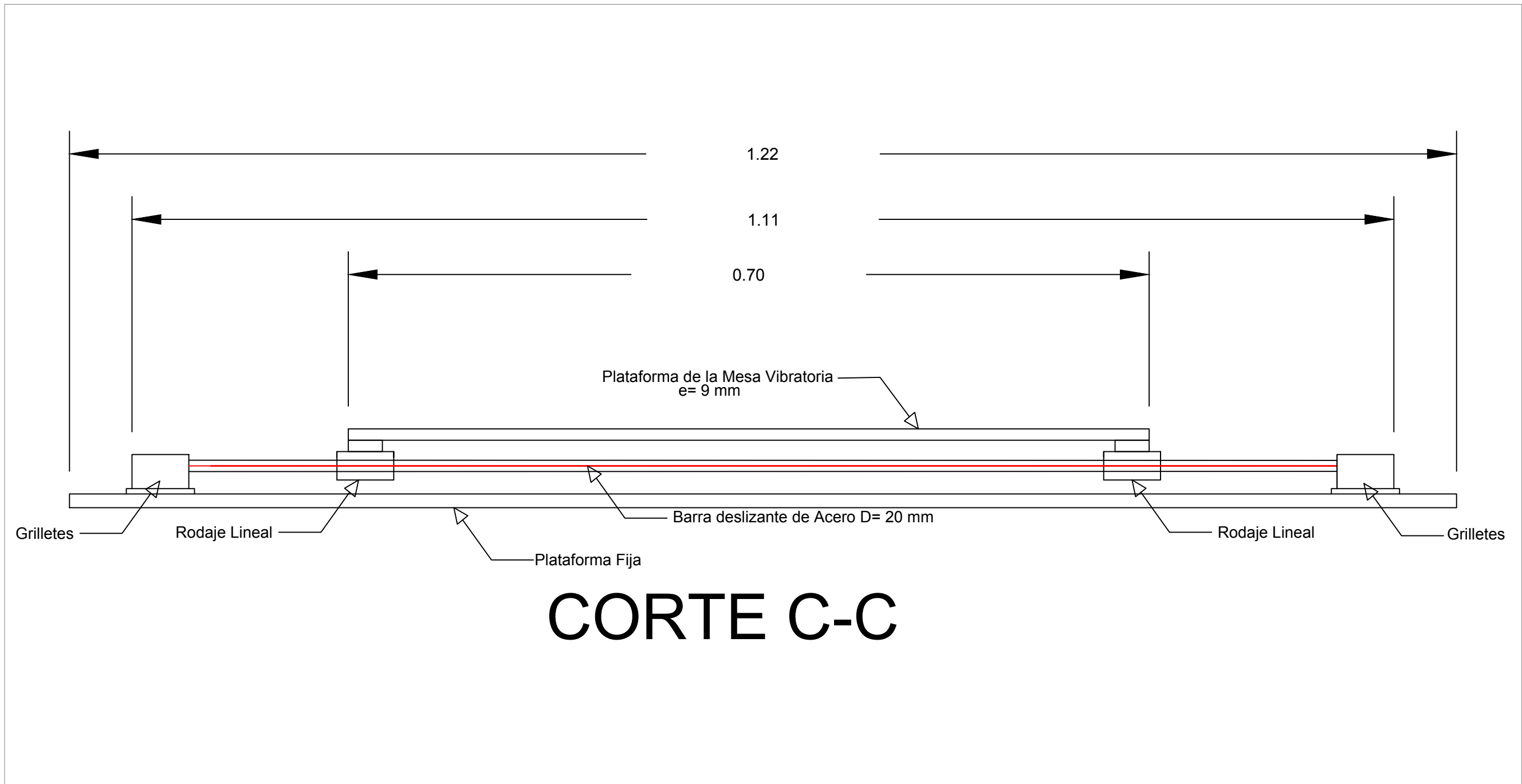
ALUMNO:	VALLEJO SINCHI LUIS
DESCRIPCION	MESA VIBRATORIA
FECHA:	GUAYAQUIL, 12 DE DICIEMBRE DEL 2016



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTO: DISEÑO DE UNA MESA VIBRATORIA UNIDIRECCIONAL, CON DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES



ALUMNO:	VALLEJO SINCHI LUIS
DESCRIPCION	MESA VIBRATORIA
FECHA:	GUAYAQUIL, 12 DE DICIEMBRE DEL 2016

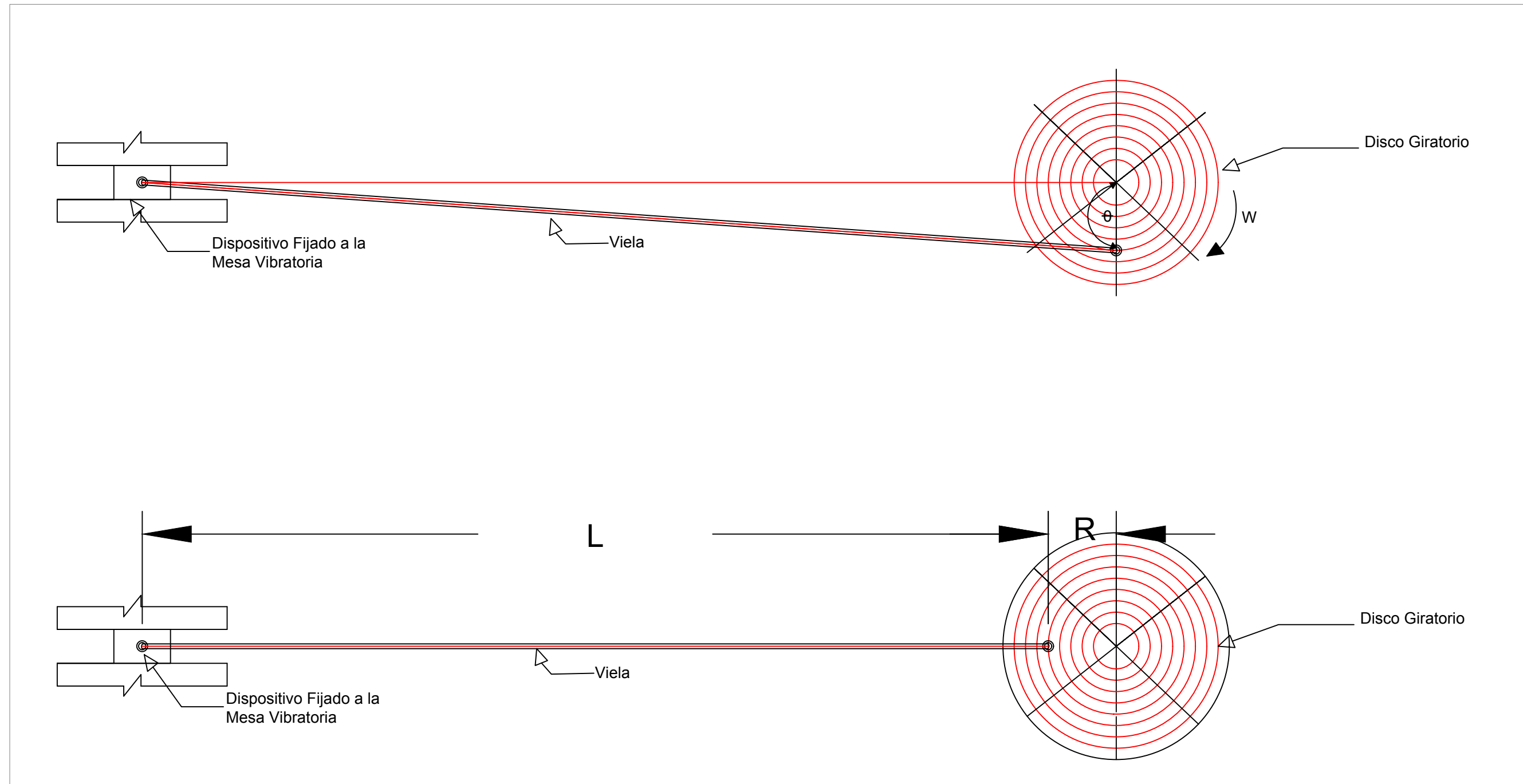


UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTO: DISENO DE UNA MESA VIBRATORIA UNIDIRECCIONAL, CON DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES

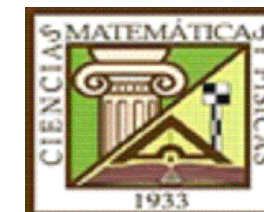


ALUMNO:	VALLEJO SINCHI LUIS
DESCRIPCION	MESA VIBRATORIA
FECHA:	GUAYAQUIL, 12 DE DICIEMBRE DEL 2016

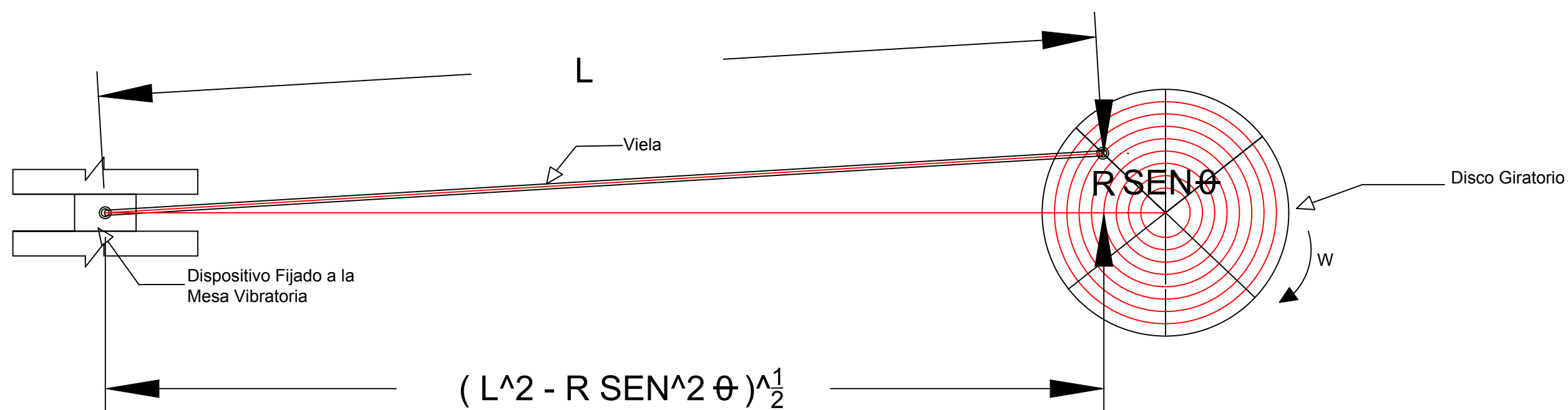


UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTO: DISEÑO DE UNA MESA VIBRATORIA UNIDIRECCIONAL, CON DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES



ALUMNO:	VALLEJO SINCHI LUIS
DESCRIPCION	MESA VIBRATORIA
FECHA:	GUAYAQUIL, 12 DE DICIEMBRE DEL 2016



DATOS TEORICOS
DESPLAZAMIENTO (m)
MESA VIBRATORIA UNIDIRECCIONAL, CON DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES



W	5.71 rad/seg
L	0.8 m
R	0.06 m

L+R	0.86 m
L ²	0.64 m ²
R ²	0.0036 m ²

RADIANES	(L+R)	L ²	R ²	SENØ	SEN ² Ø	R ² *SEN ² Ø	R	COSØ	R*COSØ	RAIZ (L ² - R ² *SEN ² Ø)	X(Ø)
0.00	0.86	0.6400	0.0036	0	0	0	0.06	1	0.06	0.80000000	0.0000
1.57	0.86	0.6400	0.0036	1	1	0.0036	0.06	6.12574E-17	3.67545E-18	0.79774683	0.0623
3.14	0.86	0.6400	0.0036	1.22515E-16	1.50099E-32	5.40356E-35	0.06	-1	-0.06	0.80000000	0.1200
4.71	0.86	0.6400	0.0036	-1	1	0.0036	0.06	-1.83772E-16	-1.10263E-17	0.79774683	0.0623
6.28	0.86	0.6400	0.0036	-2.4503E-16	6.00395E-32	2.16142E-34	0.06	1	0.06	0.80000000	0.0000
7.85	0.86	0.6400	0.0036	1	1	0.0036	0.06	3.06287E-16	1.83772E-17	0.79774683	0.0623
9.42	0.86	0.6400	0.0036	3.67545E-16	1.35089E-31	4.8632E-34	0.06	-1	-0.06	0.80000000	0.1200
11.00	0.86	0.6400	0.0036	-1	1	0.0036	0.06	-4.28802E-16	-2.57281E-17	0.79774683	0.0623
12.57	0.86	0.6400	0.0036	-4.90059E-16	2.40158E-31	8.6457E-34	0.06	1	0.06	0.80000000	0.0000
14.14	0.86	0.6400	0.0036	1	1	0.0036	0.06	5.51317E-16	3.3079E-17	0.79774683	0.0623
15.71	0.86	0.6400	0.0036	6.12574E-16	3.75247E-31	1.35089E-33	0.06	-1	-0.06	0.80000000	0.1200
17.28	0.86	0.6400	0.0036	-1	1	0.0036	0.06	-2.45019E-15	-1.47011E-16	0.79774683	0.0623
18.85	0.86	0.6400	0.0036	-7.35089E-16	5.40356E-31	1.94528E-33	0.06	1	0.06	0.80000000	0.0000
20.42	0.86	0.6400	0.0036	1	1	0.0036	0.06	-9.8001E-16	-5.88006E-17	0.79774683	0.0623
21.99	0.86	0.6400	0.0036	8.57604E-16	7.35484E-31	2.64774E-33	0.06	-1	-0.06	0.80000000	0.1200
23.56	0.86	0.6400	0.0036	-1	1	0.0036	0.06	-2.69522E-15	-1.61713E-16	0.79774683	0.0623
25.13	0.86	0.6400	0.0036	-9.80119E-16	9.60633E-31	3.45828E-33	0.06	1	0.06	0.80000000	0.0000
26.70	0.86	0.6400	0.0036	1	1	0.0036	0.06	-7.34981E-16	-4.40988E-17	0.79774683	0.0623
28.27	0.86	0.6400	0.0036	1.10263E-15	1.2158E-30	4.37688E-33	0.06	-1	-0.06	0.80000000	0.1200
29.85	0.86	0.6400	0.0036	-1	1	0.0036	0.06	-2.94025E-15	-1.76415E-16	0.79774683	0.0623
31.42	0.86	0.6400	0.0036	-1.22515E-15	1.50099E-30	5.40356E-33	0.06	1	0.06	0.80000000	0.0000
32.99	0.86	0.6400	0.0036	1	1	0.0036	0.06	-4.89951E-16	-2.93971E-17	0.79774683	0.0623
34.56	0.86	0.6400	0.0036	4.90038E-15	2.40137E-29	8.64493E-32	0.06	-1	-0.06	0.80000000	0.1200
36.13	0.86	0.6400	0.0036	-1	1	0.0036	0.06	-3.18528E-15	-1.91117E-16	0.79774683	0.0623
37.70	0.86	0.6400	0.0036	-1.47018E-15	2.16142E-30	7.78113E-33	0.06	1	0.06	0.80000000	0.0000
39.27	0.86	0.6400	0.0036	1	1	0.0036	0.06	-2.44921E-16	-1.46953E-17	0.79774683	0.0623
40.84	0.86	0.6400	0.0036	-1.96002E-15	3.84168E-30	1.38301E-32	0.06	-1	-0.06	0.80000000	0.1200
42.41	0.86	0.64	0.0036	-1	1	0.0036	0.06	-3.43031E-15	-2.05818E-16	0.79774683	0.0623
43.98	0.86	0.64	0.0036	-1.71521E-15	2.94194E-30	1.0591E-32	0.06	1	0.06	0.80000000	0.0000
45.55	0.86	0.64	0.0036	1	1	0.0036	0.06	1.0842E-19	6.50521E-21	0.79774683	0.0623
47.12	0.86	0.64	0.0036	5.39044E-15	2.90568E-29	1.04604E-31	0.06	-1	-0.06	0.80000000	0.1200
48.69	0.86	0.64	0.0036	-1	1	0.0036	0.06	-3.67534E-15	-2.2052E-16	0.79774683	0.0623
50.27	0.86	0.64	0.0036	-1.96024E-15	3.843E-30	1.38331E-32	0.06	1	0.06	0.80000000	0.0000
51.84	0.86	0.64	0.0036	1	1.000E+00	0.0036	0.06	2.45138E-16	1.47083E-17	0.79774683	0.0623



DATOS TEORICOS
DESPLAZAMIENTO (m)
MESA VIBRATORIA UNIDIRECCIONAL, CON DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES



W	5.71 rad/seg
L	0.8 m
R	0.06 m

L+R	0.86 m
L ²	0.64 m ²
R ²	0.0036 m ²

RADIANES	(L+R)	L ²	R ²	SENØ	SEN ² Ø	R ² *SEN ² Ø	R	COSØ	R*COSØ	RAIZ (L ² - R ² *SEN ² Ø)	X(Ø)
53.41	0.86	0.64	0.0036	-1.46996E-15	2.161E-30	7.77883E-33	0.06	-1	-0.06	0.80000000	0.1200
54.98	0.86	0.64	0.0036	-1	1.000E+00	0.0036	0.06	-3.92037E-15	-2.35222E-16	0.79774683	0.0623
56.55	0.86	0.64	0.0036	-2.20527E-15	4.863E-30	1.75075E-32	0.06	1	0.06	0.80000000	0.0000
58.12	0.86	0.64	0.0036	1	1.000E+00	0.0036	0.06	4.90168E-16	2.94101E-17	0.79774683	0.0623
59.69	0.86	0.64	0.0036	5.8805E-15	3.458E-29	1.24489E-31	0.06	-1	-0.06	0.80000000	0.1200
61.26	0.86	0.64	0.0036	-1	1.000E+00	0.0036	0.06	-4.1654E-15	-2.49924E-16	0.79774683	0.0623
62.83	0.86	0.64	0.0036	-2.4503E-15	6.004E-30	2.16142E-32	0.06	1	0.06	0.80000000	0.0000
64.40	0.86	0.64	0.0036	1	1.000E+00	0.0036	0.06	7.84062E-15	4.70437E-16	0.79774683	0.0623
65.97	0.86	0.64	0.0036	-9.79902E-16	9.602E-31	3.45675E-33	0.06	-1	-0.06	0.80000000	0.1200
67.54	0.86	0.64	0.0036	-1	1.000E+00	0.0036	0.06	-4.41043E-15	-2.64626E-16	0.79774683	0.0623
69.12	0.86	0.64	0.0036	-9.80075E-15	9.605E-29	3.45797E-31	0.06	1	0.06	0.80000000	0.0000
70.69	0.86	0.64	0.0036	1	1.000E+00	0.0036	0.06	9.80227E-16	5.88136E-17	0.79774683	0.0623
72.26	0.86	0.64	0.0036	6.37056E-15	4.058E-29	1.46102E-31	0.06	-1	-0.06	0.80000000	0.1200
73.83	0.86	0.64	0.0036	-1	1.000E+00	0.0036	0.06	2.44997E-15	1.46998E-16	0.79774683	0.0623
75.40	0.86	0.64	0.0036	-2.94036E-15	8.646E-30	3.11245E-32	0.06	1	0.06	0.80000000	0.0000
76.97	0.86	0.64	0.0036	1	1.000E+00	0.0036	0.06	8.33068E-15	4.99841E-16	0.79774683	0.0623
78.54	0.86	0.64	0.0036	-4.89843E-16	2.399E-31	8.63805E-34	0.06	-1	-0.06	0.80000000	0.1200
80.11	0.86	0.64	0.0036	-1	1.000E+00	0.0036	0.06	-4.90049E-15	-2.94029E-16	0.79774683	0.0623
81.68	0.86	0.64	0.0036	3.92004E-15	1.537E-29	5.53202E-32	0.06	1	0.06	0.80000000	0.0000
83.25	0.86	0.64	0.0036	1	1.000E+00	0.0036	0.06	1.47029E-15	8.82172E-17	0.79774683	0.0623
84.82	0.86	0.64	0.0036	6.86061E-15	4.707E-29	1.69445E-31	0.06	-1	-0.06	0.80000000	0.1200
86.39	0.86	0.64	0.0036	-1	1.000E+00	0.0036	0.06	1.95991E-15	1.17595E-16	0.79774683	0.0623
87.96	0.86	0.64	0.0036	-3.43042E-15	1.177E-29	4.23639E-32	0.06	1	0.06	0.80000000	0.0000
89.54	0.86	0.64	0.0036	1	1.000E+00	0.0036	0.06	8.82074E-15	5.29245E-16	0.79774683	0.0623
91.11	0.86	0.64	0.0036	2.1684E-19	4.702E-38	1.69271E-40	0.06	-1	-0.06	0.80000000	0.1200
92.68	0.86	0.64	0.0036	-1	1.000E+00	0.0036	0.06	-5.39054E-15	-3.23433E-16	0.79774683	0.0623
94.25	0.86	0.64	0.0036	-1.07809E-14	1.162E-28	4.18418E-31	0.06	1	0.06	0.80000000	0.0000
95.82	0.86	0.64	0.0036	1	1.000E+00	0.0036	0.06	1.96035E-15	1.17621E-16	0.79774683	0.0623
97.39	0.86	0.64	0.0036	7.35067E-15	5.403E-29	1.94517E-31	0.06	-1	-0.06	0.80000000	0.1200
98.96	0.86	0.64	0.0036	-1	1.000E+00	0.0036	0.06	1.46985E-15	8.81912E-17	0.79774683	0.0623
100.53	0.86	0.64	0.0036	-3.92048E-15	1.537E-29	5.53324E-32	0.06	1	0.06	0.80000000	0.0000
102.10	0.86	0.64	0.0036	1	1.000E+00	0.0036	0.06	9.3108E-15	5.58648E-16	0.79774683	0.0623
103.67	0.86	0.64	0.0036	4.90276E-16	2.404E-31	8.65335E-34	0.06	-1	-0.06	0.80000000	0.1200
105.24	0.86	0.64	0.0036	-1	1.000E+00	0.0036	0.06	-5.8806E-15	-3.52836E-16	0.79774683	0.0623
106.81	0.86	0.64	0.0036	2.93992E-15	8.643E-30	3.11153E-32	0.06	1	0.06	0.80000000	0.0000
108.38	0.86	0.64	0.0036	1	1.000E+00	0.0036	0.06	2.45041E-15	1.47024E-16	0.79774683	0.0623
109.96	0.86	0.64	0.0036	7.84073E-15	6.148E-29	2.21318E-31	0.06	-1	-0.06	0.80000000	0.1200



DATOS TEORICOS
DESPLAZAMIENTO (m)
MESA VIBRATORIA UNIDIRECCIONAL, CON DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES



W	5.71 rad/seg
L	0.8 m
R	0.06 m

L+R	0.86 m
L ²	0.64 m ²
R ²	0.0036 m ²

RADIANES	(L+R)	L ²	R ²	SENØ	SEN ² Ø	R ² *SEN ² Ø	R	COSØ	R*COSØ	RAIZ (L ² - R ² *SEN ² Ø)	X(Ø)
111.53	0.86	0.64	0.0036	-1	1.000E+00	0.0036	0.06	9.79794E-16	5.87876E-17	0.79774683	0.0623
113.10	0.86	0.64	0.0036	-4.41053E-15	1.945E-29	7.00301E-32	0.06	1	0.06	0.80000000	0.0000
114.67	0.86	0.64	0.0036	1	1.000E+00	0.0036	0.06	9.80086E-15	5.88052E-16	0.79774683	0.0623
116.24	0.86	0.64	0.0036	9.80336E-16	9.611E-31	3.45981E-33	0.06	-1	-0.06	0.80000000	0.1200
117.81	0.86	0.64	0.0036	-1	1.000E+00	0.0036	0.06	-6.37066E-15	-3.8224E-16	0.79774683	0.0623
119.38	0.86	0.64	0.0036	-1.1761E-14	1.383E-28	4.97955E-31	0.06	1	0.06	0.80000000	0.0000
120.95	0.86	0.64	0.0036	1	1.000E+00	0.0036	0.06	2.94046E-15	1.76428E-16	0.79774683	0.0623
122.52	0.86	0.64	0.0036	8.33079E-15	6.940E-29	2.49848E-31	0.06	-1	-0.06	0.80000000	0.1200
124.09	0.86	0.64	0.0036	-1	1.000E+00	0.0036	0.06	4.89734E-16	2.9384E-17	0.79774683	0.0623
125.66	0.86	0.64	0.0036	-4.90059E-15	2.402E-29	8.6457E-32	0.06	1	0.06	0.80000000	0.0000
127.23	0.86	0.64	0.0036	1	1.000E+00	0.0036	0.06	1.02909E-14	6.17455E-16	0.79774683	0.0623
128.81	0.86	0.64	0.0036	1.56812E-14	2.459E-28	8.85246E-31	0.06	-1	-0.06	0.80000000	0.1200
130.38	0.86	0.64	0.0036	-1	1.000E+00	0.0036	0.06	7.35013E-15	4.41008E-16	0.79774683	0.0623
131.95	0.86	0.64	0.0036	1.9598E-15	3.841E-30	1.3827E-32	0.06	1	0.06	0.80000000	0.0000
133.52	0.86	0.64	0.0036	1	1.000E+00	0.0036	0.06	3.43052E-15	2.05831E-16	0.79774683	0.0623
135.09	0.86	0.64	0.0036	8.82085E-15	7.781E-29	2.80107E-31	0.06	-1	-0.06	0.80000000	0.1200
136.66	0.86	0.64	0.0036	-1	1.000E+00	0.0036	0.06	-1.42112E-14	-8.52671E-16	0.79774683	0.0623
138.23	0.86	0.64	0.0036	-1.96015E-14	3.842E-28	1.38319E-30	0.06	1	0.06	0.80000000	0.0000
139.80	0.86	0.64	0.0036	1	1.000E+00	0.0036	0.06	-3.42987E-15	-2.05792E-16	0.79774683	0.0623
141.37	0.86	0.64	0.0036	1.96045E-15	3.843E-30	1.38362E-32	0.06	-1	-0.06	0.80000000	0.1200
142.94	0.86	0.64	0.0036	-1	1.000E+00	0.0036	0.06	-7.35078E-15	-4.41047E-16	0.79774683	0.0623
144.51	0.86	0.64	0.0036	-1.27411E-14	1.623E-28	5.84409E-31	0.06	1	0.06	0.80000000	0.0000
146.08	0.86	0.64	0.0036	1	1.000E+00	0.0036	0.06	1.81314E-14	1.08789E-15	0.79774683	0.0623
147.65	0.86	0.64	0.0036	-4.89994E-15	2.401E-29	8.6434E-32	0.06	-1	-0.06	0.80000000	0.1200
149.23	0.86	0.64	0.0036	-1	1.000E+00	0.0036	0.06	-4.90385E-16	-2.94231E-17	0.79774683	0.0623
150.80	0.86	0.64	0.0036	-5.88071E-15	3.458E-29	1.24498E-31	0.06	1	0.06	0.80000000	0.0000
152.37	0.86	0.64	0.0036	1	1.000E+00	0.0036	0.06	1.1271E-14	6.76262E-16	0.79774683	0.0623
153.94	0.86	0.64	0.0036	1.66614E-14	2.776E-28	9.99364E-31	0.06	-1	-0.06	0.80000000	0.1200
155.51	0.86	0.64	0.0036	-1	1.000E+00	0.0036	0.06	6.37001E-15	3.82201E-16	0.79774683	0.0623
157.08	0.86	0.64	0.0036	9.79685E-16	9.598E-31	3.45522E-33	0.06	1	0.06	0.80000000	0.0000
158.65	0.86	0.64	0.0036	1	1.000E+00	0.0036	0.06	4.41064E-15	2.64639E-16	0.79774683	0.0623
160.22	0.86	0.64	0.0036	9.80097E-15	9.606E-29	3.45813E-31	0.06	-1	-0.06	0.80000000	0.1200
161.79	0.86	0.64	0.0036	-1	1.000E+00	0.0036	0.06	-1.51913E-14	-9.11478E-16	0.79774683	0.0623
163.36	0.86	0.64	0.0036	7.84008E-15	6.147E-29	2.21281E-31	0.06	1	0.06	0.80000000	0.0000
164.93	0.86	0.64	0.0036	1	1.000E+00	0.0036	0.06	-2.44975E-15	-1.46985E-16	0.79774683	0.0623
166.50	0.86	0.64	0.0036	2.94057E-15	8.647E-30	3.11291E-32	0.06	-1	-0.06	0.80000000	0.1200
168.08	0.86	0.64	0.0036	-1	1.000E+00	0.0036	0.06	-8.3309E-15	-4.99854E-16	0.79774683	0.0623
169.65	0.86	0.64	0.0036	-1.37212E-14	1.883E-28	6.7778E-31	0.06	1	0.06	0.80000000	0.0000
171.22	0.86	0.64	0.0036	1	1.000E+00	0.0036	0.06	1.91116E-14	1.14669E-15	0.79774683	0.0623
172.79	0.86	0.64	0.0036	-3.91982E-15	1.537E-29	5.53141E-32	0.06	-1	-0.06	0.80000000	0.1200



DATOS TEORICOS
DESPLAZAMIENTO (m)
MESA VIBRATORIA UNIDIRECCIONAL, CON DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES



W	5.71 rad/seg
L	0.8 m
R	0.06 m

L+R	0.86 m
L ²	0.64 m ²
R ²	0.0036 m ²

RADIANES	(L+R)	L ²	R ²	SENØ	SEN ² Ø	R ² *SEN ² Ø	R	COSØ	R*COSØ	RAIZ (L ² - R ² *SEN ² Ø)	X(Ø)
174.36	0.86	0.64	0.0036	-1	1.000E+00	0.0036	0.06	-1.4705E-15	-8.82302E-17	0.79774683	0.0623
175.93	0.86	0.64	0.0036	-6.86083E-15	4.707E-29	1.69456E-31	0.06	1	0.06	0.80000000	0.0000
177.50	0.86	0.64	0.0036	1	1.000E+00	0.0036	0.06	1.22512E-14	7.3507E-16	0.79774683	0.0623
179.07	0.86	0.64	0.0036	1.76415E-14	3.112E-28	1.1204E-30	0.06	-1	-0.06	0.80000000	0.1200
180.64	0.86	0.64	0.0036	-1	1.000E+00	0.0036	0.06	5.38989E-15	3.23394E-16	0.79774683	0.0623
182.21	0.86	0.64	0.0036	-4.33681E-19	1.881E-37	6.77085E-40	0.06	1	0.06	0.80000000	0.0000
183.78	0.86	0.64	0.0036	1	1.000E+00	0.0036	0.06	5.39076E-15	3.23446E-16	0.79774683	0.0623
185.35	0.86	0.64	0.0036	1.07811E-14	1.162E-28	4.18435E-31	0.06	-1	-0.06	0.80000000	0.1200
186.92	0.86	0.64	0.0036	-1	1.000E+00	0.0036	0.06	-1.61714E-14	-9.70285E-16	0.79774683	0.0623
188.50	0.86	0.64	0.0036	-2.15617E-14	4.649E-28	1.67367E-30	0.06	1	0.06	0.80000000	0.0000
190.07	0.86	0.64	0.0036	1	1.000E+00	0.0036	0.06	-1.46964E-15	-8.81782E-17	0.79774683	0.0623
191.64	0.86	0.64	0.0036	3.92069E-15	1.537E-29	5.53386E-32	0.06	-1	-0.06	0.80000000	0.1200
193.21	0.86	0.64	0.0036	-1	1.000E+00	0.0036	0.06	-9.31102E-15	-5.58661E-16	0.79774683	0.0623
194.78	0.86	0.64	0.0036	-1.47013E-14	2.161E-28	7.78067E-31	0.06	1	0.06	0.80000000	0.0000
196.35	0.86	0.64	0.0036	1	1.000E+00	0.0036	0.06	2.00917E-14	1.2055E-15	0.79774683	0.0623
197.92	0.86	0.64	0.0036	-2.93971E-15	8.642E-30	3.11107E-32	0.06	-1	-0.06	0.80000000	0.1200
199.49	0.86	0.64	0.0036	-1	1.000E+00	0.0036	0.06	-2.45062E-15	-1.47037E-16	0.79774683	0.0623
201.06	0.86	0.64	0.0036	-7.84095E-15	6.148E-29	2.2133E-31	0.06	1	0.06	0.80000000	0.0000
202.63	0.86	0.64	0.0036	1	1.000E+00	0.0036	0.06	1.32313E-14	7.93877E-16	0.79774683	0.0623
204.20	0.86	0.64	0.0036	1.86216E-14	3.468E-28	1.24835E-30	0.06	-1	-0.06	0.80000000	0.1200

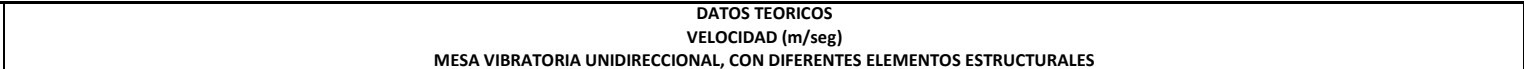


DATOS TEORICOS
VELOCIDAD (m/seg)
MESA VIBRATORIA UNIDIRECCIONAL, CON DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES



L	0.80 m
W	5.71 rad/seg ²
R	0.06 m

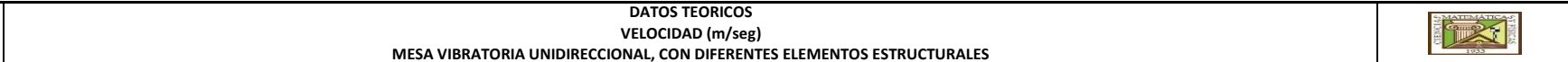
RADIANES	L°	R°	SEN Ø	SEN° Ø	L°·R°·SEN° Ø	RAIZ (L°·R°·SEN° Ø)	1/RAIZ (L°·R°·SEN° Ø)	SEN2Ø	R°·SEN2Ø	0,5 * [1/RAIZ (L°·R°·SEN° Ø) * R°·SEN2Ø]	R°·SENØ	0,5 * [1/RAIZ (L°·R°·SEN° Ø) * R°·SEN2Ø] + R°·SENØ	TOTAL
0	0.64	0.0036	0	0	0.640	0.8	1.25	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0	0.000000000000000000E+00	0.000000000000000000000000
1.570796327	0.64	0.0036	1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	1.22515E-16	4.410534E-19	2.764370E-19	0.06	6.0000000000000000000000E-02	0.342600000000000000000000
3.141592654	0.64	0.0036	1.22515E-16	1.50099E-32	0.640	0.8	1.25	-2.4503E-16	-8.821069E-19	-5.513168E-19	7.35089E-18	6.79957392474284000000E-18	0.000000000000000000000000
4.7123898	0.64	0.0036	-1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	3.67545E-16	1.321160E-18	8.203109E-19	-0.06	-6.0000000000000000000000E-02	-0.342600000000000000000000
6.283185307	0.64	0.0036	-2.4503E-16	6.00395E-32	0.640	0.8	1.25	-4.90059E-16	-1.764214E-18	-1.102634E-18	-1.47018E-17	-1.58044150683712000000E-17	-0.000000000000000000000000
7.8523981634	0.64	0.0036	1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	6.12574E-16	2.205267E-18	1.382185E-18	0.06	6.0000000000000000000000E-02	0.342600000000000000000000
9.424777961	0.64	0.0036	3.67545E-16	1.35089E-31	0.640	0.8	1.25	-7.35089E-16	-3.66321E-18	-1.65389E-18	2.20527E-17	2.03987217742285000000E-17	0.000000000000000000000000
10.99557429	0.64	0.0036	-1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	8.57604E-16	3.0879374E-18	1.935059E-18	-0.06	-6.0000000000000000000000E-02	-0.342600000000000000000000
12.56637061	0.64	0.0036	-4.90059E-16	2.40119E-31	0.640	0.8	1.25	-3.528428E-18	-2.205276E-18	-2.94036E-17	-3.16088301366424000000E-17	-3.000000000000000000000000	-0.000000000000000000000000
14.13716694	0.64	0.0036	1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	1.10263E-15	3.969481E-18	2.487933E-18	0.06	6.0000000000000000000000E-02	0.342600000000000000000000
15.70796327	0.64	0.0036	6.12574E-16	3.75247E-31	0.640	0.8	1.25	-1.22515E-15	-4.410534E-18	-2.756584E-18	3.67545E-17	3.39978696237142000000E-17	0.000000000000000000000000
17.27879599	0.64	0.0036	-1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	4.90038E-15	1.764138E-17	1.105699E-17	-0.06	-6.0000000000000000000000E-02	-0.342600000000000000000000
18.84955592	0.64	0.0036	-7.35089E-16	5.40356E-31	0.640	0.8	1.25	-1.47018E-15	-5.202641E-18	-3.107901E-18	-4.41053E-17	-4.74132452049636000000E-17	-0.000000000000000000000000
20.42035225	0.64	0.0036	1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	-1.96002E-15	-7.056074E-18	-4.422502E-18	0.06	6.0000000000000000000000E-02	0.342600000000000000000000
21.99114858	0.64	0.0036	8.57604E-16	7.35484E-31	0.640	0.8	1.25	-1.71521E-15	-6.174748E-18	-3.859218E-18	5.14562E-17	4.75970174731999000000E-17	0.000000000000000000000000
23.5619449	0.64	0.0036	-1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	5.39044E-15	1.940557E-17	1.216274E-17	-0.06	-6.0000000000000000000000E-02	-0.342600000000000000000000
25.13274123	0.64	0.0036	-9.80119E-16	9.60633E-31	0.640	0.8	1.25	-1.96024E-15	-7.056855E-18	-4.410534E-18	-5.88071E-17	-6.32176602732848000000E-17	-0.000000000000000000000000
26.70353796	0.64	0.0036	1.10263E-15	1.2158E-30	0.640	0.8	1.25	-1.46996E-15	-5.291861E-18	-3.16754E-18	0.06	6.0000000000000000000000E-02	0.342600000000000000000000
28.27433388	0.64	0.0036	1.2158E-30	1.2158E-30	0.640	0.8	1.25	-2.20527E-15	-9.36282E-18	-4.961851E-18	6.1538E-17	6.11961553226856000000E-17	0.000000000000000000000000
29.84513021	0.64	0.0036	-1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	5.8805E-15	2.116978E-17	1.326849E-17	-0.06	-6.0000000000000000000000E-02	-0.342600000000000000000000
31.41592654	0.64	0.0036	-1.22515E-15	1.50099E-30	0.640	0.8	1.25	-2.4503E-15	-8.821069E-18	-5.513168E-18	-7.35089E-17	-7.90220753416060000000E-17	-0.000000000000000000000000
32.98672286	0.64	0.0036	1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	-9.79902E-16	-3.527647E-18	-2.211007E-18	0.06	6.0000000000000000000000E-02	0.342600000000000000000000
34.55751919	0.64	0.0036	4.90038E-15	2.40137E-29	0.640	0.8	1.25	-9.80075E-15	-3.528271E-17	-2.205170E-17	2.94032E-16	2.71970922345599000000E-16	0.000000000000000000000000
36.12831552	0.64	0.0036	-1.47018E-15	2.16142E-30	0.640	0.8	1.25	6.37058E-15	2.291400E-17	1.437423E-17	-0.06	-6.0000000000000000000000E-02	-0.342600000000000000000000
37.69111184	0.64	0.0036	-1.47018E-15	2.16142E-30	0.640	0.8	1.25	-2.94036E-15	-1.052815E-17	-6.415802E-17	-8.82107E-17	-9.48264004099272000000E-17	-0.000000000000000000000000
39.2690817	0.64	0.0036	1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	-4.89843E-16	-1.763433E-18	-1.105259E-18	0.06	6.0000000000000000000000E-02	0.342600000000000000000000
40.8407405	0.64	0.0036	-1.96002E-15	3.84168E-30	0.640	0.8	1.25	3.92004E-15	1.411215E-17	8.820093E-18	-1.17601E-16	-1.08781148151771000000E-16	-0.000000000000000000000000
42.41150082	0.64	0.0036	-1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	6.86061E-15	2.469821E-17	1.517908E-17	-0.06	-6.0000000000000000000000E-02	-0.342600000000000000000000
43.98229715	0.64	0.0036	-1.71521E-15	2.94194E-30	0.640	0.8	1.25	-3.43042E-15	-1.234950E-17	-7.718435E-18	-1.02912E-16	-1.10630905478248000000E-16	-0.000000000000000000000000
45.55309348	0.64	0.0036	-1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	2.1684E-19	7.806256E-22	4.892600E-22	0.06	6.0000000000000000000000E-02	0.342600000000000000000000
47.123898	0.64	0.0036	5.39044E-15	2.90568E-29	0.640	0.8	1.25	-1.07809E-14	-3.881414E-17	-2.424596E-17	3.23436E-16	2.99169121804317000000E-16	0.000000000000000000000000
48.68668313	0.64	0.0036	1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	7.35067E-15	2.646243E-17	1.658573E-17	-0.06	-6.0000000000000000000000E-02	-0.342600000000000000000000
50.26548246	0.64	0.0036	-1.96024E-15	3.84253E-30	0.640	0.8	1.25	-3.92048E-15	-1.411371E-17	-8.821069E-18	-1.17614E-16	-1.26435320546570000000E-16	-0.000000000000000000000000
51.83627878	0.64	0.0036	1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	4.90276E-16	1.764994E-18	1.106237E-18	0.06	6.0000000000000000000000E-02	0.342600000000000000000000
53.40707511	0.64	0.0036	-1.46996E-15	2.16079E-30	0.640	0.8	1.25	2.93992E-15	1.058372E-17	6.614826E-18	-8.81977E-17	-8.15828524527995000000E-17	-0.000000000000000000000000
54.97787144	0.64	0.0036	-1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	7.84073E-15	2.822664E-17	1.769148E-17	-0.06	-6.0000000000000000000000E-02	-0.342600000000000000000000
56.54869776	0.64	0.0036	-2.20527E-15	4.8632E-30	0.640	0.8	1.25	-4.8103E-15	-1.587792E-17	-9.923702E-18	-1.32316E-16	-1.42239735514891000000E-16	-0.000000000000000000000000
58.11946409	0.64	0.0036	1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	9.80338E-16	3.529208E-18	2.211085E-18	0.06	6.0000000000000000000000E-02	0.342600000000000000000000
59.69026042	0.64	0.0036	5.8805E-15	3.45802E-29	0.640	0.8	1.25	-1.17614E-16	-4.233957E-17	-2.646223E-17	3.5283E-16	3.26367513743542000000E-16	0.000000000000000000000000
61.26105075	0.64	0.0036	-1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	8.33079E-15	2.999085E-17	1.879723E-17	-0.06	-6.0000000000000000000000E-02	-0.342600000000000000000000
62.83185307	0.64	0.0036	-2.4503E-15	6.00395E-30	0.640	0.8	1.25	-4.90059E-15	-1.764214E-17	-1.102634E-17	-1.47018E-16	-1.58044150683712000000E-16	-0.000000000000000000000000
64.4026494	0.64	0.0036	1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	1.56812E-14	5.645250E-17	3.538247E-17	0.06	6.0000000000000000000000E-02	0.342600000000000000000000
65.97344573	0.64	0.0036	-9.79902E-16	9.60208E-31	0.640	0.8	1.25	1.9598E-15	7.055294E-18	4.409559E-18	-5.87941E-17	-5.43845675382810000000E-17	-0.000000000000000000000000
67.54424205	0.64	0.0036	-1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	8.82085E-15	3.175507E-17	1.990207E-17	0.06	6.0000000000000000000000E-02	0.342600000000000000000000
69.11503838	0.64	0.0036	-9.80075E-15	9.60548E-29	0.640	0.8	1.25	-1.96015E-14	-7.056543E-17	-4.41033E-17	-5.88045E-16	-6.32148630316798000000E-16	-0.000000000000000000000000
70.68583471	0.64	0.0036	1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	1.96045E-15	7.057638E-18	4.423481E-18	0.06	6.0000000000000000000000E-02	0.342600000000000000000000
72.25663103	0.64	0.0036	6.37056E-15	4.0584E-29	0.640	0.8	1.25	-1.27411E-14	-4.586800E-17	-2.866750E-17	3.82233E-16	3.53565809425130000000E-16	0.000000000000000000000000
73.82742736	0.64	0.0036	-1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	-4.89994E-15	-1.763980E-17	-1.105601E-17	-0.06	-6.0000000000000000000000E-02	-0.342600000000000000000000
75.39822369	0.64	0.0036	-2.94036E-15	8.6457E-30	0.640	0.8	1.25	-5.88071E-15	-2.117057E-17	-1.323160E-17	-1.76421E-16	-1.89652980198500000000E-16	-0.000000000000000000000000
76.96902001	0.64	0.0036	1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	1.66614E-14	5.998091E-17	3.759366E-17	0.06	6.0000000000000000000000E-02	0.342600000000000000000000
78.53981634	0.64	0.0036	-4.89843E-16	2.39946E-31	0.640	0.8	1.25	9.79685E-16	3.52866E-18	2.204201E-18	-2.93906E-17	-2.718621054858600000E-17	-0.000000000000000000000000
80.11061267	0.64	0.0036	-1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	9.80097E-15	3.528349E-17	2.211447E-17	-0.06	-6.0000000000000000000000E-02	-0.342600000000000000000000
81.68140899	0.64	0.0036	3.92004E-15	1.53667E-29	0.640	0.8	1.25	7.84008E-15	2.822430E-17	1.764019E-17	2.35202E-16	2.52842668677089000000E-16	0.000000000000000000000000
83.25220532	0.64	0.0036	1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	2.94057E-15	1.058606E-17	6.634977E-18	0.06	6.0000000000000000000000E-02	0.34260



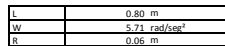
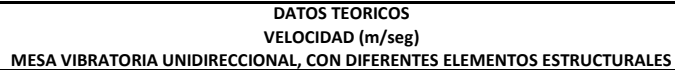
L	0.80 m
W	5.71 rad/sec ²
R	0.06 m

RADIANES	L°	R²	SEN Ø	SEN° Ø	L° - R²SEN° Ø	RAIZ (L° - R²SEN° Ø)	1/RAIZ (L° - R²SEN° Ø)	SEN2Ø	R²SEN2Ø	0.5 ° [1/RAIZ (L° - R²SEN° Ø) * R²SEN2Ø]	R²SENØ	0.5 ° [1/RAIZ (L° - R²SEN° Ø) * R²SEN2Ø] + R²SENØ	TOTAL
111.5265392	0.64	0.0036	-1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	-1.95959E-15	-7.054513E-18	-4.421524E-18	-0.06	-6.0000000000000000000E-02	-0.3426000000000000000000
113.0973355	0.64	0.0036	-4.41035E-15	1	0.640	0.797746827	1.253530526	-8.821077E-15	-3.175585E-17	-1.984706E-17	-2.64632E-16	-2.8447947122972800000E-16	-0.3426000000000000000000
114.6681319	0.64	0.0036	1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	1.96017E-14	7.056621E-17	4.22845E-17	0.06	6.0000000000000000000E-02	0.3426000000000000000000
116.238982	0.64	0.0036	9.80336E-16	9.61058E-31	0.640	0.797746827	1.253530526	-1.95067E-15	-7.058416E-18	-4.411510E-18	5.88201E-17	5.440865042057300000E-17	0.0000000000000000000000
117.8097245	0.64	0.0036	-1.1761E-14	1.38321E-28	0.636	0.797746827	1.253530526	1.274413E-15	4.580478E-17	2.87489E-17	-6.0000000000000000000E-02	-6.0000000000000000000E-02	-0.3426000000000000000000
119.3805208	0.64	0.0036	-1.1761E-14	1.38321E-28	0.640	0.797746827	1.253530526	-2.3521E-15	-8.467940E-17	-5.29246E-17	-7.05659E-16	-7.585395086336700000E-16	-0.0000000000000000000000
120.9513172	0.64	0.0036	1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	5.88093E-15	2.17336E-17	1.32694E-17	0.06	6.0000000000000000000E-02	0.3426000000000000000000
122.5221135	0.64	0.0036	8.33079E-15	6.94021E-29	0.640	0.797746827	1.253530526	-1.66616E-15	-5.998171E-17	-3.748857E-17	4.99848E-16	4.6235899232383990000E-16	0.0000000000000000000000
124.0929098	0.64	0.0036	-1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	-9.79468E-16	-3.526086E-18	-2.110028E-18	-0.06	-6.0000000000000000000E-02	-0.3426000000000000000000
125.6637061	0.64	0.0036	-4.90059E-15	2.40158E-29	0.640	0.797746827	1.253530526	-9.80119E-15	-3.528428E-17	-2.205267E-17	-2.94036E-16	-3.1608803136642400000E-16	-0.0000000000000000000000
127.2345025	0.64	0.0036	1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	2.05818E-14	7.409464E-17	4.643994E-17	0.06	6.0000000000000000000E-02	0.3426000000000000000000
128.8057968	0.64	0.0036	1.5687E-14	2.45020E-28	0.636	0.797746827	1.253530526	3.13625E-15	1.129050E-16	7.056562E-17	9.46877E-16	9.70393184147400000E-16	0.0000000000000000000000
130.3760951	0.64	0.0036	-1	1	0.640	0.797746827	1.253530526	-1.47003E-14	-5.70209E-17	-3.116901E-17	-0.06	-6.0000000000000000000E-02	-0.3426000000000000000000
131.9468915	0.64	0.0036	1.5958E-15	3.84083E-30	0.636	0.797746827	1.253530526	3.91961E-15	1.41059E-17	8.81911E-18	1.2640734813051900000E-16	1.2640734813051900000E-16	0.0000000000000000000000
133.5176878	0.64	0.0036	1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	6.86105E-15	2.469977E-17	1.548096E-17	0.06	6.0000000000000000000E-02	0.3426000000000000000000
135.0884841	0.64	0.0036	8.82085E-15	7.78074E-29	0.640	0.797746827	1.253530526	-1.76417E-14	-6.351013E-17	-3.96938E-17	5.29251E-16	4.895572879373700000E-16	0.0000000000000000000000
136.6592804	0.64	0.0036	-1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	2.82442E-14	1.032050E-16	6.413093E-17	-0.06	-5.9999999999999999999E-02	-0.3426000000000000000000
138.2307088	0.64	0.0036	-1.96015E-14	3.84219E-28	0.640	0.797746827	1.253530526	-3.9320E-14	-1.411309E-16	-8.820679E-17	-1.17609E-15	-1.26429726633460000E-15	-0.0000000000000000000000
139.8087361	0.64	0.0036	1.5687E-14	2.45020E-28	0.636	0.797746827	1.253530526	6.85975E-15	2.469979E-17	1.547802E-17	0.06	6.0000000000000000000E-02	0.3426000000000000000000
141.3776659	0.64	0.0036	1.96045E-15	3.84238E-30	0.636	0.797746827	1.253530526	-1.41127E-14	-8.822045E-18	-5.29246E-17	1.17627E-16	1.08052174400000000E-16	0.0000000000000000000000
142.9424657	0.64	0.0036	-1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	1.47016E-14	5.92253E-17	3.37195E-17	-0.06	-6.0000000000000000000E-02	-0.3426000000000000000000
144.5132621	0.64	0.0036	-1.27411E-14	1.62363E-28	0.640	0.797746827	1.253530526	-2.54822E-14	-9.173599E-17	-5.733500E-17	-7.64467E-16	-8.21801611366520000E-16	-0.0000000000000000000000
146.0840584	0.64	0.0036	1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	3.62629E-14	1.30546E-16	8.182192E-17	0.06	6.0000000000000000000E-02	0.3426000000000000000000
147.6544547	0.64	0.0036	-4.89949E-15	2.40094E-29	0.640	0.797746827	1.253530526	9.79989E-15	3.527959E-17	2.204974E-17	-2.93997E-16	-2.719468530737000000E-16	-0.0000000000000000000000
149.225651	0.64	0.0036	-1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	9.80769E-15	3.53076E-18	2.21936E-17	-0.06	-6.0000000000000000000E-02	-0.3426000000000000000000
150.7944474	0.64	0.0036	-5.8847E-15	3.45428E-29	0.640	0.797746827	1.253530526	-4.7614E-14	-4.34413E-16	-2.64632E-16	3.52843E-16	3.79358161397000000E-16	0.0000000000000000000000
152.3672437	0.64	0.0036	1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	2.72421E-14	8.115149E-17	5.086294E-17	0.06	6.0000000000000000000E-02	0.3426000000000000000000
153.93804	0.64	0.0036	1.66614E-14	2.77601E-28	0.640	0.797746827	1.253530526	-3.3327E-14	-1.199619E-16	-7.497616E-17	9.99682E-16	9.2470594981268300000E-16	0.0000000000000000000000
155.5088364	0.64	0.0036	-1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	-1.274E-14	-4.58649E-17	-2.874602E-17	-0.06	-6.0000000000000000000E-02	-0.3426000000000000000000
157.0796327	0.64	0.0036	9.79685E-16	9.59783E-31	0.640	0.797746827	1.253530526	1.95937E-15	7.053733E-18	4.408583E-18	5.87811E-17	6.318968785723470000E-17	0.0000000000000000000000
158.650429	0.64	0.0036	1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	8.82129E-15	3.175663E-17	1.99039E-17	0.06	6.0000000000000000000E-02	0.3426000000000000000000
160.221253	0.64	0.0036	9.80097E-15	9.6059E-29	0.640	0.797746827	1.253530526	-1.96019E-14	-7.056699E-17	-4.410437E-17	5.88058E-16	5.449538793531300000E-16	0.0000000000000000000000
161.7920217	0.64	0.0036	-1.1761E-14	1.38321E-28	0.640	0.797746827	1.253530526	1.09374E-14	6.85539E-17	4.22845E-17	-0.06	-5.9999999999999999999E-02	-0.3426000000000000000000
163.362818	0.64	0.0036	7.84008E-15	6.14669E-29	0.640	0.797746827	1.253530526	1.58082E-14	5.64860E-17	3.518037E-17	4.70405E-16	5.056853373541780000E-16	0.0000000000000000000000
164.936143	0.64	0.0036	1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	-4.89951E-15	-1.763823E-17	-1.105503E-17	0.06	6.0000000000000000000E-02	0.3426000000000000000000
166.504106	0.64	0.0036	2.94057E-15	8.64697E-30	0.640	0.797746827	1.253530526	-5.88115E-15	-2.117213E-17	-1.323258E-17	1.76343E-16	1.63201808379430000E-16	0.0000000000000000000000
168.075207	0.64	0.0036	-1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	1.66618E-14	5.998249E-17	3.759449E-17	-0.06	-6.0000000000000000000E-02	-0.3426000000000000000000
169.646033	0.64	0.0036	-1.37212E-14	1.88272E-28	0.640	0.797746827	1.253530526	-2.74425E-14	-9.879285E-17	-6.174553E-17	-8.23274E-16	-8.850192714099370000E-16	-0.0000000000000000000000
171.2157996	0.64	0.0036	1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	3.82231E-14	1.76503E-17	8.624491E-17	0.06	6.0000000000000000000E-02	0.3426000000000000000000
172.787593	0.64	0.0036	-3.91982E-15	1.5365E-29	0.640	0.797746827	1.253530526	-2.82274E-14	-9.76391E-17	-6.174553E-17	-2.31690E-16	-2.1753031658470000E-16	-0.0000000000000000000000
174.358393	0.64	0.0036	-1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	2.94101E-15	1.068762E-17	6.63595E-18	-0.06	-6.0000000000000000000E-02	-0.3426000000000000000000
175.9291886	0.64	0.0036	-6.86083E-15	4.7071E-29	0.640	0.797746827	1.253530526	-1.37217E-14	-4.93799E-17	-3.087734E-17	-4.42523E-16	-4.42523E-16	-4.42523E-16
177.499949	0.64	0.0036	1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	2.45023E-14	8.82083E-17	5.528593E-17	0.06	6.0000000000000000000E-02	0.3426000000000000000000
179.0707813	0.64	0.0036	1.76415E-14	3.11222E-28	0.640	0.797746827	1.253530526	-3.5281E-14	-1.270187E-16	-7.938669E-17	1.05849E-15	7.91925412306250000E-16	0.0000000000000000000000
180.6415776	0.64	0.0036	-1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	1.07798E-14	-8.82074E-17	-2.432303E-17	-0.06	-6.0000000000000000000E-02	-0.3426000000000000000000
182.2117379	0.64	0.0036	-4.33681E-15	1.88079E-29	0.640	0.797746827	1.253530526	-8.7963E-15	3.122502E-17	-1.951564E-17	-2.62029E-20	-2.7972460501360000E-20	-0.0000000000000000000000
183.7817012	0.64	0.0036	1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	1.07814E-14	3.88148E-17	2.432494E-17	0.06	6.0000000000000000000E-02	0.3426000000000000000000
185.3539666	0.64	0.0036	1.07811E-14	1.16232E-28	0.640	0.797746827	1.253530526	2.15622E-14	7.762384E-17	4.851490E-17	6.46865E-16	5.983504707312550000E-16	0.0000000000000000000000
186.9247629	0.64	0.0036	-1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	3.23428E-14	1.164342E-16	7.27692E-17	-0.06	-5.9999999999999999999E-02	-0.3426000000000000000000

Sr. Luis Eduardo Vallejo Sinchi - Autor



RADIANS	L	R	SEN 0	SEN 0	L ² -R ² SEN 0	RAIZ (L ² -R ² SEN 0)	1/RAIZ (L ² -R ² SEN 0)	SEN 20	R ² SEN20	0.5 * [1/RAIZ (L ² -R ² SEN 0) * R ² SEN20]	R ² SEN0	0.5 * [1/RAIZ (L ² -R ² SEN 0) * R ² SEN20] + R ² SEN0	TOTAL
292.1681168	0.64	0.0036	3.62629E-14	1.315E-27	0.640	0.8	1.25	-7.25258E-14	-2.610927E-16	-1.631829E-16	2.125777E-15	2.01258963215080000E-15	0.0000000000000149188600
293.7389311	0.64	0.0036	-1	-1	0.636	0.797746827	1.253530526	-3.03804E-14	-1.093695E-16	-6.854903E-17	-0.06	-6.0000000000000000000E-02	-0.3426000000000000000000
295.3097094	0.64	0.0036	9.79989E-15	9.60378E-29	0.640	0.8	1.25	1.95989E-14	7.055918E-17	4.409949E-17	5.87993E-16	5.202628468598000E-16	0.000000000000360924923
296.8803528	0.64	0.0036	-1	-1	0.636	0.797746827	1.253530526	1.20121E-15	1.989906E-16	1.34281E-17	0.06	6.0000000000000000000E-02	0.3426000000000000000000
298.4513201	0.64	0.0036	9.80709E-16	9.61908E-31	0.640	0.8	1.25	-1.96154E-15	-7.0651539E-18	-4.34346E-18	5.88462E-17	5.43269533028650000E-17	0.0000000000000000000000
300.0220984	0.64	0.0036	-1	-1	0.636	0.797746827	1.253530526	1.27422E-14	4.587190E-17	2.875091E-17	-0.06	-6.0000000000000000000E-02	-0.3426000000000000000000
301.5928947	0.64	0.0036	-1.17614E-14	1.38331E-28	0.640	0.8	1.25	-2.35229E-14	-8.468226E-17	-5.292641E-17	-0.06	-7.586119232794180000E-16	-0.0000000000000343167408
303.1636911	0.64	0.0036	-1	-1	0.636	0.797746827	1.253530526	3.44035E-14	1.23492E-16	7.740098E-17	0.06	6.0000000000000000000E-02	0.3426000000000000000000
304.7744874	0.64	0.0036	2.25421E-14	5.08145E-28	0.640	0.8	1.25	4.50842E-14	1.624800E-16	4.50842E-16	1.35253E-15	1.25108540823460000E-15	0.000000000000714369819
306.3057837	0.64	0.0036	-1	-1	0.636	0.797746827	1.253530526	5.56848E-14	2.011310E-16	1.210509E-16	-0.06	-5.9999999999999999999E-02	-0.3425999999999999999999
307.8760001	0.64	0.0036	-3.3327E-14	1.1104E-27	0.640	0.8	1.25	-6.66455E-14	-2.399237E-16	-1.499523E-16	-1.99936E-15	-2.14916532043530000E-15	-0.000000000000122759470
309.4468764	0.64	0.0036	1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	7.74261E-14	2.787341E-16	1.747008E-16	0.06	6.0000000000000000000E-02	0.3426000000000000000000
311.0176727	0.64	0.0036	-1.274E-14	1.62308E-28	0.640	0.8	1.25	2.54801E-14	9.172819E-17	5.713012E-17	-7.64022E-16	-7.07071456644530000E-16	-0.0000000000000403717795
312.588469	0.64	0.0036	-1	-1	0.636	0.797746827	1.253530526	-1.46994E-14	-5.291783E-17	-3.316706E-17	-0.06	-6.0000000000000000000E-02	-0.3426000000000000000000
314.1439254	0.64	0.0036	1.917E-15	3.83913E-30	0.640	0.8	1.25	3.91748E-15	1.410747E-16	4.293737E-16	1.7563E-16	4.293737144660000E-16	0.0000000000000000000000
315.7200617	0.64	0.0036	-1	-1	0.636	0.797746827	1.253530526	6.86192E-15	2.470290E-17	1.548232E-17	0.06	6.0000000000000000000E-02	0.3426000000000000000000
317.300858	0.64	0.0036	1.82229E-15	7.78151E-29	0.640	0.8	1.25	-1.76426E-14	-6.53126E-17	-3.969579E-17	5.29277E-16	4.89581357225599000E-16	0.0000000000000000000000
318.8716543	0.64	0.0036	-1	-1	0.636	0.797746827	1.253530526	2.84232E-14	1.023236E-16	6.31289E-17	-0.06	-5.9999999999999999999E-02	-0.3426000000000000000000
320.4424507	0.64	0.0036	-1.96019E-14	3.84236E-28	0.640	0.8	1.25	-3.92039E-14	-1.141340E-16	-8.820874E-17	-1.17612E-15	-1.26423233049650000E-15	-0.000000000000071292708
322.032347	0.64	0.0036	0.30826E-14	9.21042E-28	0.640	0.8	1.25	4.99845E-14	1.799443E-16	1.17289E-16	0.06	6.0000000000000000000E-02	0.3426000000000000000000
323.5840161	0.64	0.0036	0.30826E-14	9.21042E-28	0.640	0.8	1.25	4.99845E-14	1.799443E-16	1.17289E-16	0.06	6.0000000000000000000E-02	0.3426000000000000000000
325.148396	0.64	0.0036	-1	-1	0.636	0.797746827	1.253530526	1.75459E-14	2.575513E-16	1.614338E-16	-0.06	-5.9999999999999999999E-02	-0.3425999999999999999999
326.725636	0.64	0.0036	1.56802E-14	2.58686E-28	0.640	0.8	1.25	3.13603E-14	1.128972E-16	7.056074E-17	9.4081E-16	1.011370674708360000E-15	0.0000000000000000000000
328.2964323	0.64	0.0036	-1	-1	0.636	0.797746827	1.253530526	-2.05797E-14	-7.408683E-17	-4.643505E-17	0.06	5.9999999999999999999E-02	0.3426000000000000000000
329.8672268	0.64	0.0036	-4.89951E-15	2.40052E-29	0.640	0.8	1.25	9.79902E-15	3.527647E-17	2.207779E-17	-2.93971E-16	-2.719227837691410000E-16	-0.000000000000155267910
331.438205	0.64	0.0036	-2.74425E-14	7.53089E-28	0.640	0.8	1.25	-9.81637E-16	-3.53302E-18	-2.149217E-18	-0.06	-6.0000000000000000000E-02	-0.3426000000000000000000
333.0088113	0.64	0.0036	-5.88115E-15	3.45870E-29	0.640	0.8	1.25	-1.17623E-14	-2.24651E-16	-1.24245E-16	-3.51890E-16	-4.791339340057590000E-16	-0.000000000000151692981
334.5796176	0.64	0.0036	-1	-1	0.636	0.797746827	1.253530526	2.25429E-14	8.115461E-17	5.064680E-17	0.06	6.0000000000000000000E-02	0.3426000000000000000000
336.1504139	0.64	0.0036	1.66618E-14	2.77616E-28	0.640	0.8	1.25	-3.33236E-14	-1.199650E-16	-9.97081E-16	9.97081E-16	9.247300191209120000E-16	0.0000000000000000000000
337.7212103	0.64	0.0036	-1	-1	0.636	0.797746827	1.253530526	4.41043E-14	1.587753E-16	9.951487E-17	-0.06	-5.9999999999999999999E-02	-0.3425999999999999999999
339.220066	0.64	0.0036	-2.74425E-14	7.53089E-28	0.640	0.8	1.25	-5.48849E-14	-1.975857E-16	-1.234911E-16	-1.64655E-15	-1.770038452819870000E-15	-0.00000000000010662008
340.8628029	0.64	0.0036	0.30826E-14	9.21042E-28	0.640	0.8	1.25	4.99845E-14	1.799443E-16	1.17289E-16	0.06	6.0000000000000000000E-02	0.3426000000000000000000
342.435592	0.64	0.0036	3.82231E-14	1.46101E-27	0.640	0.8	1.25	7.64452E-14	2.72040E-16	1.72040E-16	2.29319E-15	2.2113823210960000E-15	0.000000000000113205931
344.0043956	0.64	0.0036	-1	-1	0.636	0.797746827	1.253530526	-2.646E-14	-9.525583E-17	-5.970305E-17	-0.06	-6.0000000000000000000E-02	-0.3426000000000000000000
345.5751919	0.64	0.0036	7.83965E-15	6.14601E-29	0.640	0.8	1.25	1.56793E-14	5.644547E-17	3.527842E-17	4.70379E-16	5.056573649381280000E-16	0.0000000000000288730355
347.1459882	0.64	0.0036	-1	-1	0.636	0.797746827	1.253530526	-4.89864E-15	-1.763511E-17	-1.105308E-17	0.06	6.0000000000000000000E-02	0.3426000000000000000000
348.7167845	0.64	0.0036	2.94011E-15	8.64952E-30	0.640	0.8	1.25	-5.88201E-15	-2.117525E-17	-1.323453E-17	1.7646E-16	1.63225878167120000E-16	0.0000000000000000000000
350.2873809	0.64	0.0036	1.56802E-14	2.58686E-28	0.640	0.8	1.25	3.13603E-14	1.128972E-16	7.056074E-17	9.4081E-16	1.011370674708360000E-15	0.0000000000000000000000
351.858772	0.64	0.0036	-1.37271E-14	1.88284E-28	0.640	0.8	1.25	-2.74433E-14	-9.87597E-17	-6.174478E-17	-8.233E-16	-8.8504738259870000E-16	-0.0000000000000000000000
353.4291735	0.64	0.0036	1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	3.8224E-14	1.376063E-16	8.624687E-17	0.06	6.0000000000000000000E-02	0.3426000000000000000000
354.999699	0.64	0.0036	2.45023E-14	6.00364E-28	0.640	0.8	1.25	-4.90046E-14	-1.764167E-16	-1.102604E-16	1.47014E-15	1.5987868106120000E-15	0.000000000000076490727
356.5706262	0.64	0.0036	-1	-1	0.636	0.797746827	1.253530526	5.97853E-14	2.152271E-16	1.348968E-16	-0.06	-5.9999999999999999999E-02	-0.3425999999999999999999
358.1415625	0.64	0.0036	-5.5283E-14	1.24890E-27	0.640	0.8	1.25	-7.05699E-14	-2.540374E-16	-1.587743E-16	-2.11698E-15	-2.27575185290100000E-15	-0.000000000000129945408
359.7121848	0.64	0.0036	0.30826E-14	9.21042E-28	0.640	0.8	1.25	4.99845E-14	1.799443E-16	1.17289E-16	0.06	6.0000000000000000000E-02	0.3426000000000000000000
361.2815552	0.64	0.0036	-1.07789E-14	1.16204E-28	0.640	0.8	1.25	2.15596E-14	7.763448E-17	4.85905E-17	-6.46767E-16	-5.9827826868580000E-16	-0.0000000000000000000000
362.8539515	0.64	0.0036	-1	-1	0.636	0.797746827	1.253530526	-1.07789E-14	-3.880412E-17	-2.432107E-17	-0.06	-6.0000000000000000000E-02	-0.3426000000000000000000
364.4247478	0.64	0.0036	-8.67362E-19	7.52316E-37	0.640	0.8	1.25	-1.73472E-14	-6.245005E-21	-3.903128E-21	-5.20417E-20	-5.594483120025200000E-20	-0.0000000000000000000000
365.9955441	0.64	0.0036	1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	1.07824E-14	3.881661E-17	2.432890E-17	0.06	6.0000000000000000000E-02	0.3426000000000000000000
367.5663405	0.64	0.0036	1.07815E-14	1.16241E-28	0.640	0.8	1.25	-2.1563E-14	-7.762697E-16	-4.831685E-17	6.64681E-16	5.983745002412850000E-16	0.0000000000000341617862
369.1371368	0.64	0.0036	-1	-1	0.636	0.797746827	1.253530526	1.16437E-14	1.293787E-17	8.499999999999999E-17	-0.06	-5.9999999999999999999E-02	-0.3426000000000000000000
370.7079331	0.64	0.0036	-2.15622E-14	4.69928E-28	0.640	0.8	1.25	-4.31244E-14	-1.552477E-16	-9.702931E-17	-1.29373E-15	-1.393760555396220000E-15	-0.000000000000794127682
372.2787295	0.64	0.0036	1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	5.3905E-14	1.940581E-16	1.216288E-16	0.06	6.0000000000000000000E-02	0.3426000000000000000000
373.8495258	0.64	0.0036	3.23428E-14	1.04606E-27	0.640	0.8	1.25	-6.46857E-14	-2.328684E-16	-1.455428E-16	1.94057E-15	1.795027342911540000E-15	0.000000000000124965310
375.4203221	0.64	0.0036	-1	-1	0.636	0.797746827	1.253530526	7.54663E-14	2.716788E-16	1.702788E-16	-0.06	-5.9999999999999999999E-02	-0.3425999999999999999999
376.991184	0.64	0.0036	-4.31235E-14	1.89564E-27	0.640	0.8	1.25	-6.4307E-14	-1.940578E-16	-1.940578E-16	-2.58741E-15	-2.78165162363330000E-15	-0.0000000000001389140608
378.5615148	0.64	0.0036	1	1	0.636	0.797746827	1.253530526	1.66592E-14	5.997121E-17	3.78907E-17	0.06	6.0000000000000000000E-02	0.3426000000000000000000

Sr. Luis Eduardo Vallejo Sinchi - Autor



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia y Tecnología
Innovación y saberes



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO		Diseño de una Mesa Vibratoria Unidireccional, con diferentes elementos estructurales.	
AUTOR/ES: Luis Eduardo Vallejo Sinchi		REVISORES: Ing. Douglas Iturburu Salvador, MGs. E Ing. Flavio López Calero, M. Sc. Ing. Adolfo Villacreses, MGs. E	
INSTITUCIÓN: Universidad de Guayaquil		FACULTAD: De Ciencias Matemáticas y Físicas	
CARRERA: Ingeniería civil			
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2016		Nº DE PÁGS: 82	
ÁREAS TEMÁTICAS: Estructuras Sistema de la Mesa Vibratoria con un grado de Libertad.			
PALABRAS CLAVE: Diseño - Mesa Vibratoria - Unidireccional - Estructurales - Edificios			
RESUMEN: El fin del proyecto trata de resumir el comportamiento de diferentes estructura ante un evento sísmico, también abarca la problemática de nuestra ciudad la cual se ha edificado mediante construcciones sin un control técnico. Además la mesa vibratoria tiene un sistema de un grado de libertad en el sentido X, El cual permite la fácil deformación de modelos estructurales sencillos. Se realizó la elaboración de 3 tipos de modelos estructurales los cuales servirán como ejemplo de sustento para comprobar los diferentes comportamientos, el primero consta de 4 columnas en un solo sentido, haciendo esta estructura más flexible mientras que la segunda es similar a la primera pero han cambiado la dirección de 2 de sus columnas buscando que se produzca un fenómeno de torsión y por último se utilizó una estructura muy común en la ciudad de Guayaquil como lo son las edificaciones de piso blando. Los cuales dependiendo de su peso se comportan de diferentes maneras. Se ha hecho uso de herramientas tecnológicas actuales como lo son las aplicaciones celulares que están al alcance de cualquier estudiante, además se utilizó un software el cual muestra o grafica las curvas de aceleraciones e integrándolas obtiene las gráficas de velocidad y movimiento de la estructura en tiempo real. La aplicación puede grabar en un tiempo determinado de dos minutos los datos casi exactos de las aceleraciones tanto de la mesa vibratoria como de las estructuras a ensayar. En fin se busca que el estudiante se interese por estudiar los comportamientos sísmicos de una estructura y poder desarrollar mejores diseños de edificaciones.			
N. DE REGISTRO (en base de datos):		Nº. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			
ADJUNTOS PDF:		☒ SI ☐ NO	
CONTACTOS CON AUTOR/ES:		E-mail: ledvallejo@hotmail.com	
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:		Teléfono: 997581526	
		Nombre: FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS	
		Teléfono: 2-283348	