

Tabla de Contenido

1.	CAPÍTULO I: Introducción y Antecedentes Generales.....	1
1.1	Objetivo.....	2
1.2	Metodología.....	2
1.3	Alcances.....	3
1.4	Resultados esperados.....	4
2.	CAPÍTULO II: Marco Teórico.....	5
2.1	Dinámica de estructuras.....	5
2.1.1	Monitoreo del comportamiento dinámico.....	5
2.2	Algoritmo de Adquisición Visual: Principios Básicos.....	7
2.3	Visión Artificial: Procesamiento de imágenes.....	8
2.3.1	Detector de Puntos Esquinas: Algoritmo de Harris-Stephens.....	9
2.3.2	<i>Tracker</i> de Puntos: Algoritmo Kanade-Lucas-Tomasi (KLT).....	11
2.4	Análisis de Cuerpo Rígido.....	13
2.4.1	Interacción y relaciones Puntos Esquinas-Punto de Referencia.....	13
2.4.2	Solución problema Puntos Esquina-Punto de Referencia: Mínimos Cuadrados No Lineales.....	15
2.5	Conversión pixeles a unidades métricas: Factor de Escala.....	17
2.6	Alteraciones y pérdida de información en registros visuales.....	18
2.6.1	Perturbaciones externas sobre la cámara.....	18
2.6.2	Falta de homogeneidad en pixeles: Distorsión óptica.....	19
2.6.3	Pérdidas de calidad: Compresión de archivos.....	21
2.7	Análisis de Espectral: Transformada Rápida de Fourier.....	23
3.	CAPÍTULO III: Algoritmo de Adquisición Visual.....	24
3.1	Diagrama de Flujo.....	25
3.2	Función: <i>Tracker20</i>	26
3.2.1	Entrada de variables.....	26
3.2.2	Variables de salida.....	28
3.3	Intervención del Usuario.....	30
4.	CAPÍTULO IV: Definición de Cámara.....	35
4.1	Cámara Seleccionada: GoPro Hero3+ Black.....	35
4.2	Edición de Vídeos: GoPro Studio.....	36

4.2.1 Corrección de distorsión óptica	36
4.2.2 Descompresión de videos: códec GoPro Cineform.....	38
5. CAPÍTULO V: Ensayo en Laboratorio	39
5.1 Descripción de Modelo Estructural.....	39
5.2 Montaje en Laboratorio	41
5.2.1 Acelerómetros y Ultrasónicos.....	41
5.2.2 Cámara de video	43
5.3 Metodología del ensayo	44
5.4 RESULTADOS.....	46
5.4.1 Respuesta e identificación de modos de vibrar a 3 metros	47
5.4.2 Respuesta e identificación de modos de vibrar a 6 metros	85
5.4.3 Respuesta e identificación de modos de vibrar a 8 metros	91
5.5 Análisis de Resultados.....	97
5.5.1 Desempeño sistema de adquisición visual.....	97
5.5.2 Desempeño usuario	97
5.5.3 Desempeño modelo estructural	99
5.5.4 Comparación de desplazamientos: GoPro y Ultrasónicos	100
5.5.5 Comparación de análisis espectral: GoPro, Ultrasónicos y Acelerómetros	101
5.5.6 Análisis de perturbaciones externas sobre la cámara.....	102
6. CAPÍTULO VI: Ensayo en Terreno	104
6.1 Descripción Estructura en Estudio	104
6.2 Montaje en Terreno.....	105
6.3 RESULTADOS.....	107
6.4 Análisis de Resultados.....	109
6.4.1 Desempeño sistema de adquisición visual.....	109
6.4.2 Movimiento registrado en cuerpo 3	110
6.4.3 Variables externas en el registro a considerar	110
7. CAPÍTULO VII: Conclusiones.....	112
7.1 Líneas de desarrollo.....	114
8. BIBLIOGRAFÍA	116
ANEXOS	117
A. Desplazamiento vertical y giro relativo (laboratorio)	117

B. Aceleración medida sobre modelo y GoPro..... 142

Índice de Tablas

Tabla 1. Topología para puntos característicos en una imagen. Et al Harris (1988).	10
Tabla 2. Distorsiones presentes en cámaras según la distancia focal.	20
Tabla 3. Comparación de tamaño en la memoria para una misma imagen (Figura 15), comprimida y sin comprimir.....	21
Tabla 4. Resultados y variables almacenadas en archivo de salida.	29
Tabla 5. Características de grabación GoPro Hero+3 Black.....	36
Tabla 6. Dimensiones del modelo estructural utilizadas como líneas de escala. ...	40
Tabla 7. Identificación de modos de vibrar, ensayo #1.	48
Tabla 8. Identificación de frecuencias adicionales, ensayo #1.	48
Tabla 9. Identificación de modos de vibrar, ensayo #2.	50
Tabla 10. Identificación de frecuencias adicionales, ensayo #2.	50
Tabla 11. Identificación de modos de vibrar, ensayo #3.	52
Tabla 12. Identificación de frecuencias adicionales, ensayo #3.	52
Tabla 13. Identificación de modos de vibrar, ensayo #4.	54
Tabla 14. Identificación de frecuencias adicionales, ensayo #4.	54
Tabla 15. Identificación de modos de vibrar, ensayo #5.	56
Tabla 16. Identificación de frecuencias adicionales, ensayo #5.	56
Tabla 17. Identificación de modos de vibrar, ensayo #6.	58
Tabla 18. Identificación de frecuencias adicionales, ensayo #6.	58
Tabla 19. Identificación de modos de vibrar, ensayo #7.	60
Tabla 20. Identificación de frecuencias adicionales, ensayo #7.	60
Tabla 21. Identificación de modos de vibrar, ensayo #8.	62
Tabla 22. Identificación de frecuencias adicionales, ensayo #8.	62
Tabla 23. Identificación de modos de vibrar, ensayo #9.	64
Tabla 24. Identificación de frecuencias adicionales, ensayo #9.	64
Tabla 25. Identificación de modos de vibrar, ensayo #10.	66
Tabla 26. Identificación de frecuencias adicionales, ensayo #10.	66
Tabla 27. Identificación de modos de vibrar, ensayo #15.	68
Tabla 28. Identificación de frecuencias adicionales, ensayo #11.	68
Tabla 29. Identificación de modos de vibrar, ensayo #12.	70
Tabla 30. Identificación de frecuencias adicionales, ensayo #12.	70
Tabla 31. Identificación de modos de vibrar, ensayo #13.	72
Tabla 32. Identificación de frecuencias adicionales, ensayo #13.	72
Tabla 33. Identificación de modos de vibrar, ensayo #14.	74
Tabla 34. Identificación de frecuencias adicionales, ensayo #14.	74
Tabla 35. Identificación de modos de vibrar, ensayo #21.	76
Tabla 36. Identificación de frecuencias adicionales, ensayo #21.	76
Tabla 37. Identificación de modos de vibrar, ensayo #22.	78
Tabla 38. Identificación de frecuencias adicionales, ensayo #22.	78
Tabla 39. Identificación de modos de vibrar, ensayo #23.	80

Tabla 40. Identificación de frecuencias adicionales, ensayo #23.....	80
Tabla 41. Identificación de modos de vibrar, ensayo #24.	82
Tabla 42. Identificación de frecuencias adicionales, ensayo #24.....	82
Tabla 43. Identificación de modos de vibrar, ensayo #25.	84
Tabla 44. Identificación de frecuencias adicionales, ensayo #25.....	84
Tabla 45. Identificación de modos de vibrar, ensayo #15.	86
Tabla 46. Identificación de frecuencias adicionales, ensayo #15.....	86
Tabla 47. Identificación de modos de vibrar, ensayo #16.	88
Tabla 48. Identificación de frecuencias adicionales, ensayo #16.....	88
Tabla 49. Identificación de modos de vibrar, ensayo #17.	90
Tabla 50. Identificación de frecuencias adicionales, ensayo #17.....	90
Tabla 51. Identificación de modos de vibrar, ensayo #18.	92
Tabla 52. Identificación de frecuencias adicionales, ensayo #18.....	92
Tabla 53. Identificación de modos de vibrar, ensayo #19.	94
Tabla 54. Identificación de frecuencias adicionales, ensayo #19.....	94
Tabla 55. Identificación de modos de vibrar, ensayo #20.	96
Tabla 56. Identificación de frecuencias adicionales, ensayo #20.....	96
Tabla 57. Factor de Escala medio y desviación estándar para las tres configuraciones.	98
Tabla 58. Valores medidos de armónicos y múltiplos del modo fundamental.	99

Índice de Figuras

Figura 1. Desplazamiento por piso de modelo estructural de seis niveles. H.Yoon et al (2016).	6
Figura 2. Análisis de frecuencias naturales para ala de viga I. Khuc et al. (2015). .	6
Figura 3. Descripción general de algoritmo de análisis.	7
Figura 4. Ramificación de disciplinas de la IA.	8
Figura 5. Representación gráfica búsqueda y evaluación de borde "Algoritmo de Harris"	9
Figura 6. Movimiento plano general de sólido rígido.	13
Figura 7. Condiciones iniciales entre puntos esquina y referencia de un cuerpo rígido.	14
Figura 8. Movimiento entre cuadros consecutivos.	14
Figura 9. Derivación de resultados por Mínimos Cuadrados No Lineales.	16
Figura 10. Sistema de coordenadas en imágenes.	17
Figura 11. Influencia del movimiento de la cámara sobre cuadros registrados.	18
Figura 12. Distancia focal en cámaras.	19
Figura 13. Distancia focal vs ángulo de vision en el registro de imágenes.	19
Figura 14. Distorsiones asociadas a la distancia focal en cámaras. Distorsión nula, cojín y ojo de pez o barril.	20
Figura 15. Efectos del acercamiento de la cámara sobre el Factor de Escala.	20
Figura 16. Comparación imagen almacenada sin comprimir (arriba) vs imagen comprimida (abajo).	22
Figura 17. Algoritmo de adquisición de movimiento sin intervención directa ni uso de objetivos.	25
Figura 18. Ventana inicial interactiva disparada por rutina Tracker.	30
Figura 19. Ventana inicial interactiva, acercamiento al cuerpo utilizando "Zoom On".	31
Figura 20. Etapa 1: Selección de puntos utilizando "cursor mira".	31
Figura 21. Etapa 2: Selección de Punto de Referencia utilizando "cursor mira". ..	32
Figura 22. Descripción de región de interés en una imagen.	32
Figura 23. Etapa 3: Definición de regiones de interés barriendo zonas con cursor.	33
Figura 24. Visualización desplegada posterior a la intervención del usuario: Detección de esquinas dentro de zonas de interés.	33
Figura 25. Cámara deportiva GoPro Hero3+ Black.	35
Figura 26. Herramienta para remoción de distorsión en GoPro Studio.	37
Figura 27. Exportación de archivos en formato Cineform a través de GoPro Studio.	38
Figura 28. Modelo experimental de estructura con cuatro pisos, cuerpos estudiados y dimensiones conocidas para cálculo de Factor Escala.	40
Figura 29. Sistema para el registro de datos de ultrasónicos y acelerómetros.	41
Figura 30. Fuente de poder y distribución de ultrasónicos, acelerómetros.	42
Figura 31. Instrumentación de cámara en tres ejes de movimiento.	43

Figura 32. Trípode posicionado a 3 metros del modelo.	44
Figura 33. Esquema de tipos de excitaciones en modelo estructural.....	45
Figura 34. Factores Escala y Esquinas elegidas por cuerpo, ensayo #1.	47
Figura 35. Desplazamientos horizontales en ensayo #1, GoPro y Ultrasónicos. ..	47
Figura 36. Análisis espectral ensayo #1, GoPro, Ultrasónicos y Acelerómetros. ...	48
Figura 37. Factores Escala y Esquinas elegidas por cuerpo, ensayo #2.	49
Figura 38. Desplazamientos horizontales en ensayo #2, GoPro y Ultrasónicos ...	49
Figura 39. Análisis espectral ensayo #2, GoPro, Ultrasónicos y Acelerómetros. ...	50
Figura 40. Factores Escala y Esquinas elegidas por cuerpo, ensayo #3.	51
Figura 41. Desplazamientos horizontales en ensayo #3, GoPro y Ultrasónicos ...	51
Figura 42. Análisis espectral ensayo #3, GoPro, Ultrasónicos y Acelerómetros. ...	52
Figura 43. Factores Escala y Esquinas elegidas por cuerpo, ensayo #4.	53
Figura 44. Desplazamientos horizontales en ensayo #4, GoPro y Ultrasónicos. ..	53
Figura 45. Análisis espectral ensayo #4, GoPro, Ultrasónicos y Acelerómetros. ...	54
Figura 46. Factores Escala y Esquinas elegidas por cuerpo, ensayo #5.	55
Figura 47. Desplazamientos horizontales en ensayo #5, GoPro y Ultrasónicos. ..	55
Figura 48. Análisis espectral ensayo #5, GoPro, Ultrasónicos y Acelerómetros. ...	56
Figura 49. Factores Escala y Esquinas elegidas por cuerpo, ensayo #6.	57
Figura 50. Desplazamientos horizontales en ensayo #6, GoPro y Ultrasónicos. ...	57
Figura 51. Análisis espectral ensayo #6, GoPro, Ultrasónicos y Acelerómetros. ...	58
Figura 52. Factores Escala y Esquinas elegidas por cuerpo, ensayo #7.	59
Figura 53. Desplazamientos horizontales en ensayo #7, GoPro y Ultrasónicos ...	59
Figura 54. Análisis espectral ensayo #7, GoPro, Ultrasónicos y Acelerómetros. ...	60
Figura 55. Factores Escala y Esquinas elegidas por cuerpo, ensayo #8.	61
Figura 56. Desplazamientos horizontales en ensayo #8, GoPro y Ultrasónicos. ...	61
Figura 57. Análisis espectral ensayo #8, GoPro, Ultrasónicos y Acelerómetros. ...	62
Figura 58. Factores Escala y Esquinas elegidas por cuerpo, ensayo #9.	63
Figura 59. Desplazamientos horizontales en ensayo #9, GoPro y Ultrasónicos. ...	63
Figura 60. Análisis espectral ensayo #9, GoPro, Ultrasónicos y Acelerómetros. ...	64
Figura 61. Factores Escala y Esquinas elegidas por cuerpo, ensayo #10.	65
Figura 62. Desplazamientos horizontales en ensayo #10, GoPro y Ultrasónicos. ...	65
Figura 63. Análisis espectral ensayo #10, GoPro, Ultrasónicos y Acelerómetros. ...	66
Figura 64. Factores Escala y Esquinas elegidas por cuerpo, ensayo #11.	67
Figura 65. Desplazamientos horizontales en ensayo #11, GoPro y Ultrasónicos. ...	67
Figura 66. Análisis espectral ensayo #11, GoPro, Ultrasónicos y Acelerómetros. ...	68
Figura 67. Factores Escala y Esquinas elegidas por cuerpo, ensayo #12.	69
Figura 68. Desplazamientos horizontales en Ensayo #12, GoPro y Ultrasónicos. ...	69
Figura 69. Análisis espectral ensayo #12, GoPro, Ultrasónicos y Acelerómetros. ...	70
Figura 70. Factores Escala y Esquinas elegidas por cuerpo, ensayo #13.	71
Figura 71. Desplazamientos horizontales en ensayo #13, GoPro y Ultrasónicos. ...	71
Figura 72. Análisis espectral ensayo #13, GoPro, Ultrasónicos y Acelerómetros. ...	72
Figura 73. Factores Escala y Esquinas elegidas por cuerpo, ensayo #14.	73
Figura 74. Desplazamientos horizontales en ensayo #14, GoPro y Ultrasónicos. ...	73
Figura 75. Análisis espectral ensayo #14, GoPro, Ultrasónicos y Acelerómetros. ...	74

Figura 76. Factores Escala y Esquinas elegidas por cuerpo, ensayo #21.	75
Figura 77. Desplazamientos horizontales en ensayo #21, GoPro y Ultrasonicos.	75
Figura 78. Análisis espectral ensayo #21, GoPro, Ultrasonicos y Acelerómetros.	76
Figura 79. Factores Escala y Esquinas elegidas por cuerpo, ensayo #22.	77
Figura 80. Desplazamientos horizontales en ensayo #22, GoPro y Ultrasonicos.	77
Figura 81. Análisis espectral ensayo #22, GoPro, Ultrasonicos y Acelerómetros.	78
Figura 82. Factores Escala y Esquinas elegidas por cuerpo, ensayo #23.	79
Figura 83. Desplazamientos horizontales en ensayo #23, GoPro y Ultrasonicos.	79
Figura 84. Análisis espectral ensayo #23, GoPro, Ultrasonicos y Acelerómetros.	80
Figura 85. Factores Escala y Esquinas elegidas por cuerpo, ensayo #24.	81
Figura 86. Desplazamientos horizontales en ensayo #24, GoPro y Ultrasonicos.	81
Figura 87. Análisis espectral ensayo #24, GoPro, Ultrasonicos y Acelerómetros.	82
Figura 88. Factores Escala y Esquinas elegidas por cuerpo, ensayo #25.	83
Figura 89. Desplazamientos horizontales en ensayo #25, GoPro y Ultrasonicos.	83
Figura 90. Análisis espectral ensayo #25, GoPro, Ultrasonicos y Acelerómetros.	84
Figura 91. Factores Escala y Esquinas elegidas por cuerpo, ensayo #15.	85
Figura 92. Desplazamientos horizontales en ensayo #15, GoPro y Ultrasonicos.	85
Figura 93. Análisis espectral ensayo #15, GoPro, Ultrasonicos y Acelerómetros.	86
Figura 94. Factores Escala y Esquinas elegidas por cuerpo, ensayo #16.	87
Figura 95. Desplazamientos horizontales en ensayo #16, GoPro y Ultrasonicos.	87
Figura 96. Análisis espectral ensayo #16, GoPro, Ultrasonicos y Acelerómetros.	88
Figura 97. Factores Escala y Esquinas elegidas por cuerpo, ensayo #17.	89
Figura 98. Desplazamientos horizontales en ensayo #17, GoPro y Ultrasonicos.	89
Figura 99. Análisis espectral ensayo #17, GoPro, Ultrasonicos y Acelerómetros.	90
Figura 100. Factores Escala y Esquinas elegidas por cuerpo, ensayo #18.	91
Figura 101. Desplazamientos horizontales en ensayo #18, GoPro y Ultrasonicos.	91
Figura 102. Análisis espectral ensayo #18, GoPro, Ultrasonicos y Acelerómetros.	92
Figura 103. Factores Escala y Esquinas elegidas por cuerpo, ensayo #19.	93
Figura 104. Desplazamientos horizontales en ensayo #19, GoPro y Ultrasonicos.	93
Figura 105. Análisis espectral ensayo #19, GoPro, Ultrasonicos y Acelerómetros.	94
Figura 106. Factores Escala y Esquinas elegidas por cuerpo, ensayo #20.	95
Figura 107. Desplazamientos horizontales en ensayo #20, GoPro y Ultrasonicos.	95
Figura 108. Análisis espectral ensayo #20, GoPro, Ultrasonicos y Acelerómetros.	96
Figura 109. Distribución de Factores Escala para distancias de 3,6 y 8 metros al modelo.	98
Figura 110. Identificación de modos de vibrar y armónicos.	100
Figura 111. Máxima diferencia, absoluta, de peaks para registros en ultrasonicos y sistema visual para un total de 25 ensayos.	101

Figura 112. Aceleraciones sobre GoPro y modelo estructural durante ensayo #3.	102
Figura 113. Aceleración GoPro en dirección de análisis (horizontal) durante ensayo #3.	102
Figura 114. Ubicación pasarela Luis Thayer Ojeda-Costanera Center. Google Earth.	104
Figura 115. Pasarela Luis Thayer Ojeda-Costanera Center, cuerpos estudiados y dimensiones conocidas para cálculo de Factor Escala.	105
Figura 116. Diagrama referencial de concurrencia a Mall Costanera Center proporcionado por Google.....	106
Figura 117. Posición de registro referencial. Google Earth.	106
Figura 118. Movimiento horizontal cuerpo 3.....	107
Figura 119. Movimiento vertical cuerpo 3.....	108
Figura 120. Giro relativo cuerpo 3.	108
Figura 121. Visualización de detección de esquinas para cuerpo #3.	109
Figura 122. Histograma de intensidades, normalizado, para el cuadro inicial del registro sobre Pasarela Luis Thayer Ojeda-Costanera Center.....	110
Figura 124. Desplazamiento vertical modelo experimental, ensayo #1.....	117
Figura 125. Giro relativo modelo experimental, ensayo #1.	117
Figura 126. Desplazamiento vertical modelo experimental, ensayo #2.....	118
Figura 127. Giro relativo modelo experimental, ensayo #2.	118
Figura 128. Desplazamiento vertical modelo experimental, ensayo #3.....	119
Figura 129. Giro relativo modelo experimental, ensayo #3.	119
Figura 130. Desplazamiento vertical modelo experimental, ensayo #4.....	120
Figura 131. Giro relativo modelo experimental, ensayo #4.	120
Figura 132. Desplazamiento vertical modelo experimental, ensayo #5.....	121
Figura 133. Giro relativo modelo experimental, ensayo #5.	121
Figura 134. Desplazamiento vertical modelo experimental, ensayo #6.....	122
Figura 135. Giro relativo modelo experimental, ensayo #6.	122
Figura 136. Desplazamiento vertical modelo experimental, ensayo #7.....	123
Figura 137. Giro relativo modelo experimental, ensayo #7.	123
Figura 138. Desplazamiento vertical modelo experimental, ensayo #8.....	124
Figura 139. Giro relativo modelo experimental, ensayo #8.	124
Figura 140. Desplazamiento vertical modelo experimental, ensayo #9.....	125
Figura 141. Giro relativo modelo experimental, ensayo #9.	125
Figura 142. Desplazamiento vertical modelo experimental, ensayo #10.....	126
Figura 143. Giro relativo modelo experimental, ensayo #10.	126
Figura 144. Desplazamiento vertical modelo experimental, ensayo #11.....	127
Figura 145. Giro relativo modelo experimental, ensayo #11.	127
Figura 146. Desplazamiento vertical modelo experimental, ensayo #12.....	128
Figura 147. Giro relativo modelo experimental, ensayo #12.	128
Figura 148. Desplazamiento vertical modelo experimental, ensayo #13.....	129
Figura 149. Giro relativo modelo experimental, ensayo #13.	129
Figura 150. Desplazamiento vertical modelo experimental, ensayo #14.....	130

Figura 151. Giro relativo modelo experimental, ensayo #14.	130
Figura 152. Desplazamiento vertical modelo experimental, ensayo #15.....	131
Figura 153. Giro relativo modelo experimental, ensayo #15.	131
Figura 154. Desplazamiento vertical modelo experimental, ensayo #16.....	132
Figura 155. Giro relativo modelo experimental, ensayo #16.	132
Figura 156. Desplazamiento vertical modelo experimental, ensayo #17.....	133
Figura 157. Giro relativo modelo experimental, ensayo #17.	133
Figura 158. Desplazamiento vertical modelo experimental, ensayo #18.....	134
Figura 159. Giro relativo modelo experimental, ensayo #18.	134
Figura 160. Desplazamiento vertical modelo experimental, ensayo #19.....	135
Figura 161. Giro relativo modelo experimental, ensayo #19.	135
Figura 162. Desplazamiento vertical modelo experimental, ensayo #20.....	136
Figura 163. Giro relativo modelo experimental, ensayo #20.	136
Figura 164. Desplazamiento vertical modelo experimental, ensayo #21.....	137
Figura 165. Giro relativo modelo experimental, ensayo #21.	137
Figura 166. Desplazamiento vertical modelo experimental, ensayo #22.....	138
Figura 167. Giro relativo modelo experimental, ensayo #22.	138
Figura 168. Desplazamiento vertical modelo experimental, ensayo #23.....	139
Figura 169. Giro relativo modelo experimental, ensayo #23.	139
Figura 170. Desplazamiento vertical modelo experimental, ensayo #24.....	140
Figura 171. Giro relativo modelo experimental, ensayo #24.	140
Figura 172. Desplazamiento vertical modelo experimental, ensayo #25.....	141
Figura 173. Giro relativo modelo experimental, ensayo #25.	141
Figura 174. Comparación de vibraciones sobre modelo y cámara durante ensayo #1.	142
Figura 175. Comparación de vibraciones sobre modelo y cámara durante ensayo #2.	142
Figura 176. Comparación de vibraciones sobre modelo y cámara durante ensayo #3.	143
Figura 177. Comparación de vibraciones sobre modelo y cámara durante ensayo #4.	143
Figura 178. Comparación de vibraciones sobre modelo y cámara durante ensayo #5.	144
Figura 179. Comparación de vibraciones sobre modelo y cámara durante ensayo #6.	144
Figura 180. Comparación de vibraciones sobre modelo y cámara durante ensayo #7.	145
Figura 181. Comparación de vibraciones sobre modelo y cámara durante ensayo #8.	145
Figura 182. Comparación de vibraciones sobre modelo y cámara durante ensayo #9.	146
Figura 183. Comparación de vibraciones sobre modelo y cámara durante ensayo #10.	146

Figura 184. Comparación de vibraciones sobre modelo y cámara durante ensayo #11.	147
Figura 185. Comparación de vibraciones sobre modelo y cámara durante ensayo #12.	147
Figura 186. Comparación de vibraciones sobre modelo y cámara durante ensayo #13.	148
Figura 187. Comparación de vibraciones sobre modelo y cámara durante ensayo #14.	148
Figura 188. Comparación de vibraciones sobre modelo y cámara durante ensayo #15.	149
Figura 189. Comparación de vibraciones sobre modelo y cámara durante ensayo #16.	149
Figura 190. Comparación de vibraciones sobre modelo y cámara durante ensayo #17.	150
Figura 191. Comparación de vibraciones sobre modelo y cámara durante ensayo #18.	150
Figura 192. Comparación de vibraciones sobre modelo y cámara durante ensayo #19.	151
Figura 193. Comparación de vibraciones sobre modelo y cámara durante ensayo #20.	151
Figura 194. Comparación de vibraciones sobre modelo y cámara durante ensayo #21.	152
Figura 195. Comparación de vibraciones sobre modelo y cámara durante ensayo #22.	152
Figura 196. Comparación de vibraciones sobre modelo y cámara durante ensayo #23.	153
Figura 197. Comparación de vibraciones sobre modelo y cámara durante ensayo #24.	153
Figura 198. Comparación de vibraciones sobre modelo y cámara durante ensayo #25.	154