

Tabla de contenido

1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo general	2
1.2.2. Objetivos específicos	2
1.3. Metodología	2
1.4. Organización del informe	3
2. Revisión bibliográfica	4
2.1. Definiciones asociadas al oleaje	4
2.1.1. Ola	4
2.1.2. Altura de ola	4
2.1.3. Periodo	5
2.1.4. Espectro de oleaje	5
2.2. Oleaje de aguas profundas	6
2.2.1. Generación de oleaje	6
2.2.2. Teoría lineal de oleaje	7
2.2.3. Teorías no lineales de oleaje	8
2.3. Modelos de generación y propagación de oleaje	10
2.4. Medición de oleaje en aguas profundas	11
2.4.1. Técnicas in situ	11
2.4.2. Técnicas de medición remotas	12
2.5. Proyecto GlobWave	14
2.6. Calibración de oleaje estándar en la industria	15
2.7. Oleaje de aguas someras	16
3. Fuentes de información	18
3.1. Información satelital	18
3.2. Información oleaje modelado NCEP	19
3.3. Preprocesamiento de la información	20
3.3.1. Variables satelitales 1D	20
3.3.2. Variables satelitales 3D	22
3.3.3. Oleaje modelado	25
4. Metodologías de calibración	26
4.1. Filtros	26
4.1.1. Filtro espacial N°1	26
4.1.2. Filtro espacial N°2	28
4.1.3. Filtro por calidad	28
4.1.4. Filtro espacial N°3	28
4.1.5. Filtro temporal N°1	31
4.1.6. Filtro temporal N°2	32
4.1.7. Resumen filtros	34
4.2. Calibración con punto más cercano en el espacio (PMC)	35
4.2.1. Calibración de la altura de ola	35
4.2.2. Calibración del periodo	40
4.2.3. Calibración de la dirección de propagación del oleaje	43
4.3. Calibración con dato promedio del track (PROM)	45
4.4. Calibración paramétrica (CP)	47

5. Validación de metodologías	50
5.1. Validación del clima de oleaje de Iquique	50
5.2. Validación del clima de oleaje de Valparaíso	51
6. Implementación de calibraciones en proyectos de ingeniería	52
6.1. Extensión rompeolas, puerto de Arica	52
6.2. Estudio de barco atracado en Terminal GNL, Quintero	53
6.3. Cálculo del potencial de oleaje, Puerto de San Antonio	55
6.4. Esfuerzos sobre pilotes en muelle de descarga de carbón, Coronel	57
7. Comentarios y conclusiones	60
8. Bibliografía	63
Anexo A. Radio ventana espacial	67
Anexo B. Ventana temporal	67
Anexo C. Calibración con punto más cercano en el espacio	68
Anexo D. Calibración con dato promedio del track	70
Anexo E. Calibración paramétrica	74
Anexo F. Regresión por cuantiles	75
Anexo G. Propagación de oleaje	76
Anexo H. Extensión rompeolas, puerto de Arica	77
Anexo I. Esfuerzos sobre pilotes en muelle de descarga de carbón, Coronel	78

Índice de tablas

2.1. Satelites disponibles en servidores de GlobWave.	15
3.1. Variables satelitales usadas en el análisis.	18
3.2. Ubicación nodos de aguas profundas.	19
3.3. Calidad mediciones satelitales.	21
3.4. T_{m01} , T_P , D_m , y D_P para espectros medidos frente a Mejillones.	24
4.1. Tamaño de la muestra satelital según radio de la ventana espacial.	27
4.2. Profundidad menor en ventana espacial de mayor radio (1°).	27
4.3. Tamaño de la muestra satelital en función de la calidad de la medición, Valparaíso.	28
4.4. Formato DF con pares asociados.	31
4.5. Resumen de filtros utilizados.	34
4.6. Resumen resultados calibración paramétrica, Valparaíso.	49
5.1. Ubicación boya Iquique.	50
5.2. Ubicación boya Valparaíso.	51
6.1. Rango de resultados en el diseño de rompeolas, Arica.	53
6.2. Rango de resultados en no disponibilidad de barco atracado, Mejillones.	54
6.3. Potencial de oleaje, puerto de San Antonio.	55
6.4. Oleaje extremo, Coronel.	58
6.5. Esfuerzo sobre pilotes, muelle de carbón Coronel.	60

Índice de figuras

2.1. Definición ola.	4
2.2. Random-phase/amplitude model.	6
2.3. Propiedad μ transportada en dirección x a través de un volumen de control.	7
2.4. Perfil de ola de Stokes de segundo orden.	9
2.5. Rango de aplicabilidad de las teorías de oleaje.	10
2.6. Radar altimétrico sobre un satélite.	13
3.1. Número de pasadas satelitales en una ventana espacial de 1° , Coronel.	21
3.2. Serie de tiempo de la H_s medida frente a Valparaíso en una ventana espacial de 1°	22
3.3. Serie de tiempo de la H_s medida frente a Valparaíso en una ventana espacial de 1° sin valores atípicos (outliers).	22
3.4. Pandas Panel utilizado en variable polSpec.	23
3.5. Espectros medidos en una ventana de 1° frente a Mejillones.	24
3.6. Series de tiempo modeladas en Iquique.	25
4.1. Cobertura espacial Geosat en 1985, y Jason-2 en 2015.	26
4.2. Ventanas espaciales, Arica.	27
4.3. Selección de la medición más cercana espacialmente al nodo.	29
4.4. Variación de la altura de ola medida dentro de la ventana espacial, Valparaíso.	30
4.5. Metodología de emparejamiento de datos, parte n°1.	31
4.6. R^2 en función del desfase horario, Mejillones.	33
4.7. Series de oleaje medido y modelado frente a Valparaíso.	35
4.8. Familia de ajustes lineales obtenidos con metodología PMC, Valparaíso.	36
4.9. Distribución de los puntos en regresión lineal, metodología PMC, Valparaíso.	37
4.10. Ajuste lineal según distancia entre medición y nodo, Valparaíso. Metodología PMC.	38
4.11. Altura de ola calibrada con metodología PMC, Valparaíso.	38
4.12. Calibración con familias de ajustes lineales mediante metodología PMC, Valparaíso.	39
4.13. Porcentaje de no excedencia con metodología PMC, Valparaíso.	40
4.14. Periodo modelado y periodo calculado con “Two piece model”, Valparaíso. Metodología PMC.	41
4.15. Ajuste lineal de periodos RAR, Valparaíso. Metodología PMC.	41
4.17. Ajuste lineal para periodos calculados con información SAR, Valparaíso. Metodología PMC.	42
4.16. Serie de periodos modelados y mediciones SAR, Valparaíso. Metodología PMC.	42
4.18. Serie de direcciones modeladas y calculadas, Valparaíso. Metodología PMC.	43
4.19. Serie de direcciones modeladas y medidas, Valparaíso. Metodología PMC.	44
4.20. Ajuste lineal direcciones calculadas con información SAR, Valparaíso.	44
4.21. Familia de ajustes lineales obtenidos con metodología PROM, Valparaíso.	45
4.22. Calibración con familia de ajustes lineales, Valparaíso. Metodología PROM.	46
4.23. Porcentaje de no excedencia obtenido con metodología PROM, Valparaíso.	47
4.24. Esquema funcionamiento calibración paramétrica.	47
4.25. Comparación porcentaje de no excedencia, Valparaíso. Metodologías CP y PROM.	48
5.1. Validación climas de oleaje, Iquique.	50
5.2. Validación climas de oleaje, Valparaíso.	51
6.1. Valores pico sobre umbral de tormenta, Arica.	52
6.2. Ajuste de Weibull clima central, EVA.	53
6.3. Curva límite operación.	54
6.4. Potencial de oleaje, puerto de San Antonio.	56
6.5. Cálculo oleaje extremo, Coronel.	57
6.6. Perfil de ola.	58

6.7. Esfuerzo sobre pilote ubicado en veril -6. 59