



Facultad de ingeniería

Memoria del proyecto para optar al Título de
Ingeniero Civil Oceánico

CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DEL MODELO STWAVE MEDIANTE MEDICIONES Y
MODELACIÓN MATEMÁTICA EN UN SECTOR UBICADO EN LA REGIÓN DE
VALPARAÍSO.

Ariel Andrés Gallardo Yáñez

Marzo 2015

APROBACIÓN

CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DEL MODELO STWAVE MEDIANTE MEDICIONES Y MODELACIÓN MATEMÁTICA EN UN SECTOR UBICADO EN LA REGIÓN DE VALPARAÍSO.

Ariel Andrés Gallardo Yáñez

Comisión Revisora

Nota

Firma

José Beyá
Profesor guía

Mauricio Molina
Docente

Patricio Catalán
Docente

DECLARACIÓN

Este trabajo, considerado tanto en su totalidad como alguna de sus partes, no ha sido presentado anteriormente en la Universidad de Valparaíso, ni institución universitaria chilena o extranjera u organismo de carácter estatal; ya sea para evaluación, comercialización u otros propósitos. Salvo las referencias citadas en el texto, confirmo que el contenido intelectual de este Proyecto de Título es resultado exclusivamente de mis esfuerzos personales.

La Universidad de Valparaíso reconoce expresamente la propiedad intelectual del autor sobre esta Memoria de Titulación. Sin embargo, en caso de ser sometida a evaluación para los propósitos de obtención del Título Profesional de Ingeniero Civil Oceánico, el autor renuncia a los derechos legales sobre la misma y los cede a la Universidad de Valparaíso, la que estará facultada para utilizarla con fines exclusivamente académicos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco mi familia, en especial a mis padres, Elba y Luis, hermanos, Eduardo, Alex y Víctor, por toda la ayuda y apoyo entregado a lo largo de toda mi vida. Definitivamente este logro no habría sido posible sin su permanente apoyo y preocupación.

A mis tíos, Sergio y María quienes siempre confiaron en mí.

A mi Abuela Celinda por su constante e incondicional apoyo.

A mi profesor guía José Beyá y a Mauricio Molina por su buena disposición y por sobre todo la confianza entregada.

A Andrés Puelma por brindar su tiempo y conocimientos para el desarrollo e investigación de este proyecto de titulación.

A mis compañeros de carrera Claudio Meza, Cesar Esparza, Rodrigo Leal y Janisse Ferrada, con quienes estude, realice tareas, trabajos y en su amistad encontré el apoyo necesario para superar los momentos difíciles que viví a lo largo de esta carrera.

Gracias a Samanta por confiar en mí todos estos años, comprender mis ideales y el tiempo que no estuve con ella.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVOS	3
1.1.1 GENERAL:.....	3
1.1.2 ESPECÍFICOS:.....	3
1.2 ALCANCES	3
2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 EL OLEAJE.....	4
2.1.1 REPRESENTACIÓN DE UN ESTADO DE MAR	6
2.1.2 ESPECTRO SINTÉTICO DE OLEAJE	7
2.1.3 PARÁMETROS ESPECTRALES DEL OLEAJE	9
2.1.1 PROCESOS FÍSICOS DE TRANSFORMACIÓN DEL OLEAJE.....	10
2.2 PROPAGACIÓN DE ENERGÍA ESPECTRAL	12
2.3 MÉTODOS DE PROPAGACIÓN INDIRECTA DE ENERGÍA ESPECTRAL.....	13
2.3.1 PROPAGACIÓN MEDIANTE RECONSTRUCCIÓN ESPECTRAL	14
2.3.2 PROPAGACIÓN MEDIANTE PSEUDO ESPECTRAL	15
2.4 DESCRIPCIÓN DEL MODELO STWAVE.....	18
2.4.1 GENERALIDADES	18
2.4.2 SUPOSICIONES SOBRE LAS CUALES SE BASA EL MODELO	18
2.4.3 DATOS DE ENTRADA DEL MODELO	20
2.4.4 DATOS DE SALIDA DEL MODELO	21
2.4.5 LIMITACIONES DE STWAVE	22
2.5 DATOS DISPONIBLES DE OLEAJE	23
2.5.1 DATOS DE AGUAS SOMERAS A INTERMEDIAS	24
2.5.2 DATOS DE AGUAS PROFUNDAS.....	24
3. METODOLOGÍA DE LA CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DEL MODELO STWAVE	25
3.1 ANÁLISIS DE BATIMETRÍA	25
3.1.1 INFORMACIÓN DISPONIBLE	25
3.1.2 ÁREA APLICACIÓN	26
3.1.3 METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE LA BATIMETRÍA	27
3.2 CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DE STWAVE	31
3.2.1 METODOLOGÍA CALIBRACIÓN.....	31
3.2.2 METODOLOGÍA DE VALIDACIÓN.....	35
3.3 ESTADÍGRAFOS EMPLEADOS.....	35
3.4 SELECCIÓN CASOS REPRESENTATIVOS	36
3.5 CONFIGURACIÓN DEL MODELO STWAVE	39
4. RESULTADOS.....	41
4.1 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS BATIMETRÍAS	41
4.2 RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN DEL MODELO STWAVE.....	49
4.2.1 CASO1: 2012/05/06 07:00 (UTC-0).....	49
4.2.2 CASO 2: 2012/05/13 16:00 (UTC-0).....	51
4.2.3 CASO 3: 2012/05/26 0:00 (UTC-0).....	52
4.2.4 CASO 4: 2012/07/08 14:00 (UTC-0).....	54
4.2.5 CASO 5: 2012/07/25 02:00 (UTC-0).....	55
4.3 RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN DEL MODELO STWAVE	58
5. CONCLUSIONES.....	65

6. RECOMENDACIONES67

7. REFERENCIAS.....69

8. ANEXO 1: CAMPOS DE OLEAJE.....71

9. ANEXO 2: VALIDACIÓN DE STWAVE75

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2-1: REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LOS TIPOS DE OLAS QUE EXISTEN EN LA SUPERFICIE DEL OCÉANO Y DE LA ENERGÍA EN ELLAS CONTENIDA. SILVA (2005).....	4
FIGURA 2-2 : NOMENCLATURA BÁSICA DE UNA OLA. KAMPHUIS (2000).....	5
FIGURA 2-3: SERIE DE TIEMPO. ESTADO DE MAR. (SILVA 2005).....	6
FIGURA 2-4: EJEMPLO DE UN ESPECTRO BIDIMENSIONAL $S(F, \theta)$	6
FIGURA 2-5: EJEMPLO DE UN ESPECTRO JONSWAP CON $\Gamma=1$. DONDE LA LÍNEA CONTINUA ES EL ESPECTRO SINTÉTICO, LA LÍNEA DISCONTINUA CON CÍRCULOS BLANCOS ES EL ESPECTRO MEDIDO Y LA LÍNEA ROJA MUESTRA LA FRECUENCIA PICO. GODA (2000).	8
FIGURA 2-6: EJEMPLO DE REFRACCIÓN DE UNA OLA PROPAGADA HACIA LA COSTA EN UNA BATIMETRÍA IRREGULAR. GODA (2000).....	10
FIGURA 2-7: EJEMPLO DE ASOMERAMIENTO DE UNA OLA PROPAGÁNDOSE HACIA LA COSTA. LAS FLECHAS REPRESENTAN LA CELERIDAD DE GRUPO.....	11
FIGURA 2-8: EJEMPLO DE OLEAJE DIFRACTADO	11
FIGURA 2-9: REPRESENTACIÓN ESPECTRAL DEL OLEAJE	14
FIGURA 2-10: RESUMEN DEL MÉTODO DE RECONSTRUCCIÓN ESPECTRAL. LOS PASOS 1 Y 2 SE REALIZAN SOLO UNA VEZ POR SITIO MIENTRAS QUE LOS PASOS 3 Y 4 SE REPITEN PARA CADA ESPECTRO DE ENTRADA. DOMÍNGUEZ (2011).....	15
FIGURA 2-11: COEFICIENTES DE AGITACIÓN (K_A) EN EL DOMINIO DEL PERIODO PARA DIFERENTES DIRECCIONES. LAS LÍNEAS VERTICALES ROJAS REPRESENTAN EL INVERSO DE CADA UNA DE LAS 38 FRECUENCIAS (PERIODOS) DE UN ESPECTRO MEDIDO EN AGUAS PROFUNDAS	17
FIGURA 2-12: COEFICIENTES DE AGITACIÓN (K_A) EN EL DOMINIO DE LA DIRECCIÓN, PARA DIFERENTES PERIODOS ..	17
FIGURA 2-13: LIMITACIÓN DEL RANGO DE ENTRADA DE DIRECCIONES EN EL MODELO STWAVE DE UN ESPECTRO, 'HALF-PLANE'. EL SECTOR SOMBREADO REPRESENTA LA PARTE DEL ESPECTRO QUE NO PROPAGADA.	22
FIGURA 2-14: UBICACIÓN REFERENCIAL DE LAS MEDICIONES CON BOYA Y ADCP.	23
FIGURA 3-1: ÁREA DE APLICACIÓN DEL ESTUDIO BATIMÉTRICO. EN EL CUADRADO VERDE SE COMPARA EL LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO CON LAS CARTAS NÁUTICAS Y EN EL CUADRADO ROJO SE COMPARAN LAS CARTAS NÁUTICAS CON GEBCO Y ETOPO.	26
FIGURA 3-2: MALLA (1). MAPAS DE VERILES CADA 20 M. DATOS BATIMÉTRICOS UTILIZADOS DE LAS CARTAS NÁUTICAS, ESPECÍFICAMENTE LA N°5112. LAS X REPRESENTAN LOS VECTORES DE PROFUNDIDAD.	28
FIGURA 3-3: MALLA (2). MAPAS DE VERILES CADA 20 M. DATOS BATIMÉTRICOS UTILIZADOS DEL LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO. LAS X REPRESENTAN LOS VECTORES DE PROFUNDIDAD.....	28
FIGURA 3-4: MALLA (3). MAPAS DE VERILES CADA 100 M. DATOS BATIMÉTRICOS UTILIZADOS DE LAS CARTAS NÁUTICAS SHOA N° 4000, 5100 Y 5112. LAS X REPRESENTAN LOS VECTORES DE PROFUNDIDAD.....	29
FIGURA 3-5: MALLA (4). MAPAS DE VERILES CADA 100 M, CON DATOS BATIMÉTRICOS UTILIZADOS DE GEBCO. LAS X REPRESENTAN LOS VECTORES DE PROFUNDIDAD.....	29
FIGURA 3-6: MALLA (5). MAPAS DE VERILES CADA 100 M. DATOS BATIMÉTRICOS UTILIZADOS DE ETOPO. LAS X REPRESENTAN LOS VECTORES DE PROFUNDIDAD.....	30
FIGURA 3-7 NÚMERO DE CHEZY	34
FIGURA 3-8: ESPECTRO BIDIMENSIONAL CASO 1, 2012/05/06 07:00.....	37
FIGURA 3-9: ESPECTRO BIDIMENSIONAL CASO 2, 2012/05/13 16:00.....	37
FIGURA 3-10: ESPECTRO BIDIMENSIONAL CASO 3, 2012/05/26 00:00.....	38
FIGURA 3-11: ESPECTRO BIDIMENSIONAL CASO 4, 2012/07/08 14:00.....	38
FIGURA 3-12: ESPECTRO BIDIMENSIONAL CASO 5, 2012/07/25 02:00.....	39
FIGURA 3-13: POSICIÓN Y ORIENTACIÓN DE LAS MALLAS PARA EL MODELO DE PROPAGACIÓN DE OLEAJE.....	40

FIGURA 4-1: MAPA DE COMPARACIÓN DE VERILES CADA 20 M, HASTA EL VERIL DE LOS 100 M DE LAS CARTAS NÁUTICAS (COLOR ROJO) CON EL LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO (COLOR NEGRO). LOS SECTORES A Y B PRESENTAN LAS DIFERENCIAS MÁS SIGNIFICATIVAS.....	42
FIGURA 4-2: MAPA DEL SESGO DE LAS CARTAS NÁUTICAS V/S EL LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO. LOS SECTORES A Y B MUESTRAN LAS DIFERENCIAS MAS SIGNIFICATIVAS.....	43
FIGURA 4-3: MAPA DE COMPARACIÓN DE VERILES CADA 100 M DE LAS CARTAS NÁUTICAS (COLOR NEGRO) CON LA GRILLA ETOPO (COLOR ROJO). EL SECTOR A PRESENTA LAS DIFERENCIAS MÁS SIGNIFICATIVAS.....	44
FIGURA 4-4: MAPA DEL SESGO, CARTAS NÁUTICAS V/S ETOPO. EL SECTOR A PRESENTA LAS DIFERENCIAS MÁS SIGNIFICATIVAS.	45
FIGURA 4-5: MAPA DE COMPARACIÓN DE VERILES CADA 100 M DE LAS CARTAS NÁUTICAS (COLOR NEGRO) CON GEBCO (COLOR ROJO). LOS SECTORES A Y B PRESENTAN LAS DIFERENCIAS MÁS SIGNIFICATIVAS.	46
FIGURA 4-6: MAPA DEL SESGO, CARTAS NÁUTICAS V/S GEBCO. LOS SECTORES A Y B PRESENTAN LAS DIFERENCIAS MÁS SIGNIFICATIVAS.	47
FIGURA 4-7: COMPARACIÓN DE PROFUNDIDADES DE UNA SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA ZONA EN ESTUDIO: A) UBICACIÓN SECCIÓN TRANSVERSAL; B) COMPARACIÓN DE PROFUNDIDADES DE LAS CARTAS NÁUTICAS (EN ROJO), GEBCO (MORADO), ETOPO (VERDE) Y EL LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO (AZUL); C) AMPLIACIÓN DEL RECTÁNGULO (HASTA LOS 100M DE PROFUNDIDAD).	48
FIGURA 8-1: CAMPO DE OLEAJE MODELADO PARA EL CASO 1: 2012/05/06 07:00.	72
FIGURA 8-2: CAMPO DE OLEAJE MODELADO PARA EL CASO 2: 2012/05/13 16:00.	72
FIGURA 8-3: CAMPO DE OLEAJE MODELADO PARA EL CASO 3: 2012/05/26 00:00.	73
FIGURA 8-4: CAMPO DE OLEAJE MODELADO PARA EL CASO 4: 2012/07/08 14:00.	73
FIGURA 8-5: CAMPO DE OLEAJE MODELADO PARA EL CASO 5: 2012/07/25 02:00.	74
FIGURA 9-1: COEFICIENTE DE ASOMERAMIENTO SEGÚN PERIODO Y DIRECCIÓN DE AGUAS PROFUNDAS.	76
FIGURA 9-2: CAMBIO EN LA DIRECCIÓN SEGÚN PERIODO Y DIRECCIÓN DE AGUAS PROFUNDAS.	76
FIGURA 9-3: ROSAS DEL OLEAJE MEDIDO (ADCP): A) DISPERSIÓN DIRECCIONAL DE ALTURA DE OLA DE H_{M0} -B) DISPERSIÓN DIRECCIONAL DEL PERIODO ENERGÉTICO T_E	77
FIGURA 9-4: ROSAS DEL OLEAJE MODELADO: A) DISPERSIÓN DIRECCIONAL DE ALTURA DE OLA DE H_{M0} -B) DISPERSIÓN DIRECCIONAL DEL PERIODO ENERGÉTICO T_E	77
FIGURA 9-5: CURVAS DE EXCEDENCIA DE ALTURA DE OLA H_{M0} SIMULADA Y MEDIDA EN TERRENO (ADCP).	80
FIGURA 9-6: CURVAS DE EXCEDENCIA DEL PERIODO ENERGÉTICO T_E SIMULADA Y MEDIDA EN TERRENO (ADCP).	80

LISTA DE TABLAS

TABLA 3-1: CARACTERÍSTICAS DE LAS MALLAS UTILIZADAS EN LA EVALUACIÓN DE LAS DIFERENCIAS DE LAS CARTAS NÁUTICAS.....	27
TABLA 3-2: CARACTERÍSTICAS DE LAS MALLAS UTILIZADAS EN LA EVALUACIÓN DE LAS DIFERENCIAS DE LAS CARTAS NÁUTICA DEL SHOA CON GEBCO Y ETOPO.....	27
TABLA 3-3 PARÁMETROS DEL ESCENARIO BASE PARA LA CALIBRACIÓN.....	32
TABLA 3-4: CASOS SELECCIONADOS PARA LA CALIBRACIÓN POR EL MÉTODO “MDA” PARA EL PROYECTO UNDIMOTRIZ.....	36
TABLA 3-5: DESCRIPCIÓN DE LAS MALLAS NUMÉRICAS USADAS EN LA MODELACIÓN.....	40
TABLA 4-1: PARÁMETROS ESTADÍSTICOS Y EL SESGO CON RESPECTO A LA MEDICIÓN, PARA TODOS LOS ESCENARIOS MODELADOS EN LA CALIBRACIÓN Y MEDICIÓN (ADCP). CASO 1.....	50
TABLA 4-2: PARÁMETROS ESTADÍSTICOS Y EL SESGO CON RESPECTO A LA MEDICIÓN, PARA TODOS LOS ESCENARIOS MODELADOS EN LA CALIBRACIÓN Y MEDICIÓN (ADCP). CASO 2.....	52
TABLA 4-3 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS Y EL SESGO CON RESPECTO A LA MEDICIÓN, PARA TODOS LOS ESCENARIOS MODELADOS EN LA CALIBRACIÓN Y MEDICIÓN (ADCP). CASO 3.....	53
TABLA 4-4 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS Y EL SESGO CON RESPECTO A LA MEDICIÓN, PARA TODOS LOS ESCENARIOS MODELADOS EN LA CALIBRACIÓN Y MEDICIÓN (ADCP). CASO 4.....	55
TABLA 4-5: PARÁMETROS ESTADÍSTICOS Y EL SESGO CON RESPECTO A LA MEDICIÓN, PARA TODOS LOS ESCENARIOS MODELADOS EN LA CALIBRACIÓN Y MEDICIÓN (ADCP). CASO 5.....	56
TABLA 4-6: PARÁMETROS ESTADÍSTICOS DE LOS ERRORES PORCENTUALES ABSOLUTOS EN LA ESTIMACIÓN DE LA ALTURA SIGNIFICATIVA ESPECTRAL. H_{M0}	60
TABLA 4-7: PARÁMETROS ESTADÍSTICOS DE LOS ERRORES PORCENTUALES ABSOLUTOS EN LA ESTIMACIÓN DEL PERÍODO ENERGÉTICO ESPECTRAL. T_E	61
TABLA 4-8: INDICADORES ESTADÍSTICOS DEL DESEMPEÑO DEL MODELO EN LA ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS DE OLAJE Y LA POTENCIA.....	62
TABLA 9-1: TABLA DE INCIDENCIA. ALTURA SIGNIFICATIVA ESPECTRAL H_{M0} VS DIRECCIÓN MEDIA D_M PARA LA ESTADÍSTICA DEL OLAJE DE LAS MEDICIONES (ADCP).....	78
TABLA 9-2: TABLA DE INCIDENCIA. ALTURA SIGNIFICATIVA ESPECTRAL H_{M0} VS DIRECCIÓN MEDIA D_M PARA LA ESTADÍSTICA DEL OLAJE PARA EL OLAJE MODELADO.....	78
TABLA 9-3: TABLA DE INCIDENCIA. PERIODO ENERGÉTICO ESPECTRAL T_E VS DIRECCIÓN MEDIA D_M PARA LA ESTADÍSTICA DEL OLAJE DE LAS MEDICIONES (ADCP).....	79
TABLA 9-4: TABLA DE INCIDENCIA. PERIODO ENERGÉTICO ESPECTRAL T_E VS DIRECCIÓN MEDIA D_M PARA LA ESTADÍSTICA DEL OLAJE MODELADO.....	79

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 6-1: CASO 1, ESPECTRO INTEGRADO EN LA DIRECCIÓN, PARA TODOS LOS ESCENARIOS CALIBRADOS, COMPARADOS CON EL ESPECTRO DE LA MEDICIÓN (ADCP).....	49
GRÁFICO 6-2: CASO 1, ESPECTRO INTEGRADO EN LA FRECUENCIA, PARA TODOS LOS ESCENARIOS CALIBRADOS, COMPARADOS CON EL ESPECTRO DE LA MEDICIÓN (ADCP).....	50
GRÁFICO 6-3: CASO 2, ESPECTRO INTEGRADO EN LA DIRECCIÓN, PARA TODOS LOS ESCENARIOS CALIBRADOS, COMPARADOS CON EL ESPECTRO DE LA MEDICIÓN (ADCP).....	51
GRÁFICO 6-4: CASO 2, ESPECTRO INTEGRADO EN LA FRECUENCIA, PARA TODOS LOS ESCENARIOS CALIBRADOS, COMPARADOS CON EL ESPECTRO DE LA MEDICIÓN (ADCP).....	51
GRÁFICO 6-5: CASO 3, ESPECTRO INTEGRADO EN LA DIRECCIÓN, PARA TODOS LOS ESCENARIOS CALIBRADOS, COMPARADOS CON EL ESPECTRO DE LA MEDICIÓN (ADCP).....	52
GRÁFICO 6-6: CASO 3, ESPECTRO INTEGRADO EN LA FRECUENCIA, PARA TODOS LOS ESCENARIOS CALIBRADOS, COMPARADOS CON EL ESPECTRO DE LA MEDICIÓN (ADCP).....	53
GRÁFICO 6-7: CASO 4, ESPECTRO INTEGRADO EN LA DIRECCIÓN, PARA TODOS LOS ESCENARIOS CALIBRADOS, COMPARADOS CON EL ESPECTRO DE LA MEDICIÓN (ADCP).....	54
GRÁFICO 6-8: CASO 4, ESPECTRO INTEGRADO EN LA FRECUENCIA, PARA TODOS LOS ESCENARIOS CALIBRADOS, COMPARADOS CON EL ESPECTRO DE LA MEDICIÓN (ADCP).....	54
GRÁFICO 6-9: CASO 5, ESPECTRO INTEGRADO EN LA DIRECCIÓN, PARA TODOS LOS ESCENARIOS CALIBRADOS, COMPARADOS CON EL ESPECTRO DE LA MEDICIÓN (ADCP).....	55
GRÁFICO 6-10: CASO 5, ESPECTRO INTEGRADO EN LA FRECUENCIA, PARA TODOS LOS ESCENARIOS CALIBRADOS, COMPARADOS CON EL ESPECTRO DE LA MEDICIÓN (ADCP).....	56
GRÁFICO 6-11: PORCENTAJE DE INCIDENCIA DEL ERROR PORCENTUAL ($E\% H_{M0}$). LA LÍNEA VERTICAL NEGRA INDICA EL CERO.	59
GRÁFICO 6-12: GRÁFICO DE DISPERSIÓN PARA H_{M0} ADCP (MEDICIONES) Y H_{M0} MODELO. LÍNEA NEGRA Y ECUACIÓN INDICAN EL AJUSTE LINEAL QUE PASA POR CERO. LA LÍNEA VERDE INDICA LA SUB O SOBRESTIMACIÓN DE LOS DATOS AL TENER UN ÁNGULO DE 45°	59
GRÁFICO 6-13: PORCENTAJE DE INCIDENCIA DEL ERROR PORCENTUAL ($E\% T_E$). LA LÍNEA VERTICAL NEGRA INDICA EL CERO.	60
GRÁFICO 6-14: GRÁFICO DE DISPERSIÓN PARA T_E ADCP (MEDICIONES) Y T_E MODELO. LÍNEA NEGRA Y ECUACIÓN INDICAN EL AJUSTE LINEAL QUE PASA POR CERO. LA LÍNEA VERDE INDICA LA SUB O SOBRESTIMACIÓN DE LOS DATOS AL TENER UN.....	61
GRÁFICO 6-15: PORCENTAJE DE INCIDENCIA, PARA D_M ADCP EN ROJO (MEDICIONES) Y D_M MODELO EN AZUL.....	62
GRÁFICO 6-16: SERIES DE TIEMPO DE LAS MEDICIONES (ADCP) VS LO MODELADO CON CASO BASE: A) ALTURA SIGNIFICATIVA ESPECTRAL (H_{M0}). B) PERIODO ENERGÉTICO (T_E). C) DIRECCIÓN MEDIA (D_M).....	63

RESUMEN

En este trabajo se presenta la calibración y verificación del modelo STWAVE para la propagación de oleaje espectral desde aguas profundas hacia la costa utilizando mediciones realizadas en el marco del proyecto INNOVA-Corfo "Catastro del Recurso Energético, asociado a oleaje para el apoyo a la evaluación de proyectos de generación de energía undimotriz". Este proyecto nace de la iniciativa de HydroChile S.A., empresa privada que desarrolla y opera proyectos de energías renovables en Chile y fue ejecutado principalmente gracias al financiamiento del programa CORFO-INNOVA e HydroChile. Parte del financiamiento fue aportado por el Instituto Nacional de Hidráulica (INH) en su calidad de desarrollador principal del proyecto, y por los co-desarrolladores Universidad de Valparaíso, Universidad Técnica Federico Santa María, PRDW Aldunate Vásquez Ingenieros y la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Este trabajo se inserta en el proyecto con el objetivo de calibrar y validar el software STWAVE para el desarrollo del proyecto. Este objetivo se logró, primero evaluando y comparando diferencias entre el uso de distintas fuentes batimétricas, luego se realizó la calibración y finalmente se evaluó el desempeño del modelo de oleaje. El proyecto cuenta con una cláusula de confidencialidad de la información por lo que algunos detalles sobre la ubicación del modelado y de las mediciones no serán entregados.

Los resultados de la evaluación y comparación de las fuentes batimétricas indican que entre las cartas náuticas del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA) versus las batimetrías GEBCO y ETOPO existen diferencias de al menos 200m en profundidades mayores a los 100m y en profundidades menores ETOPO tiene diferencias menos significativas que GEBCO, por otro lado el cartas náuticas presentan las menores diferencias respecto al levantamiento batimétrico con un máximo de 40m.

En la calibración se determinó que el modelo tiene un mejor desempeño al utilizar un escenario que considera: fricción de fondo desactivada, nivel de marea =0 NRS y la resolución de la malla (500x100x25m). Adicionalmente se recomienda utilizar una metodología Pseudo espectral de oleaje ya que esta afecta muy poco los resultados de la altura significativa espectral (H_{m0}), periodo energético espectral (T_e) y dirección media (D_m). Además, reduce los tiempos de simulación significativamente.

Finalmente, se verificó la precisión del modelo STWAVE mediante la comparación de series de tiempo completas de varios meses de duración entre los resultados del modelo y las mediciones instrumentales, indicando que las alturas significativas espectrales (H_{m0}) y el periodo energético espectral (T_e) obtenidos a nivel costero mediante el modelado de su propagación, presentaron coeficientes de correlación iguales a $R^2 = 0.81$ y 0.82 , respectivamente, respecto de las mediciones. Además, para las direcciones medias (D_m) cerca del 30% de los datos modelados tienen diferencias de aproximadamente 20° .