

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PÁGINA
<hr style="border: 1px solid black;"/>	
CAPÍTULO I .....	1
INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	1
1.1    Introducción. ....	1
1.2    Objetivos. ....	2
1.2.1    Objetivo General. ....	2
1.2.2    Objetivos Específicos. ....	2
CAPÍTULO II .....	3
MARCO TEÓRICO.....	3
2.1    Definición, tipos y antecedentes de aliviaderos. ....	3
2.1.1    Definición de aliviadero. ....	3
2.1.2    Tipos de aliviaderos. ....	6
2.1.3    Aliviaderos en Chile y el mundo. ....	10
2.2    Conceptos básicos de fluidos.....	11
2.2.1    Definición de fluido y sus características.....	11
2.2.2    Definición y tipos de flujos.....	12
2.3    Principios fundamentales para el análisis de los fluidos. ....	14
2.3.1    Conservación de la masa. ....	15
2.3.2    Conservación de la energía. ....	16
2.3.3    Cantidad de movimiento o momentum. ....	17
2.4    Representación de elementos hidráulicos mediante computador. ....	19
2.4.1    ¿Qué es una representación hidráulica computacional y cuáles son los antecedentes existentes? .....	20
2.4.2    Tipos de software de análisis de fluidos existentes en el mercado. ....	23
2.4.3    Software CFD, versión educacional ANSYS <i>Fluent</i> . ....	24

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
<hr/>	
CAPÍTULO III.....	27
DESCRIPCIÓN DE UTILIZACIÓN DEL PROGRAMA ANSYS FLUENT .....	27
3.1    Inicio de proyectos en ANSYS <i>Workbench</i> .....	28
3.2    Diseño de geometría en ANSYS <i>DesignModeler</i> .....	32
3.3    Mallado de geometrías en ANSYS <i>Meshing</i> .....	36
3.4    Simulación de proyectos en ANSYS <i>Fluent</i> .....	40
3.5    Muestra de resultados obtenidos de ANSYS <i>Fluent</i> .....	48
CAPÍTULO IV.....	52
DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS MODELOS SIMULADOS .....	52
4.1    Toma de medidas en laboratorio.....	52
4.1.1    Descripción de los obstáculos utilizados.....	54
4.1.2    Fotografías y datos obtenidos de los ensayos en el laboratorio.....	55
4.2    Modelo computacional en ANSYS <i>Fluent</i> .....	57
4.2.1    Generación de la geometría de los obstáculos en ANSYS <i>DesignModeler</i> .....	59
4.2.2    Mallado de los obstáculos en ANSYS <i>Meshing</i> .....	60
4.2.3    Inicialización y ajuste de parámetros en ANSYS <i>Fluent</i> .....	62
4.2.4    Resultados obtenidos por ANSYS <i>Fluent</i> .....	79
CAPÍTULO V.....	83
ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE RESULTADOS.....	83
CAPÍTULO VI.....	89
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	89
BIBLIOGRAFÍA .....	90
ANEXOS .....	92

## ÍNDICE DE TABLAS.

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
<hr style="border: 1px solid black;"/>	
Tabla 2.1: Embalses, Represas y Lagos de Chile. ....	10
Tabla 2.2: Presas más Grandes del Mundo. ....	10
Tabla 4.1: Ejemplo de cálculo de caudal. ....	56
Tabla 4.2: Datos obtenidos de los ensayos en el laboratorio ....	56
Tabla 5.1: Valores medios de acuerdo a los ensayos en laboratorio y simulaciones en ANSYS Fluent para un caudal de 1,37 (L/s) en el obstáculo 1. ....	84
Tabla 5.2: Valores medios de acuerdo a los ensayos en laboratorio y simulaciones en ANSYS Fluent para un caudal de 1,57 (L/s) en el obstáculo 2. ....	85
Tabla 5.3: Porcentaje de error obtenido de las 16 comparaciones. ....	87

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
<hr style="border: 1px solid black;"/>	
Ilustración 2.1: Aliviadero tipo lámina vertiente .....	6
Ilustración 2.2: Aliviadero tipo caída libre. ....	7
Ilustración 2.3: Aliviadero tipo abanico. ....	7
Ilustración 2.4: Aliviadero tipo canal lateral. ....	8
Ilustración 2.5: Aliviadero tipo embudo. ....	8
Ilustración 2.6: Aliviadero tipo sifón. ....	9
Ilustración 2.7: Aliviadero tipo rápido disipador. ....	9
Ilustración 2.8: Clasificación de tipos de fluidos. ....	13
Ilustración 2.9: Sección transversal de un cauce dividida en franjas. ....	16
Ilustración 3.1: Geometría del canal. ....	27
Ilustración 3.2: Ventana principal de ANSYS Workbench. ....	28
Ilustración 3.3: Toolbox y nuevo proyecto en Fluid Flow (Fluent) .....	29
Ilustración 3.4: Caja de herramientas de Fluid Flow (Fluent). ....	30
Ilustración 3.5: Lista de actividades realizadas en ANSYS Workbench. ....	31
Ilustración 3.6: Ventana DesignModeler .....	32
Ilustración 3.7: Tree Outline. ....	33
Ilustración 3.8: Sketching Toolboxes (Caja de herramientas para el bosquejo de geometrías).....	33
Ilustración 3.9: Caja de herramientas para el dimensionado de geometrías. ....	34

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
Ilustración 3.10: Geometría generada.....	35
Ilustración 3.11: Geometría en 3D. ....	35
Ilustración 3.12: Selección del material.....	36
Ilustración 3.13: Selección de aplicación de mallado. ....	37
Ilustración 3.14: Ventana de la aplicación de mallado. ....	37
Ilustración 3.15: Asignación de nombre a secciones. ....	38
Ilustración 3.16: Ventana para asignar nombres. ....	38
Ilustración 3.17: Geometría con nombres asignados .....	39
Ilustración 3.18: Geometría mallada. ....	39
Ilustración 3.19: Opciones de puesta en marcha.....	40
Ilustración 3.20: Ventana ANSYS Fluent. ....	41
Ilustración 3.21: Ventana General de opciones. ....	42
Ilustración 3.22: Activación de la Ecuación de la Energía. ....	42
Ilustración 3.23: Proceso de creación de materiales. ....	43
Ilustración 3.24: Elección de un nuevo material. ....	44
Ilustración 3.25: Selección del material que circulará por la superficie.....	44
Ilustración 3.26: Solution Initialization. ....	45
Ilustración 3.27: Histograma de la simulación. ....	46
Ilustración 3.28: Selección de visualización de resultados. ....	47

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
Ilustración 3.29: Turbulencia generada por el fluido .....	47
Ilustración 3.30: Ventana de Resultados. ....	48
Ilustración 3.31: Opción Vector de visualización. ....	48
Ilustración 3.32: Visualización de vectores del flujo del fluido. ....	49
Ilustración 3.33: Interacción del fluido con su contorno. ....	50
Ilustración 3.34: Opción Aerodinámica. ....	50
Ilustración 3.35: Animación 1 del flujo del fluido. ....	51
Ilustración 3.36: Animación 2, del flujo del fluido y turbulencia. ....	51
Ilustración 4.1: Sistema experimental en laboratorio. ....	52
Ilustración 4.2: Caudalímetro .....	53
Ilustración 4.3: Válvulas para el control del fluido. ....	53
Ilustración 4.4: Obstáculo 1. ....	54
Ilustración 4.5: Obstáculo 2. ....	55
Ilustración 4.6: Perfil de lámina de agua con caudal de 3,26 (L/s) .....	57
Ilustración 4.7: Perfil de lámina de agua con caudal de 3,24 (L/s) .....	57
Ilustración 4.8: Geometría y dimensiones del obstáculo 1. ....	58
Ilustración 4.9: Geometría y dimensiones del obstáculo 2. ....	59
Ilustración 4.10: Geometría del obstáculo 1 separada en secciones. ....	59
Ilustración 4.11: Geometría del obstáculo 2 separada en secciones. ....	60

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
Ilustración 4.12: Partes de la geometría del obstáculo 1.....	60
Ilustración 4.13: Partes de la geometría del obstáculo 2.....	61
Ilustración 4.14: Malla del obstáculo 1.....	61
Ilustración 4.15: Malla del obstáculo 2.....	62
Ilustración 4.16: Selección de las fases que tendrá el problema de estudio.....	63
Ilustración 4.17: Selección del modelo de viscosidad.....	63
Ilustración 4.18: Definición del fluido que corresponde a cada fase.....	64
Ilustración 4.19: Condiciones de contorno para la entrada del fluido.....	65
Ilustración 4.20: Ingreso de los valores de la condición de contorno de entrada.....	65
Ilustración 4.21: Indicación para el ingreso solo de agua en la entrada.....	67
Ilustración 4.22: Indicación de salida pero no entrada de agua.....	67
Ilustración 4.23: Representación de pendiente de 3,5%.....	68
Ilustración 4.24: Representación de pendiente de 2,05%.....	68
Ilustración 4.25: Activación de la gravedad e ingreso de traslación.....	69
Ilustración 4.26: Configuración de discretización de segundo orden.....	70
Ilustración 4.27: Configuración de inicialización.....	71
Ilustración 4.28: Configuración de coordenadas de inundación.....	72
Ilustración 4.29: Configuración de inundacion.....	72
Ilustración 4.30: Configuración de la representación del canal inundado.....	73

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
Ilustración 4.31: Zona inundada del canal. ....	73
Ilustración 4.32: Configuración de los criterios de convergencia. ....	74
Ilustración 4.33: Cálculo del flujo másico. ....	75
Ilustración 4.34: Función de monitorización del caudal másico. ....	76
Ilustración 4.35: Configuración de monitorización. ....	77
Ilustración 4.36: Desarrollo de simulaciones mediante gráficos. ....	78
Ilustración 4.37: Resultado de la simulación. ....	78
Ilustración 4.38: Creación de una nueva interfaz. ....	79
Ilustración 4.39: Configuración de la representación de la interfaz. ....	80
Ilustración 4.40: Configuración de gráficos. ....	81
Ilustración 4.41: Gráfico representado por el programa. ....	81
Ilustración 4.42: Gráfico ajustado de la zona del aliviadero. ....	82
Ilustración 4.43: Guardado de imágenes. ....	82