



Memoria del proyecto para optar al Título de  
Ingeniero Civil Oceánico

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN DE  
UN PUERTO DE GRAN ESCALA EN LA QUINTA REGIÓN.**

**Ives Barrientos Arteaga**

Septiembre 2018

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN DE UN PUERTO DE GRAN ESCALA EN LA QUINTA REGIÓN.**

Ives Barrientos Arteaga

**COMISIÓN REVISORA**

**NOTA**

**FIRMA**

SERGIO BIDART.

Profesor guía

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

FELIPE CASELLI.

Docente

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

JAIME LEYTON.

Docente

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## **Declaración**

Este trabajo, o alguna de sus partes, no han sido presentados anteriormente en la Universidad de Valparaíso, institución universitaria chilena o extranjera u organismo de carácter estatal, 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.

# **INDICE**

<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS</b> .....	9
<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b> .....	11
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	12
<b>RESUMEN</b> .....	14
<b>1 INTRODUCCIÓN</b> .....	15
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	16
<b>2.1 OBJETIVOS GENERALES</b> .....	16
2.1.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	16
<b>3 MARCO TEÓRICO</b> .....	17
<b>3.1 MIRADA GENERAL DE LA INDUSTRIA DEL TRANSPORTE MARÍTIMO</b> .....	17
<b>3.2 SITUACIÓN ACTUAL DEL TRÁFICO MARÍTIMO EN EL MUNDO</b> .....	18
3.2.1 TERMINALES PORTUARIOS MÁS IMPORTANTES DEL MUNDO .....	19
<b>3.3 TONELAJE EXPORTADO E IMPORTADO EN CHILE POR CONTINENTE</b> .....	20
<b>3.4 TONELAJE IMPORTADO EN CHILE</b> .....	22
3.4.1 TONELAJE IMPORTADO POR PAÍS DE DESTINO DURANTE EL 2015 .....	23
<b>3.5 TONELAJE EXPORTADO EN CHILE</b> .....	24
3.5.1 TONELAJE EXPORTADO POR PAÍS DE DESTINO DURANTE EL 2015 .....	25
<b>3.6 TRÁFICO DE CARGA POR CABOTAJE EN CHILE</b> .....	26
3.6.1 TRÁFICO DE CARGA POR CABOTAJE EN LOS PUERTO DE CHILE .....	27
<b>3.7 TRÁFICO DE CARGA CONTENERIZADA ALREDEDOR DEL MUNDO</b> .....	28
<b>3.8 CARGA CONTENERIZADA EN CHILE</b> .....	29
3.8.1 TRÁFICO DE CARGA CONTENERIZADA EN LOS PUERTOS DE CHILE .....	30
<b>3.9 EVOLUCIÓN DE LOS BUQUES PORTACONTENEDORES</b> .....	31
<b>3.10 ANÁLISIS DE DESICIÓN MULTICRITERIOS PARA LA TOMA DE DESICIONES</b> .....	33
<b>3.11 PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)</b> .....	35
3.11.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA METODOLOGÍA AHP .....	37
3.11.2 BASE MATEMÁTICA DEL AHP .....	38
3.11.3 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA Y SENSIBILIDAD .....	41
<b>3.12 PROCESO INVESTIGATIVO</b> .....	42
3.12.1 POBLACIÓN .....	42
3.12.2 TIPOS DE MUESTRAS .....	42
3.12.3 TIPOS DE MUESTREO NO PRABABILÍSTICOS .....	42

3.12.4 TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	43
3.12.5 ENCUESTA ONLINE.....	44
<b>4 METODOLOGÍA.....</b>	<b>45</b>
<b>4.1 METODOLOGÍA DE TRABAJO.....</b>	<b>45</b>
<b>4.2 METODOLOGÍA DE VALORIZACIÓN DE ATRIBUTOS.....</b>	<b>46</b>
<b>4.3 ELABORACIÓN DE LA ENCUESTA.....</b>	<b>47</b>
4.3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	47
4.3.1 CONFECCIÓN DE LA ENCUESTA.....	47
4.3.2 DEFINICIÓN DE LA POBLACIÓN.....	47
4.3.3 DEFINICIÓN DE LA MUESTRA.....	48
4.3.4 TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	48
<b>5 CARACTERÍSTICA DE LA ZONA DE VALPARAÍSO.....</b>	<b>49</b>
<b>5.1 ANTECEDENTES DE VALAPARAÍSO.....</b>	<b>49</b>
5.1.1 RESEÑA HISTÓRICA DEL PUERTO DE VALPARAÍSO.....	49
5.1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA CIUDAD DE VALPARAÍSO.....	50
<b>5.2 CONDICIONES MARÍTIMAS DE LA BAHÍA DE VALPARAÍSO.....</b>	<b>51</b>
5.2.1 CONDICIONES DE OLEAJE EN AGUAS PROFUNDAS.....	51
5.2.2 OLEAJE EXTREMAL.....	54
5.2.3 OLEAJE MEDIO U OPERACIONAL.....	57
5.2.4 BATIMETRÍA.....	60
5.2.5 CORRIENTES MARÍTIMAS Y TRANSPORTE DE SEDIMENTO.....	62
<b>5.3 RUTAS DE ACCESO A VALPARAISO.....</b>	<b>64</b>
5.3.1 ACCESOS VIALES A LA CIUDAD DE VALPARAÍSO.....	64
5.3.2 RUTAS DIRECTAS AL PUERTO DE VALPARAÍSO.....	66
5.3.2 ACCESO FERROVIARIO AL PUERTO DE VALPARAÍSO.....	68
<b>5.4 MOVIMIENTO DE CARGA EN EL PUERTO DE VALPARAÍSO.....</b>	<b>69</b>
5.4.1 TONELAJE TOTAL MOVILIZADO POR CONTENEDORES EN EL PUERTO DE VALPARAÍSO.....	69
5.4.2 TONELAJE TOTAL EXPORTADO POR CONTENEDORES EN EL PUERTO DE VALPARAÍSO.....	70
5.4.3 TONELAJE TOTAL IMPORTADO POR CONTENEDORES EN EL PUERTO VALPARAÍSO.....	71
5.4.4 NÚMERO DE CONTENEDORES MOVILIZADOS POR EL PUERTO DE VALPARAÍSO.....	72
<b>5.5 ANÁLISIS DE LA ENCUESTA CIUDAD – PUERTO.....</b>	<b>73</b>
<b>5.6 ANÁLISIS DE INDICADORES ESTUDIO CIUDAD - PUERTO.....</b>	<b>73</b>
5.6.1 CARACTERÍSTICAS SOCIO-DEMOGRÁFICAS DE LOS ENCUESTADOS.....	73
5.6.2 RESULTADOS SOBRE LA ACTIVIDAD PORTUARIA.....	76
5.6.3 RESULTADOS DE PERCEPCIÓN SOBRE LA CONSTRUCCIÓN DEL PUERTO DE GRAN ESCALA.....	85
<b>6 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE SAN ANTONIO.....</b>	<b>89</b>

<b>6.1 ANTECEDENTES DE SAN ANTONIO.....</b>	<b>89</b>
6.1.1 RESEÑA HISTÓRICA DEL PUERTO DE SAN ANTONIO.....	89
6.1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE SAN ANTONIO.....	90
<b>6.2 CONDICIONES MARÍTIMAS DE LA BAHÍA DE SAN ANTONIO.....</b>	<b>91</b>
6.2.1 CONDICIONES DE OLEAJE EN AGUAS PROFUNDAS.....	91
6.2.2 OLEAJE EXTREMAL.....	94
6.2.3 OLEAJE MEDIO U OPERACIONAL.....	96
6.2.4 BATIMETRÍA.....	99
6.2.5 CORRIENTES MARÍTIMAS Y TRANSPORTE DE SEDIMENTO EN LA BAHÍA DE SAN ANTONIO.....	101
<b>6.3 RUTAS DE ACCESO A SAN ANTONIO.....</b>	<b>102</b>
6.3.1 ACCESOS VIALES A LA CIUDAD DE SAN ANTONIO.....	102
6.3.2 RUTAS DIRECTAS AL PUERTO DE SAN ANTONIO.....	104
6.3.3 ACCESO FERROVIARIO AL PUERTO DE SAN ANTONIO.....	105
<b>6.4 MOVIMIENTO DE CARGA EN EL PUERTO DE SAN ANTONIO.....</b>	<b>106</b>
6.4.1 TONELAJE TOTAL MOVILIZADO POR CONTENEDORES EN EL PUERTO DE SAN ANTONIO.....	106
6.4.2 TONELAJE TOTAL EXPORTADO POR CONTENEDORES EN EL PUERTO DE SAN ANTONIO.....	107
6.4.3 TONELAJE TOTAL IMPORTADO POR CONTENEDORES EN EL PUERTO DE SAN ANTONIO.....	108
6.4.4 NÚMERO DE CONTENEDORES MOVILIZADOS EN EL PUERTO DE SAN ANTONIO.....	109
<b>6.5 ANÁLISIS DE LA ENCUESTA CIUDAD – PUERTO.....</b>	<b>110</b>
<b>6.6 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA ENCUESTA.....</b>	<b>110</b>
6.6.1 CARACTERÍSTICAS SOCIO-DEMOGRÁFICAS DE LOS ENCUESTADOS.....	110
6.6.2 RESULTADOS SOBRE LA ACTIVIDAD PORTUARIA.....	113
6.6.3 RESULTADOS DE PERCEPCIÓN SOBRE LA CONSTRUCCIÓN DEL PUERTO DE GRAN ESCALA.....	122
<b>7. REVISIÓN Y COMPARACIÓN DE LOS ATRIBUTOS ASOCIADOS AL PROYECTO.....</b>	<b>126</b>
<b>7.1 ORIENTACIÓN DE LA BAHÍA.....</b>	<b>126</b>
7.1.1 DESCRIPCIÓN DE LAS BAHÍAS.....	126
7.1.2 CONDICIONES DE OLEAJE EN LAS BAHÍAS.....	128
<b>7.2 CLIMA EXTREMO (OLEAJE DE DISEÑO).....</b>	<b>131</b>
<b>7.3 CLIMA MEDIO (OLEAJE OPERACIONAL).....</b>	<b>133</b>
<b>7.4 CONDICIONES BATIMÉTRICAS.....</b>	<b>135</b>
<b>7.5 TRANSPORTE DE SEDIMENTO.....</b>	<b>137</b>
<b>7.6 ACCESOS VIALES.....</b>	<b>140</b>
<b>7.7 PEAJES POR USO DE CARRETERAS.....</b>	<b>142</b>

<b>7.8 ACCESO FERROVIARIO.....</b>	<b>143</b>
<b>7.9 TONELAJE DE CONTENEDORES MOVILIZADOS. ....</b>	<b>145</b>
7.9.1 PROYECCIÓN DEL TRÁFICO DE CONTENEDORES.....	146
<b>7.10 NÚMERO DE CONTENEDORES MOVILIZADOS.....</b>	<b>148</b>
<b>7.11 IMPACTO CIUDAD – PUERTO (PROYECTO DE EXPANSIÓN PORTUARIA P.G.E).....</b>	<b>150</b>
<b>8 PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>154</b>
8.1 RESULTADOS DE VALORIZACIÓN DE LOS ATRIBUTOS.....	155
8.2 RESULTADOS DE ANALISIS A.H.P. ....	156
<b>9 CONCLUSIONES.....</b>	<b>158</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>160</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>166</b>
<b>ANEXO 1 PORCENTAJE DE CARGA EN TEU ASOCIADA POR CONTINENTE,     SEGÚN LOS 100 PUERTOS MÁS GRANDES DEL MUNDO.....</b>	<b>166</b>
<b>ANEXO 2 LISTADO DE LOS 100 PUERTOS MÁS IMPORTANTES DEL MUNDO... ..</b>	<b>167</b>
<b>ANEXO 3 VARIACIÓN DE CARGA MOVILIZADA POR CONTINENTE DURANTE EL     PERIODO 2014 – 2015.....</b>	<b>168</b>
<b>ANEXO 4 TONELAJE EXPORTADO E IMPORTADO SEGÚN VÍA DE TRANSPORTE     PERIODO 2012 – 2015.....</b>	<b>169</b>
<b>ANEXO 5 TRÁFICO SEGÚN TIPO DE CARGA A NIVEL MUNDIAL DURANTE EL     2015.....</b>	<b>170</b>
<b>ANEXO 6 NÚMERO DE CONTENEDORES MOVILIZADOS EN CHILE DURANTE EL     2015.....</b>	<b>171</b>
<b>ANEXO 7 LISTADO DE PARTICIPANTES EN EL METODO DE DELPHI.....</b>	<b>172</b>
ANEXO 7.1 LISTADO DE PARTICIPANTES EN EL METODO DE DELPHI.....	172
<b>ANEXO 8 SERIE DE TIEMPO DE ALTURA SIGNIFICATIVAS EN VALPARAÍSO. ...</b>	<b>173</b>
<b>ANEXO 9 ROSA DE OLEAJE VALPARAÍSO.....</b>	<b>173</b>
<b>ANEXO 10 LISTADO DE EVENTOS EXTREMOS EN VALPARAÍSO DIRECCION SSW     Y NNW. ....</b>	<b>174</b>
<b>ANEXO 11 FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN EXTREMA DE OLEAJE DIRECCIÓN SSW     Y NNW VALPARAISO. ....</b>	<b>175</b>
<b>ANEXO 12 ROSA DE OLEAJE VALPARAÍSO NODO A .....</b>	<b>176</b>
<b>ANEXO 13 PATRÓN DE CORRIENTES DE CIRCULACIÓN, DIRECCION NW. ....</b>	<b>177</b>
<b>ANEXO 14 RUTAS DE ACCESOS VIALES VALPARAÍSO.....</b>	<b>178</b>
ANEXO 14.1 RUTA DE CONEXIÓN SANTIAGO – VALPARAÍSO. ....	178
ANEXO 14.2 RUTA DE CONEXIÓN PASO LOS LIBERTADORES - VALPARAISO .....	178

ANEXO 14.3 RUTA DE CONEXIÓN LOS ANDES – VALPARAÍSO. ....	179
ANEXO 14.4 RUTA DE CONEXIÓN SAN FERNANDO – VALPARAÍSO. ....	179
<b>ANEXO 15 TRANSFERENCIA CONTENERIZADA EN EL PUERTO DE VALPARAÍSO 2011 – 2015. ....</b>	<b>180</b>
<b>ANEXO 16 ROSA DE OLEAJE AGUAS PROFUNDAS, FUGRO. ....</b>	<b>181</b>
<b>ANEXO 17 GRÁFICO POLAR DE DISPERSIÓN DE EVENTOS EXTREMOS EN SAN ANTONIO. ....</b>	<b>181</b>
<b>ANEXO 18 ROSA DE OLEAJE EN AGUAS SOMERAS, PUNTO OU – N8 SAN ANTONIO. ....</b>	<b>182</b>
<b>ANEXO 19 PATRONES DE CORRIENTES EN SAN ANTONIO, DIRECCIONES N Y NNW. ....</b>	<b>183</b>
<b>ANEXO 20 MAPA DE DISTRIBUCIÓN DEL TRANSPORTE DE SEDIMENTO EN LA BAHÍA DE SAN ANTONIO. ....</b>	<b>184</b>
<b>ANEXO 21 RUTAS DE ACCESOS VIALES A SAN ANTONIO. ....</b>	<b>185</b>
ANEXO 21.1 RUTA DE CONEXIÓN SANTIAGO – SAN ANTONIO. ....	185
ANEXO 21.2 RUTA DE CONEXIÓN PASO LOS LIBERTADORES – SAN ANTONIO. ....	185
ANEXO 21.3 RUTA DE CONEXIÓN PASO LOS LIBERTADORES – SAN ANTONIO. ....	186
ANEXO 21.4 RUTA DE CONEXIÓN SAN FERNANDO – SAN ANTONIO. ....	186
<b>ANEXO 22 TRANSFERENCIA CONTENERIZADA DEL PUERTO SAN ANTONIO 2011 – 2015. ....</b>	<b>187</b>
<b>ANEXO 23 PROPAGACIÓN DE OLEAJE VALPARAÍSO Y SAN ANTONIO DIRECCIÓN NNW. ....</b>	<b>188</b>
<b>ANEXO 24 PROPAGACIÓN DE OLEAJE VALPARAÍSO Y SAN ANTONIO DIRECCIÓN NW Y SW. ....</b>	<b>189</b>
<b>ANEXO 25 PERFILES BATIMÉTRICOS VALPARAÍSO Y SAN ANTONIO. ....</b>	<b>190</b>
<b>ANEXO 26 TRAZADO DE PLANTA DEL NUEVO ACCESO SUR POR AVENIDA LA PLAYA. ....</b>	<b>191</b>
<b>ANEXO 27 COMPARACIÓN TONELAJE EXPORTE E IMPORTADO EN LOS PUERTOS DE VALPARAÍSO Y SAN ANTONIO. ....</b>	<b>192</b>



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Tráfico de carga contenerizada en el mundo durante el 2015.....	19
Gráfico 2 Tonelaje exportado e importado según continente en Chile.....	21
Gráfico 3 Tonelaje movilizado en importaciones 2006 - 2015.....	22
Gráfico 4 Tonelaje importado por país de destino 2015 .....	23
Gráfico 5 Tonelaje movilizado en exportaciones 2006 - 2015 .....	24
Gráfico 6 Tonelaje exportado por país de destino 2015.....	25
Gráfico 7 Tonelaje movilizado por tipo de carga 2006 – 2015 en Chile.....	26
Gráfico 8 Tráfico marítimo por cabotaje en Chile.....	27
Gráfico 9 Tráfico marítimo mundial de carga contenerizada .....	28
Gráfico 10 Tonelaje movilizado por contenedores en Chile durante 2006 - 2015.....	29
Gráfico 11 Tonelaje movilizado por contenedores en Chile durante 2015 .....	30
Gráfico 12 Evolución de buques portacontenedores entre 1960 - 2015.....	31
Gráfico 13 Esquema de evaluación de factores.....	45
Gráfico 14 Distribución de población en la provincia de Valparaíso. ....	50
Gráfico 15 Función de distribución extrema de oleaje, dirección WSW.....	54
Gráfico 16 Función de distribución extrema de oleaje, dirección WNW.....	54
Gráfico 17 Tonelaje total movilizado por contenedores en Valparaíso 2011 -2015 .....	69
Gráfico 18 Tonelaje total exportado por contenedores en Valparaíso 2011 -2015 .....	70
Gráfico 19 Tonelaje total importado por contenedores en Valparaíso .....	71
Gráfico 20 Número de contenedores movilizados en el Puerto de Valparaíso. ....	72
Gráfico 21 Distribución de los encuestados por rango etario.....	73
Gráfico 22 Distribución de los encuestados por nivel educacional .....	74
Gráfico 23 Distribución de los encuestados por género. ....	75
Gráfico 24 Distribución de los encuestados por tipo de ocupación. ....	75
Gráfico 25 Distribución de los encuestados por percepción de la ciudad. ....	76
Gráfico 26 Distribución de los encuestados por percepción de la actividad portuaria. ....	77
Gráfico 27 Distribución de los encuestados sobre las actividades que generan mayor desarrollo y las actividades que se deben potenciar. ....	79
Gráfico 28 Distribución de los encuestados sobre el conocimiento de la actividad comunitaria de E.P.V. ....	81
Gráfico 29 Distribución de los encuestados sobre las actividades comunitarias que conocen.....	82
Gráfico 30 Evaluación de la participación de E.P.V en las actividades comunitarias.....	84
Gráfico 31 Distribución de los encuestados sobre el conocimiento del P.G.E.....	85
Gráfico 32 Distribución de los encuestados sobre la opinión de la construcción del P.G.E. ....	86
Gráfico 33 Distribución de los encuestados sobre el grado de preocupación que generaría la construcción del P.G.E.....	87
Gráfico 34 Distribución de población en la provincia de San Antonio.....	90
Gráfico 35 Función de distribución extrema de oleaje, dirección SW. ....	94
Gráfico 36 Función de distribución extrema de oleaje, dirección NW .....	94
Gráfico 37 Valores de Hs y Tp en los eventos de máximos anuales .....	95
Gráfico 38 Tonelaje total movilizado por contenedores en San Antonio.....	106
Gráfico 39 Tonelaje exportado por contenedores en el Puerto de San Antonio.....	107

Gráfico 40 Tonelaje total importado por contenedores en San Antonio. ....	108
Gráfico 41 Numero de contendores movilizados en San Antonio. ....	109
Gráfico 42 Distribución de los encuestados sobre el rango etario. ....	110
Gráfico 43 Distribución de los encuestados por nivel educacional. ....	111
Gráfico 44 Distribución de los encuestados por genero. ....	112
Gráfico 45 Distribución de los encuestados por tipo de ocupación. ....	112
Gráfico 46 Distribución de los encuestados por percepción de la ciudad. ....	113
Gráfico 47 Distribución de los encuestados por percepción de la actividad portuaria. ....	114
Gráfico 48 Distribución de los encuestados sobre las actividad que generan mayor desarrollo y las actividades que se deben potenciar. ....	116
Gráfico 49 Distribución de los encuestados sobre las actividades comunitarias de E.P.S.A que conocen. ....	118
Gráfico 50 Distribución de los encuestados sobre qué actividades comunitarias de E.P.S.A conocen. ....	119
Gráfico 51 Evaluación de la participación de E.P.S.A en las actividades comunitarias. ....	121
Gráfico 52 Distribución de los encuestados sobre el conocimiento del P.G.E. ....	122
Gráfico 53 Distribución de los encuestados sobre la opinión de la construcción del P.G.E. ....	123
Gráfico 54 Distribución de los encuestados sobre el grado de preocupación que generaría la construcción del P.G.E. ....	124
Gráfico 55 Tonelaje movilizado por contenedores en los puertos de Valparaíso y San Antonio ...	145
Gráfico 56 Comparación del número de contenedores movilizados por los puertos de Valparaíso y San Antonio. ....	149
Gráfico 57 Comparación entre el puerto de Valparaíso y San Antonio sobre la existencia del P.G.E. ....	151
Gráfico 58 Comparación entre el puerto de Valparaíso y San Antonio sobre la construcción del P.G.E. ....	151
Gráfico 59 Porcentaje de carga en TEU asociada a cada continente respecto a los 100 terminales más importantes. ....	166
Gráfico 60 Tonelaje importado en comercio exterior según vía de transporte. ....	169
Gráfico 61 Tonelaje exportado en comercio exterior según vía de transporte. ....	169
Gráfico 62 Tráfico de carga a nivel mundial durante el 2015. ....	170
Gráfico 63 Número de contenedores movilizados en los puertos Chilenos. ....	171
Gráfico 64 Distribución de los expertos por nivel educacional. ....	172
Gráfico 65 Serie de alturas significativas en aguas profundas, Nodo Valparaíso. ....	173
Gráfico 66 Rosa de oleaje Nodo Valparaíso. ....	173
Gráfico 67 Función de distribución extrema de oleaje, dirección SSW Valparaíso. ....	175
Gráfico 68 Función de distribución extrema de oleaje, dirección NNW Valparaíso. ....	175
Gráfico 69 Rosa de oleaje, nodo A Valparaíso. ....	176
Gráfico 70 Polar de oleaje evento extremo San Antonio. ....	181
Gráfico 71 Rosa de oleaje en aguas someras, punto OU - N8 San Antonio. ....	182
Gráfico 72 Perfil batimétrico Valparaíso. ....	190
Gráfico 73 Perfil batimétrico San Antonio. ....	190
Gráfico 74 Comparación tonelaje exportado entre el puerto de Valparaíso y San Antonio. ....	192
Gráfico 75 Comparación tonelaje importado entre el puerto de Valparaíso y San Antonio. ....	192

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Vía tráfico marítimo, vista por satélite 2003.....	18
Ilustración 2 Crecimiento de Portacontenedores en 50 años.....	32
Ilustración 3 Ubicación nodo Valparaíso 33° S 73° W.....	51
Ilustración 4 Fotografía nodos de interés.....	57
Ilustración 5 Batimetría Bahía de Valparaíso 1.....	60
Ilustración 6 Batimetría Bahía de Valparaíso 2.....	61
Ilustración 7 Corrientes de circulaciones mareales.....	62
Ilustración 8 Ruta de acceso Sur.....	66
Ilustración 9 Ruta de Acceso Barón.....	67
Ilustración 10 Ruta Ferroviaria Valparaíso - Santiago.....	68
Ilustración 11 Ubicación boya FUGRO.....	91
Ilustración 12 Ubicación nodos.....	96
Ilustración 13 Batimetría Bahía de San Antonio 1.....	99
Ilustración 14 Batimetría Bahía de San Antonio 1.....	100
Ilustración 15 Ruta de acceso Sur.....	104
Ilustración 16 Ruta de acceso Norte.....	104
Ilustración 17 Acceso ferroviario Puerto San Antonio.....	105
Ilustración 18 Bahía de Valparaíso.....	126
Ilustración 19 Bahía de San Antonio.....	127
Ilustración 20 Propagación de oleaje dirección NW.....	128
Ilustración 21 Propagación de oleaje dirección W.....	129
Ilustración 22 Propagación de oleaje dirección SW.....	130
Ilustración 23 Batimetría por líneas de contorno Valparaíso.....	135
Ilustración 24 Batimetría por líneas de contorno Valparaíso.....	136
Ilustración 25 Patrón de corriente de circulación, Dirección NW.....	177
Ilustración 26 Ruta de conexión Santiago - Valparaíso.....	178
Ilustración 27 Ruta de conexión Paso los Libertadores - Valparaíso.....	178
Ilustración 28 Ruta de conexión Los Andes – Valparaíso.....	179
Ilustración 29 Ruta de conexión San Fernando- Valparaíso.....	179
Ilustración 30 Rosa de oleaje en aguas profundas, FUGRO.....	181
Ilustración 31 Patrón de corriente, dirección N.....	183
Ilustración 32 Patrón de corriente, dirección NNW.....	183
Ilustración 33 Mapa de distribución del Transporte de sedimento en la bahía de San Antonio....	184
Ilustración 34 Ruta de conexión Santiago – San Antonio.....	185
Ilustración 35 Ruta de conexión Paso los Libertadores – San Antonio.....	185
Ilustración 36 Ruta de conexión Paso los Libertadores – San Antonio.....	186
Ilustración 37 Ruta de conexión San Fernando - San Antonio.....	186
Ilustración 38 Propagación de oleaje NNW Valparaíso.....	188
Ilustración 39 Propagación de oleaje NNW San Antonio.....	188
Ilustración 40 Propagación de oleaje Bahía Valparaíso Altura - Dirección.....	189
Ilustración 41 Propagación de oleaje Bahía San Antonio Altura - Dirección.....	189
Ilustración 42 Trazado de planta del nuevo acceso Sur por avenida la Playa.....	191

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Intercambio comercial por continente (En millones de US\$).....	20
Tabla 2 Escala de Saaty.....	38
Tabla 3 Valores de Z para niveles de confianza.....	44
Tabla 4 Tabla de incidencia Altura – Dirección en aguas profundas Valparaíso.....	52
Tabla 5 Tabla de incidencia Altura - Periodo en aguas profundas.....	53
Tabla 6 Listado de los máximos eventos WSW Valparaíso.....	55
Tabla 7 Listado de los máximos eventos WNW Valparaíso.....	56
Tabla 8 Tabla de incidencia Altura – Dirección en aguas someras Valparaíso.....	58
Tabla 9 Tabla de incidencia Altura – Periodo en aguas someras Valparaíso.....	59
Tabla 10 Ruta de conexión Santiago - Valparaíso.....	64
Tabla 11 Ruta de conexión Los Libertadores - Valparaíso.....	64
Tabla 12 Ruta de conexión Los Andes – Valparaíso.....	65
Tabla 13 Ruta de conexión San Fernando – Valparaíso.....	65
Tabla 14 Información técnica estación Barón.....	68
Tabla 15 Tabla de incidencia Altura - Dirección en aguas profundas San Antonio.....	92
Tabla 16 Tabla de incidencia Altura - Periodo, aguas profundas San Antonio.....	93
Tabla 17 Tabla de incidencia Altura - Dirección en aguas someras San Antonio.....	97
Tabla 18 Tabla de incidencia Altura – Periodo en aguas someras San Antonio.....	98
Tabla 19 Escenarios meteorológicos simulados y máximas corrientes obtenidas.....	101
Tabla 20 Ruta de conexión Santiago - San Antonio.....	102
Tabla 21 Ruta de conexión Los Libertadores - Valparaíso.....	102
Tabla 22 Ruta de conexión Los Andes – Valparaíso.....	103
Tabla 23 Ruta de conexión San Fernando – Valparaíso.....	103
Tabla 24 Información técnica estación Barranas.....	105
Tabla 25 Análisis extremal en el punto de interés (Valparaíso).....	131
Tabla 26 Análisis extremal en el punto de interés (San Antonio).....	132
Tabla 27 Comparación tablas de incidencia Valparaíso - San Antonio.....	133
Tabla 28 Velocidad de corrientes obtenidas en Valparaíso.....	137
Tabla 29 Velocidad de corrientes obtenidas en San Antonio.....	138
Tabla 30 Rutas de conectividad con los principales Hinterland en la zona central.....	140
Tabla 31 Precios peajes horarios Valle y Punta Valparaíso y San Antonio.....	142
Tabla 32 Carga movilizada por vía férrea Valparaíso y San Antonio en 2016.....	143
Tabla 33 Tipo de cargas y servicios de cada estación Valparaíso y San Antonio.....	144
Tabla 34 Proyección del tráfico de contenedores en los puertos de Valparaíso y San Antonio.....	146
Tabla 35 número de contenedores movilizados y distribución por contenedores de 20 y 40 pies en los puertos de Valparaíso y San Antonio.....	148
Tabla 36 Comparación entre el puerto de Valparaíso y San Antonio sobre el grado de preocupación que genera en los distintos aspectos, relacionados a la construcción del P.G.E.....	152
Tabla 37 Resultados obtenidos por la encuesta a expertos.....	155
Tabla 38 Peso de cada atributo.....	156
Tabla 39 Factor de ponderación por ciudad para cada atributo.....	156

Tabla 40 Resultados de la comparación entre Valparaíso y San Antonio para definir la ubicación del P.G.E. ....	157
Tabla 41 Top 100 terminales portuarios. ....	167
Tabla 42 variación de exportaciones e importaciones por continente periodo 2014 – 2015 .....	168
Tabla 43 Listado de participantes en el método de Delphi.....	172
Tabla 44 Listado de eventos extremos, SSW Valparaíso.....	174
Tabla 45 Listado de eventos extremos, NNW Valparaíso .....	174
Tabla 46 Transferencia contenerizada del Puerto de Valparaíso 2011 - 2015 .....	180
Tabla 47 Transferencia contenerizada del Puerto de San Antonio 2011 - 2015.....	187

## **RESUMEN**

En el siguiente documento el autor presenta el método de análisis multicriterio A.H.P utilizado para desarrollar un estudio de prefactibilidad técnico de la construcción de un megapuerto en la zona central, estimando la mejor ubicación respecto a los 2 escenarios actuales Valparaíso y San Antonio. Mediante al uso de la metodología de Delphi es factible obtener una valorización de los atributos, para posteriormente aplicar el método multicriterio descrito anteriormente con el cual se establece la ubicación más favorable teniendo en cuenta las ventajas y desventajas de cada uno de los lugares. El documento enfatiza en el detalle y análisis de los atributos y la importancia que tiene la metodología para la resolución de problemas de esta índole. Los resultados muestran que los atributos asociados a las condiciones naturales poseen una alta ponderación, pero atributos de otra índole como la conectividad y la aprobación de la ciudadanía respecto al proyecto, pueden influenciar significativamente en la toma de decisión final, por lo que la ciudad de San Antonio goza de mejores cualidades, alcanzando 52% de preferencia respecto al 48% de Valparaíso.

**Palabras claves:** Selección portuaria, Análisis multicriterio, Proceso analítico jerárquico, Método de Delphi.