



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL  
ESCUELA DE POSTGRADOS EN ADMINISTRACIÓN DE  
EMPRESAS

MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
MAGISTER EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

PLAN DE NEGOCIOS:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE GENERACIÓN DE ENERGÍA  
UNDIMOTRIZ PARA ABASTECER DE ENERGÍA ELÉCTRICA A LA  
PARROQUIA JAMBELÍ, CANTÓN SANTA ROSA, POVINIA DEL  
ORO.

AUTORES:

JAIRO LENIN HERNÁNDEZ ORTIZ

LUIS ERNESTO TOVAR LOO

DIRECTOR:

ING. LUIS CARLÓ PAREDES

GUAYAQUIL - ECUADOR

2015

## **Dedicatorias**

### **Jairo Lenin Hernández Ortiz.**

*Este trabajo no hubiese tenido comienzo ni final sin la ayuda de Dios por su dirección y guía en lo espiritual, en lo terrenal un agradecimiento incondicional al Ab. Engels Chacón por su apoyo en el comienzo de este emprendimiento, a mi hogar, mi esposa Mayito y mi hijo Jairito; a mi familia, papá Gustavo, mamá Isabel, a mis hermanos Inés, Freddy y Mariela; a mis suegros Arturo y Beni, a mis primos Dino y Marielita, que siempre estuvieron presentes con su amor, consejos y apoyo que me hicieron sentir que puedo lograr todo lo que me proponga.*

*A mis compañeros de clases, Jorge López, y Ernesto “Neto” Tovar, por su fuerte apoyo en el proyecto de tesis, quienes en las buenas y en las malas estuvimos apoyándonos para culminar este objetivo.*

### **Luis Ernesto Tovar Loo.**

*Para Sofía, por ser siempre mi más grande motivo.*

## Agradecimientos

A la ESPAÉ y todo su personal docente y administrativo que sin ellos no hubiese sido posible llevar a cabo este curso.

Profesores que nos marcaron con su sabiduría y su enseñanza:

PhD. Virginia Lasso.

PhD. William Loyola.

PhD. Sara Wong.

MSc. Antonio Quezada.

MSc. Francisco Alemán.

Dr. Luis Carló Paredes.

A nuestros compañeros de EMAE XVII, Grupos 4 y 6, Carolina, Tatiana, Pablo, Alexander, Mario, Patricia, Ramón, Miguel, Wilman y Marlon, amigos con quienes compartimos momentos alegres y difíciles.

A las personas que nos apoyaron y motivaron durante el proceso, Eduardo Cervantes, Donato Velasco, Octavio Ugalde, Pablo Suárez, Reymont Castillo, Leonor Vera, Gustavo Cercós, Guillermo Guerrero, Ericka Burgos, Alex Ortega, Martín Andrade, Juli Sánchez, Blanca Marín y Carolina González.

A nuestros asesores externos, quienes tuvieron siempre la disposición de aportar y orientar este proyecto de tesis:

Ing. Mario Pelissero, Ing. Alejandro Haim e Ing. Roberto Tula.

Grupo Undimotriz I+D+i. Departamento de Ingeniería Mecánica. Universidad Técnica Nacional. Facultad Regional Buenos Aires. Argentina.

DI. Rodolfo Silva Casarín.

Desarrollo de tecnologías para el aprovechamiento de la energía del mar.

UNAM. Instituto de Ingeniería. México.

## Abstracto

### La Transición a un Mundo sin petróleo

*“...Un litro de petróleo, destilado por más de cien millones de años de tiempo geológico y antiquísima luz solar contiene energía equivalente a 5 semanas de trabajo duro manual humano....*

*...Podemos convertirlo en una deslumbrante cantidad de materiales, medicina, ropa moderna, computadoras portátiles, toda una serie de cosas diferentes, nos da un retorno de energía que es inimaginable, históricamente...*

*...Hemos basado el diseño de nuestros asentamientos, modelos de negocios, planes de transporte incluso la idea de crecimiento económico, como algunos dirían, en el supuesto de que tendremos esto a perpetuidad, sin embargo cuando damos un paso atrás y miramos a través de la historia, lo que podríamos llamar el período del petróleo, es un período corto en la historia, donde hemos descubierto este material extraordinario y basado alrededor de él toda una forma de vida....*

*...A medida que nos montamos en lo alto de esta montaña de energía, pasamos de una época en que nuestro éxito económico, nuestro sentido de la destreza individual y el bienestar, está directamente relacionado con la cantidad de petróleo que consumimos a un tiempo en que en realidad nuestro grado de dependencia del petróleo es nuestro grado de vulnerabilidad, y está cada vez más claro que no vamos a poder confiar en el hecho de que lo vamos a tener a nuestra disposición para siempre....*

*...Personalmente me siento afortunado de haber vivido la época de petróleo barato, he sido increíblemente afortunado, hemos sido increíblemente afortunados, pero honremos lo que nos ha traído aquí y avancemos desde este punto, porque si nos aferramos a ello y seguimos asumiendo que puede sustentar nuestras opciones, el futuro que se nos presenta es realmente difícil de controlar...*

*...Y por amor y para preservar todo lo que el petróleo ha hecho por nosotros, lo que la era del petróleo ha hecho por nosotros, podemos empezar la creación de un mundo que es mas resiliente, mas nutritivo, en donde nos encontramos en mejor forma, más hábiles y más conectados unos con otros”.*



**Rob Hopkins**

Noviembre, 2009.

Fundador de Movimiento Transición, destinado a crear comunidades independientes de combustibles fósiles.

**Extracto de conferencia TED: Transición a un mundo sin petróleo**

[https://www.ted.com/talks/rob\\_hopkins\\_transition\\_to\\_a\\_world\\_without\\_oil](https://www.ted.com/talks/rob_hopkins_transition_to_a_world_without_oil)

## Prefacio

Es una realidad de que la humanidad depende de la naturaleza para su existencia, y es un hecho que estamos sobreexplotando los recursos disponibles y contaminando nuestro mundo de forma acelerada.

En el año 2000, el investigador de química atmosférica, Paul Crutzen, codescubridor de la destrucción del ozono estratosférico y ganador del premio Nobel de Química, fue el primero en utilizar el término Antropoceno para definir una nueva era geológica, la cual se ha caracterizado por la influencia del comportamiento humano sobre la Tierra y su impacto sobre los ecosistemas terrestres.

El cambio hacia una convivencia más limpia entre el hombre y la naturaleza es no solo necesario sino indispensable. A partir de este punto, podríamos imaginar que los cambios necesarios para lograr esta meta requieren esfuerzos drásticos y urgentes, con altos costos económicos, sociales y políticos. Sin embargo, es posible que estemos a tiempo para realizar esa transición de forma oportuna.

Al respecto, el físico y ambientalista Amory Lovins<sup>1</sup>, experto en política y eficiencia energética, mencionó lo siguiente: “Es un mito de que proteger el ambiente es costoso o de lo contrario ya lo hubiéramos hecho, por lo que el Gobierno necesita que hagamos sacrificios para solucionarlo. Ahora sabemos que la protección ambiental no es solo costosa sino que es rentable. Esto fue un simple error de signo, porque es más barato ahorrar combustible que comprarlo. Del mismo modo, el mito con el petróleo es que querer ahorrar demasiado sería muy costoso o ya lo hubiéramos hecho porque los mercados son esencialmente perfectos. Claro que si esto fuera cierto no habría innovación y nadie podría ganar dinero. Pero lo que ahora sabemos sobre el petróleo es que el Gobierno no tiene que forzarnos para que lo abandonemos, no solo de manera gradual sino por completo. Todo lo contrario, Estados Unidos por ejemplo, puede eliminar por completo el consumo de petróleo y al mismo tiempo rejuvenecer su economía, liderada por sociedades con fines de lucro, porque es mucho más barato ahorrar y reemplazar el petróleo que continuar comprándolo”.

Con el enfoque anterior, se desarrolla la presente tesis, analizando la rentabilidad económica de implementar una tecnología nueva en la “generación de electricidad a base de energía undimotriz”, para la locación remota de Jambelí, cuya sociedad se identifica con la sustentabilidad y la ecología, ya que dependen intrínsecamente del cuidado de sus recursos para prosperar.

---

<sup>1</sup> Lovins, A. (2005). Winning the Oil Endgame. Rocky Mountain Institute.

## Tabla de Contenido

Dedicatorias.....	i
Agradecimientos .....	ii
Abstracto .....	iii
Prefacio .....	iv
Tabla de Contenido .....	v
Lista de Tablas.....	ix
Lista de Ilustraciones .....	xi
<b>Capítulo 1. Presentación de la Empresa y su Producto.</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Misión.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Visión.....</b>	<b>1</b>
<b>1.3 Valores. ....</b>	<b>1</b>
<b>1.4 La energía undimotriz. ....</b>	<b>2</b>
<b>1.5 Funcionamiento del convertidor undimotriz UTN.....</b>	<b>2</b>
<b>Capítulo 2. Análisis de Mercado.</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1 Análisis del Sector.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.1 Análisis de la Oferta. ....</b>	<b>5</b>
<b>2.1.2 Análisis de la Demanda.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2 Análisis del Mercado. ....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.1. Cliente y Producto. ....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.2 Proveedores. ....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.3 Competidores. ....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.4 Diagnóstico del mercado. ....</b>	<b>9</b>
<b>2.3 Definición del Problema Gerencial. ....</b>	<b>10</b>
<b>2.4 Planteamiento de la Investigación.....</b>	<b>10</b>
<b>2.4.1 Entrevista a expertos.....</b>	<b>10</b>
<b>2.4.2 Tabulación de resultados de entrevistas a expertos. ....</b>	<b>16</b>
<b>2.4.3 Fuentes Secundarias.....</b>	<b>18</b>
<b>Capítulo 3. Análisis FODA.</b> .....	<b>20</b>
<b>Capítulo 4. Plan de Marketing.</b> .....	<b>23</b>
<b>4.1 Planteamiento de Objetivos de EEUPAC.....</b>	<b>23</b>
<b>4.1.1 Objetivo general.....</b>	<b>23</b>
<b>4.1.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>23</b>
<b>4.2 Estrategias de la empresa.....</b>	<b>24</b>
<b>4.3 Formulación de Programas, Implementación y Retroalimentación. ....</b>	<b>26</b>

<b>Capítulo 5. Análisis Técnico.</b> .....	27
<b>5.1 Energía y Potencia de las olas.</b> .....	27
<b>5.2 Sistemas de aprovechamiento de la energía de las olas.</b> .....	27
<b>5.2.1 Estado del arte de la energía undimotriz.</b> .....	29
<b>5.2.2 Tecnologías en desarrollo a nivel mundial.</b> .....	31
<b>5.2.3 Tecnologías en desarrollo Sudamérica.</b> .....	31
<b>5.3 Disponibilidad energética en la costa de Ecuador.</b> .....	33
<b>5.4 Análisis de las condiciones de oceánicas en la isla Jambelí.</b> .....	36
<b>5.4.1 Ubicación geográfica.</b> .....	36
<b>5.4.2 Marea.</b> .....	37
<b>5.4.3 Corrientes marinas.</b> .....	38
<b>5.4.4 Dinámica Costera.</b> .....	39
<b>5.4.5 Oleaje.</b> .....	42
<b>5.4.6 Profundidad.</b> .....	46
<b>5.5 Cálculo de la demanda de energía eléctrica en Jambeli.</b> .....	47
<b>5.6 Selección del convertidor undimotriz.</b> .....	49
<b>5.7 Cálculo de la potencia del giro.</b> .....	53
<b>5.8 Usos alternativos del parque undimotriz.</b> .....	55
<b>Capítulo 6. Análisis Administrativo</b> .....	56
<b>6.1 Plan de organización y recursos humanos.</b> .....	56
<b>6.1.1 Concejo de administración – socios.</b> .....	56
<b>6.1.2 Organigrama.</b> .....	56
<b>6.2 Perfil de los puestos.</b> .....	57
<b>6.3 Política retributiva.</b> .....	60
<b>6.3.1 Programas de formación.</b> .....	60
<b>6.3.2 Beneficios Personal y Familiar.</b> .....	60
<b>6.3.3 Programas de Salud Preventivo.</b> .....	61
<b>6.4 Políticas de personal.</b> .....	61
<b>6.4.1 Selección.</b> .....	61
<b>6.4.3 Proceso de Selección.</b> .....	61
<b>6.4.4 Contratación.</b> .....	62
<b>6.4.2 Reclutamiento.</b> .....	62
<b>6.4.5 Formación.</b> .....	62
<b>6.4.6 Motivación.</b> .....	63
<b>Capítulo 7. Análisis Legal</b> .....	65
<b>7.2 Conclusiones.</b> .....	73
<b>Capítulo 8. Análisis Ambiental</b> .....	75

<b>8.1</b>	<b>Tipo de suelos.</b> .....	75
<b>8.2</b>	<b>Hidrografía.</b> .....	76
<b>8.3</b>	<b>Ecosistemas.</b> .....	77
<b>8.4</b>	<b>Especies no maderables.</b> .....	77
<b>8.5</b>	<b>Fauna.</b> .....	78
<b>8.6</b>	<b>Calendario Natural.</b> .....	79
<b>8.7</b>	<b>Principales amenazas ambientales.</b> .....	79
<b>8.8</b>	<b>Propuesta de solución al impacto ambiental.</b> .....	80
<b>8.9</b>	<b>Impactos ambientales de parques undimotrices.</b> .....	81
<b>8.10</b>	<b>Conclusiones.</b> .....	82
<b>Capítulo 9. Análisis Social</b> .....		84
<b>9.1</b>	<b>Diversidad social y género.</b> .....	85
<b>9.1.1</b>	<b>Diversidad religiosa.</b> .....	85
<b>9.1.2.</b>	<b>Dinámica poblacional: migración.</b> .....	86
<b>9.1.3</b>	<b>Actividades productivas.</b> .....	86
<b>9.2</b>	<b>Instituciones, reglas y conductas.</b> .....	87
<b>9.2.1</b>	<b>Instituciones de gobierno.</b> .....	87
<b>9.2.2</b>	<b>Reglas y Conductas.</b> .....	89
<b>9.3</b>	<b>Actores Sociales.</b> .....	90
<b>9.3.1</b>	<b>Centros de estudio.</b> .....	91
<b>9.4</b>	<b>Participación.</b> .....	92
<b>9.5</b>	<b>Riesgo Social.</b> .....	93
<b>9.6</b>	<b>Conclusiones.</b> .....	94
<b>Capítulo 10. Análisis Económico</b> .....		96
<b>10.1</b>	<b>Fases del Proyecto.</b> .....	96
<b>10.2</b>	<b>Concepto de vida útil del proyecto (L).</b> .....	98
<b>10.3</b>	<b>Fase de Construcción del parque undimotriz.</b> .....	100
<b>10.3.1</b>	<b>Estudios preliminares.</b> .....	100
<b>10.3.2</b>	<b>Fabricación y Suministros.</b> .....	101
<b>10.3.3</b>	<b>Construcción e Instalación en mar y tierra.</b> .....	102
<b>10.3.4</b>	<b>Operación y servicio.</b> .....	103
<b>10.3.5</b>	<b>Desmantelamiento.</b> .....	105
<b>10.4</b>	<b>Presupuesto.</b> .....	106
<b>10.4.1</b>	<b>Presupuesto de estudios preliminares.</b> .....	106
<b>10.4.2</b>	<b>Presupuesto de Fabricación y Suministros.</b> .....	107
<b>10.4.3</b>	<b>Presupuesto de Construcción e Instalación en mar y tierra.</b> .....	108
<b>10.5</b>	<b>Gastos.</b> .....	109

10.5.1	Salarios.	109
10.5.2	Gastos fijos de oficina central y taller.	110
10.5.3	Mantenimiento menor.	111
10.5.4	Mantenimientos mayores cada 5 años.	111
10.6	Conclusiones.	112
<b>Capítulo 11. Análisis Financiero</b>		113
11.1	Inversión Inicial.	113
11.2	Financiamiento.	114
11.3	Gastos.	117
11.4	Punto de equilibrio y análisis de sensibilidad.	117
11.5	Balance inicial.	118
11.9	Conclusiones.	123
<b>Capítulo 12. Análisis del Riesgo</b>		124
12.1	Definiciones.	124
12.2	Estructura de Desglose de Riesgos. EDT o RBS.	126
12.3	Beneficios de la Gestión de Riesgos.	126
12.4	Plan de Gestión de Riesgos.	127
12.4.1	Procesos y herramientas de gestión.	128
12.4.2	Rol y responsabilidad de los involucrados.	129
12.4.3	Presupuesto y reservas de costo para la gestión de riesgo.	129
12.4.4	Momento y periodicidad de la gestión.	130
12.4.5	Categorías del riesgo del proyecto.	130
12.4.6	Matriz de Probabilidad e Impacto.	130
12.4.6	Tolerancias de los interesados.	131
12.4.7	Seguimiento, auditorías y métricas.	132
12.5	Conceptos generales de diseño por riesgo en Obras Marítimas.	132
12.5.1	Diseño determinista.	133
12.5.2	Concepto de riesgo.	134
12.5.3	Agentes y acciones.	134
12.5.4	Procedimiento de verificación.	135
<b>Bibliografía</b>		137
<b>Anexo 1. Gastos del parque undimotriz.</b>		140
<b>Anexo 2. Punto de equilibrio del parque undimotriz.</b>		141
<b>Anexo 3. Análisis de sensibilidad del parque undimotriz.</b>		142
<b>Anexo 4. Estado de Resultados del parque undimotriz.</b>		143
<b>Anexo 5. Flujos de caja del parque undimotriz.</b>		144

## Lista de Tablas

Tabla 1. Precios de Generación eléctrica cUSD\$ / kWh.....	5
Tabla 2. Participación de empresas en Regulación 004/11 .....	7
Tabla 3. Banco de preguntas a Directivo empresa eléctrica estatal.....	11
Tabla 4. Banco de preguntas a Consultor medioambiental. ....	12
Tabla 5. Banco de preguntas a Consultor oceanográfico. ....	12
Tabla 6. Entrevista con Directivo de empresa eléctrica estatal. ....	14
Tabla 7. Entrevista con Consultor medioambiental.....	15
Tabla 8. Entrevista con Consultor oceanográfico.....	16
Tabla 9. Resumen del análisis de tendencia central por mes, olas y viento. ....	44
Tabla 10. Hs promedio del swell. ....	44
Tabla 11. Ts del swell.....	45
Tabla 12. Dirección de aproximación del swell. ....	45
Tabla 13. Demanda energía eléctrica Jambelí. Enero 2015. ....	47
Tabla 14. Matriz de Funcionamiento vs. Condiciones oceánicas. ....	50
Tabla 15. Tipos de suelos y productos. ....	76
Tabla 16. Esteros y canales de la isla Jambelí.....	77
Tabla 17. Especies no maderables de la isla Jambelí. ....	78
Tabla 18. Especies maderables de la isla Jambelí. ....	78
Tabla 19. Calendario natural pobladores Jambelí. ....	79
Tabla 20. Número de familias y género en Jambelí. ....	85
Tabla 21. Diversidad religiosa en Jambelí. ....	85
Tabla 22. Migración en Jambelí. ....	86
Tabla 23. Actividades productivas en Jambelí. ....	87
Tabla 24. Vida útil en función del tipo de estructura y nivel de seguridad.....	99
Tabla 25. Presupuesto de estudios preliminares, año cero. ....	106
Tabla 26. Presupuesto de Fabricación y Suministros, año cero. ....	107
Tabla 27. Presupuesto de Construcción e Instalación en mar y tierra. ....	108
Tabla 28. Cronograma valorado de fases, año cero.....	109
Tabla 29. Salarios, año uno. ....	110
Tabla 30. Gastos fijos oficina central y taller, año uno. ....	110
Tabla 31. Mantenimiento menor, año uno.....	111

Tabla 32. Mantenimiento mayor, año uno.....	111
Tabla 33. Resumen de costos parque undimotriz.....	112
Tabla 34. Inversión inicial.....	114
Tabla 35. Esquema de Financiamiento.....	115
Tabla 36. Tabla de amortización de crédito.....	116
Tabla 37. Balance inicial.....	118
Tabla 38. Cálculo del WACC.....	121
Tabla 39. Resultados del VAN y TIR.....	122
Tabla 40. Áreas de la gestión de proyectos con riesgo.....	125
Tabla 41. Estructura de Desglose de Riesgo RBS.....	126
Tabla 42. Definición de escala relativa del impacto de los riesgos.....	131
Tabla 43. Escala relativa de probabilidad.....	131

## Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. Convertidor Undimotriz UTN. ....	2
Ilustración 2. Flujo de energía del sector eléctrico ecuatoriano. ....	6
Ilustración 3. Potencia Nominal y Potencia efectiva del SNI.....	7
Ilustración 4. Matriz de análisis FODA.....	22
Ilustración 5. Mapa mostrando energía media de olas en kW/metro de frente de ola....	27
Ilustración 6. Clasificación EMEC de los convertidores de energía del oleaje.....	30
Ilustración 7. Dispositivos convertidores de energía de oleaje en Argentina.....	31
Ilustración 8. Dispositivos convertidores de energía de oleaje en Brasil. ....	32
Ilustración 9. Dispositivos convertidores de energía de oleaje en Chile. ....	32
Ilustración 10. Potencia del Oleaje en mar territorial Ecuador.....	34
Ilustración 11. Ubicación Geográfica del Archipiélago de Jambeli.....	36
Ilustración 12. Curva de mareas predicha de la estación de Puerto Bolívar. ....	37
Ilustración 13. Altura máxima de marea registrada en Puerto Bolívar. ....	38
Ilustración 14. Zonas con mayor velocidad de corrientes en Ecuador. ....	39
Ilustración 15. Borde costero enfrentando la acción del oleaje. ....	40
Ilustración 16. Jambelí (A) Fotografía Punta Norte (B) Imagen satélite Punta Norte. ...	41
Ilustración 17. Escolleras y espigones de protección costera en Jambelí.....	41
Ilustración 18. Posición de la boya virtual relativa al Ecuador (3° S – 81.25° N). ....	43
Ilustración 19. Plano Cartográfico Costero IOA 108. ....	46
Ilustración 20. Planilla de consumo eléctrico Jambelí. ....	48
Ilustración 21. Imagen virtual convertidor undimotriz UTN. ....	51
Ilustración 22. Funcionamiento de brazo y boya UTN. ....	52
Ilustración 23. Corte de mecanismo interno convertidor UTN. ....	52
Ilustración 24. Sistema unificado de marcha convertidor UTN.....	53
Ilustración 25. Distribución de energía eléctrica en Jambelí.....	54
Ilustración 26. Organigrama empresa EEUPAC. ....	57
Ilustración 27. Comparación de impacto visual Energía eólica vs. Energía undimotriz.	82
Ilustración 28. Barcaza con grúa de 150 Ton. Muelle 5. COPCI. Puerto Bolívar.....	103
Ilustración 29. Limpieza de estructura submarina en plataforma.....	104
Ilustración 30. Reparación con soldadura de estructura submarina. ....	104
Ilustración 31. Simulación de crédito y tasa de interés. ....	115
Ilustración 32. Principales elementos de un plan de gestión de riesgos. ....	128

## **Capítulo 1. Presentación de la Empresa y su Producto.**

### **1.1 Misión.**

“Somos la primera empresa del Ecuador en generar energía eléctrica a través del recurso ilimitado de la energía de las olas del mar, de forma limpia y sustentable, incorporando innovación tecnológica para entregar un producto de calidad, comprometidos con la conservación del medio ambiente y responsabilidad social de nuestro proceso”.

### **1.2 Visión.**

- Ser una empresa reconocida por su innovación tecnológica en la generación de energía eléctrica.
- Ser una empresa reconocida por su responsabilidad social, que marque la diferencia en apoyar a construir comunidades sustentables.
- Ser una empresa de alta capacidad técnica y eficiencia en la operación de un parque undimotriz.
- Ser una empresa donde su personal se sienta motivado y comprometido para dar lo mejor de sí cada día.
- Desarrollar tecnología undimotriz propia, mediante alianzas con centros de investigación, empresas públicas y privadas.
- Incrementar la participación de la energía undimotriz en la matriz energética ecuatoriana.
- Maximizar el rendimiento de los accionistas, manteniendo presentes las responsabilidades generales de la compañía.

### **1.3 Valores.**

- Liderazgo: esforzarse en dar forma a un mejor futuro.
- Colaboración: potenciar el talento colectivo.
- Integridad: ser transparentes.
- Responsabilidad: rendir cuentas.

- Calidad: búsqueda de la excelencia.
- Pasión: estar comprometidos con el corazón y con la mente.

#### 1.4 La energía undimotriz.

La energía undimotriz es la energía que permite la obtención de electricidad a partir de energía mecánica generada por el movimiento de las olas. Es uno de los tipos de energías renovables más estudiada actualmente, y presenta enormes ventajas frente a otras energías renovables debido a que en ella se presenta una mayor facilidad para predecir condiciones óptimas que permitan la mayor eficiencia en sus procesos. Es más fácil llegar a predecir condiciones óptimas de oleaje, que condiciones óptimas en vientos para obtener energía eólica, ya que su variabilidad es menor.

#### 1.5 Funcionamiento del convertidor undimotriz UTN.

El convertidor undimotriz es el dispositivo que aprovecha el movimiento de las olas para generar electricidad. Existe una gran variedad de tecnologías de convertidores undimotrices en el mundo. Para el proyecto propuesto en la localidad de la isla Jambelí, se ha seleccionado el convertidor desarrollado en la Universidad Técnica Nacional de Buenos Aires, Argentina., denominado convertidor UTN.



Ilustración 1. Convertidor Undimotriz UTN.

Fuente: Pelissero, M. Haim, A. 2015. Departamento de Ingeniería Mecánica. UTN.

Este convertidor está colocado sobre una estructura fija. El funcionamiento consiste en boyas que copian el movimiento de las olas y lo transforma en energía eléctrica a partir de palancas y diversos mecanismos acoplados a generadores eléctricos. Esta energía se puede trasladar, mediante cables submarinos a la costa, para posteriormente realizar la conexión al Sistema Nacional Interconectado.

Aunque el convertidor UTN es de diseño argentino, se pretende realizar la fabricación de todas sus partes y componentes en el país, donde existen grandes proveedores de equipos eléctricos, empresas metalmecánicas, dedicadas a fabricación de trenes de engranaje, empresas proveedoras de perfiles estructurales de acero y empresas que moldean plásticos para uso marítimo en el caso de las boyas flotadores.

Para determinar la potencia del convertidor undimotriz se requieren conocer las características del oleaje de la localidad de Jambelí. Dependiendo de la estación del año, puede considerarse una variación en la altura de las olas y también de sus períodos. Estos dos parámetros (altura y período) son los que se necesita conocer con certeza para el cálculo de la potencia. Ahora bien, estadísticamente, se determinan dos valores del oleaje: altura significativa promedio ( $H_s$ ) y período significativo ( $T_s$ ). Para el caso de Jambelí,  $H_s=1.75$  m y  $T_s=14$  seg. Con estos valores obtenemos que cada dispositivo tiene una potencia de 24.5 kW. Adicionalmente, a la potencia se le considera un 25% en pérdidas, precisamente por variación del régimen de oleaje, entonces la potencia real es de 18.37 kW.

En Jambelí, la demanda máxima es de 201,537 kW-h, en el mes de mayor demanda por feriado de año nuevo, Enero. Ahora bien, este dato es un promedio, ciertamente existen picos de demanda al día, principalmente en las mañanas y en las tardes, ocasionado principalmente por la actividad familiar.

Para cubrir la demanda en las horas pico, se considera un 30% de aumento en la demanda, esto es:  $(201,537) (1.3) = 261,998$  kW-h. Si este valor se transforma en potencia mensual:  $(261,998) / (24 \text{ horas}) (30 \text{ días}) = 363.88$  kW. Redondeando el valor anterior, se necesitaría una potencia instalada de 360 kW, para cubrir las necesidades de la isla Jambelí. Esto a su vez, nos indica que se requiere un parque undimotriz con 20 convertidores UTN para cubrir la demanda de energía eléctrica.

## Capítulo 2. Análisis de Mercado.

### 2.1 Análisis del Sector.

El sector corresponde a la Generación, Transformación y Distribución de energía eléctrica<sup>2</sup>. La Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC) es una empresa pública estatal encargada de generar y de abastecer de energía eléctrica al país, bajo el control del Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC).

La energía eléctrica anual producida por un país, depende de su potencia instalada y de cómo está conformada su matriz energética; es decir de los dos tipos o fuentes de generación eléctrica de los cuales dispone para cubrir la demanda nacional. En forma general, existen dos tipos de fuentes para producir energía eléctrica: las energías no renovables y las energías renovables. Se consideran energías renovables la solar fotovoltaica, eólica, biomasa, geotérmica, mareomotriz, undimotriz, etc.

El Estado ecuatoriano ha venido trabajando y planificando, en la forma de introducir este tipo de energías dentro de la matriz de generación eléctrica, y ha decidido delegar esta tarea a la empresa privada. Para cumplir con este propósito, se ha encargado al CONELEC crear las normas y regulaciones necesarias, para que la empresa privada sea quine invierta en las nuevas tecnologías, asociadas a este tipo de energías. Para tal efecto en el año 2011, se emitió la Regulación No. CONELEC 004/11.

La Regulación 004/11 establece los siguientes lineamientos para precio, vigencia de precios, despacho y liquidación de la energía:

- **Precio preferente:** Los precios a reconocerse por la energía medida en el punto de entrega, expresados en centavos de dólar de los Estados Unidos por kWh, son aquellos indicados en la siguiente tabla

---

<sup>2</sup> INEC. Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CIUU Rev 4.0)

<b>CENTRALES</b>	<b>Territorio Continental</b>	<b>Territorio Insular de Galápagos</b>
EÓLICAS	9.13	10.04
FOTOVOLTAICAS	40.03	44.03
SOLAR TERMOELÉCTRICA	31.02	34.12
CORRIENTES MARINAS	44.77	49.25
BIOMASA Y BIOGÁS < 5 MW	11.05	12.16
BIOMASA y BIOGÁS > 5 MW	9.60	10.56
GEOTÉRMICAS	13.21	14.53
CENTRALES HIDROELÉCTRICAS HASTA 10 MW	7.17	
CENTRALES HIDROELÉCTRICAS MAYORES A 10 MW HASTA 30 MW	6.88	
CENTRALES HIDROELÉCTRICAS MAYORES A 30 MW HASTA 50 MW	6.21	

Tabla 1. Precios de Generación eléctrica cUSD\$ / kWh.

Fuente: CONELEC.2011. Regulación 004/11.

- **Vigencia de precios:** Los precios establecidos en esta Regulación 004/11 se garantizarán y estarán vigentes por un período de 15 años a partir de la fecha de suscripción del título habilitante.
- **Despacho preferente:** El CENACE despachará, de manera obligatoria y preferente, toda la energía eléctrica que las centrales que usan recursos renovables no convencionales entreguen al sistema, hasta el límite del 6%, de la capacidad instalada y operativa de los generadores del Sistema Nacional Interconectado.
- **Liquidación de la energía:** El CENACE, sobre la base de los precios establecidos en la tabla 1, liquidará mensualmente los valores que percibirán los generadores no convencionales por la energía medida en el punto de entrega.

### 2.1.1 Análisis de la Oferta.

EEUPAC ofrece al sector eléctrico ecuatoriano el aprovechamiento de la energía undimotriz para la generación de energía eléctrica y abarcar cobertura total de la comunidad de la isla Jambelí.

Para lograr este objetivo, se utilizarán convertidores undimotrices, los cuales no son contaminantes y representan un bajo impacto al medioambiente.

De acuerdo a los requisitos contemplados en la Regulación 004/11, se cumplirá con los parámetros técnicos para el suministro de la energía eléctrica, así como los estándares solicitados para la conexión al Sistema Nacional Interconectado.

### 2.1.2 Análisis de la Demanda.

De acuerdo la matriz energética ecuatoriana, para el año 2012, el flujo de energía usado previo a la transformación en electricidad es de 26,6 Mbep (Millones de barriles equivalentes de petróleo). De este total, se utilizaron 18,7 Mbep en combustibles fósiles para la generación de electricidad a través de su parque termoeléctrico, es decir, el 70,3%. Las hidroeléctricas representaron 7.6 Mbep, equivalente a un 28.57%. Otras energías renovables, como la biomasa, eólica, solar y la interconexión (importada) representaron 0.3 Mbep, equivalente al 1.13%.

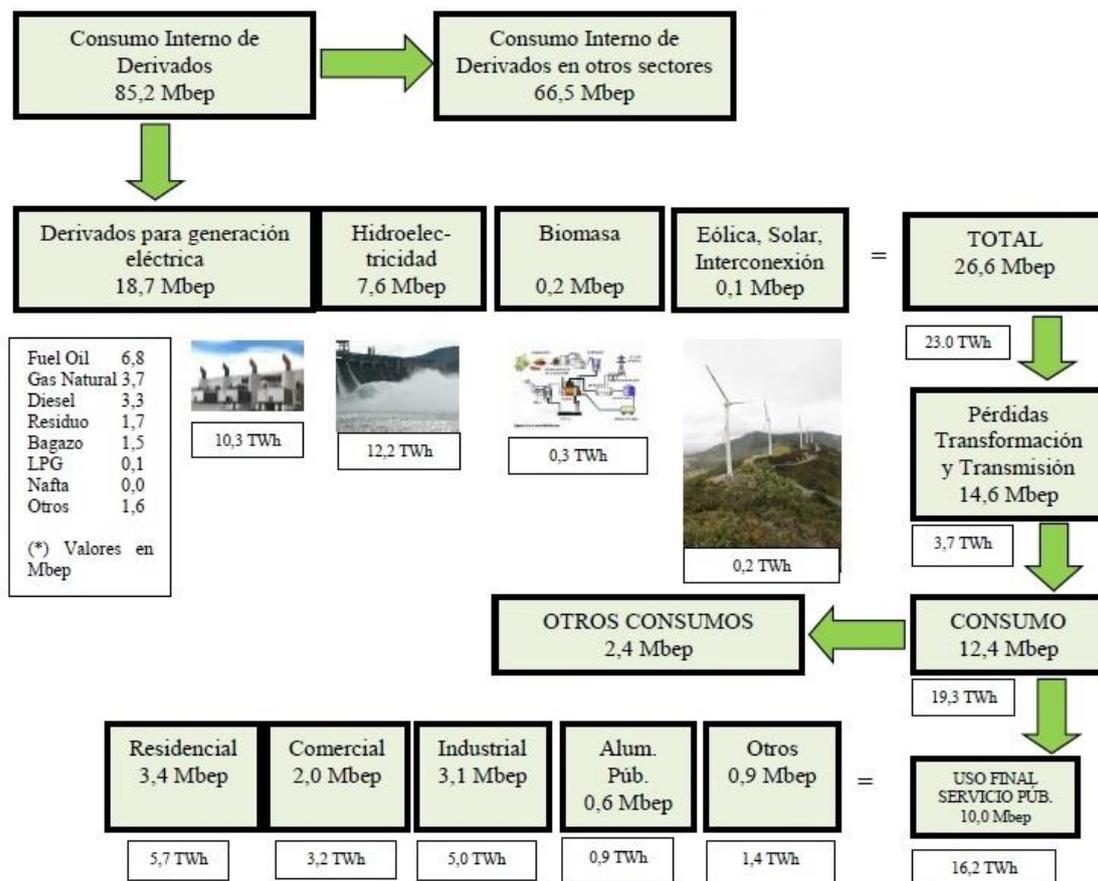


Ilustración 2. Flujo de energía del sector eléctrico ecuatoriano.

Fuente: INER. Muños, J. (2012).

La Regulación No. CONELEC 004/11, establece la participación de las empresas privadas para la generación de energía hasta un límite del 6%, de la capacidad instalada y operativa de los generadores del Sistema Nacional Interconectado.

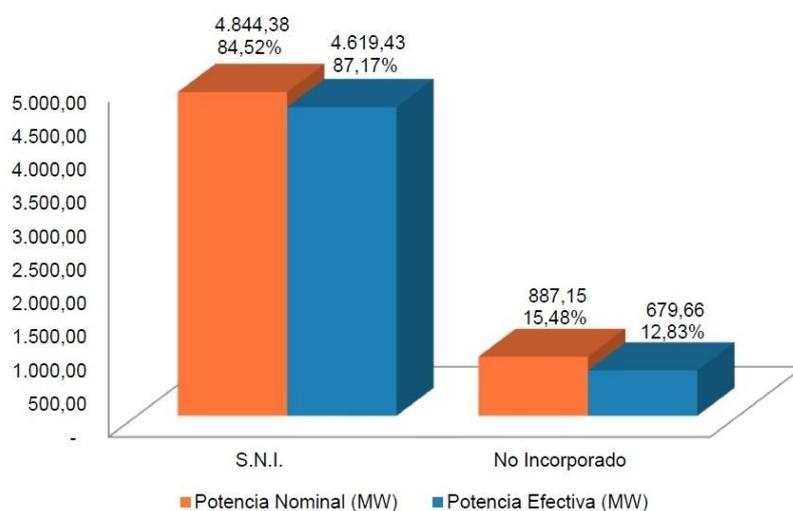


Ilustración 3. Potencia Nominal y Potencia efectiva del SNI.

Fuente: CONELEC. 2014. Estadística del sector eléctrico ecuatoriano.

De la ilustración 3, se observa que la capacidad instalada y operativa (efectiva) es de 4,619.43 MW. El 6% de esta capacidad operativa es 277.16 MW. Por otra parte, el registro de participantes dentro de la Regulación 004/11 para 2014 alcanzó la cifra de 108 empresas, con una capacidad instalada total de 92.39 MW. Esto significa que no se ha cubierto el cupo de participación previsto, quedando una capacidad disponible de 184.77 MW.

Regulación 004/11 Energías Renovables	No. Empresas Participantes	Capacidad Instalada (MW)
Fotovoltaica	76	72,99
Hidroeléctrica	28	14,529
Eólica	3	3,96
Térmica	1	0,91
<b>Total:</b>	<b>108</b>	<b>92,389</b>

Tabla 2. Participación de empresas en Regulación 004/11

Fuente: CONELEC. 2014. Registro de generadores menores de 1 MW.

### **2.1.3 Diagnóstico del sector.**

- La Regulación 004/11 es una iniciativa nueva del Estado Ecuatoriano, para fomentar la participación de la iniciativa privada en la generación eléctrica.
- Existe una certidumbre jurídica que garantizan el precio y su vigencia, despacho preferente (compra de la producción) y liquidación mensual.
- Las barreras de ingreso se limitan a cumplir los requisitos establecidos en la regulación, teniendo en cuenta que debe ser un proyecto técnica y económicamente viable.
- Las barreras de salida son altas. El período de ejecución de 15 años, por lo que la empresa debe estar comprometida a mantener el funcionamiento del parque undimotriz en este tiempo establecido.

## **2.2 Análisis del Mercado.**

### **2.2.1. Cliente y Producto.**

Se tiene un cliente único, el Estado Ecuatoriano, representado por el organismo regulador CONELEC. La empresa ofrece un solo producto, energía eléctrica. Para poder suministrar la energía eléctrica es necesario construir un parque undimotriz, el cual debe mantenerse en servicio un período de 15 años, de acuerdo a la Regulación 004/11.

### **2.2.2 Proveedores.**

Las empresas proveedoras de bienes y servicios principales para la implementación del parque undimotriz, por categorías son:

1er. Nivel. Proveedores de materias primas, materiales y equipos eléctricos.

- Perfiles Estructurales de acero: Megahierro, Dipac, Novacero.
- Equipos y material eléctrico: Inproel y Sumelec.
- Aditivos epóxico para recubrimiento estructural: Sika, Aditec e Intaco.
- Boyas de flotación con polietileno de alta densidad (HDP): Plásticos Ecuatorianos, Compañía Nacional de Plásticos y Madocel.

2do. Nivel. Proveedores de servicios:

- Empresas Metalmecánicas para fabricación de trenes de engranaje: Sager, Técnicas Industriales Luis Carrillo y Talleres Pérez.
- Contratistas de Obra Civil para instalación marítima del parque undimotriz: Tecnac, Ciport y Copci

### **2.2.3 Competidores.**

En el sector industrial que se encuentra la empresa, generación eléctrica mediante recursos renovables, no se identifican competidores directos. Es decir, no hay empresas que tengan la misma línea de generación undimotriz.

De la tabla 2, se observa que el cupo de participación tiene una mayoría de empresas dedicadas a la energía solar fotovoltaica, seguido de las empresas dedicadas a las hidroeléctricas, dejando por último a la energía eólica y térmica. Estas podrían considerarse empresas sustitutas, sin embargo el sector está en una edad temprana de crecimiento, por lo que no se identifica una rivalidad ente los participantes.

### **2.2.4 Diagnóstico del mercado.**

- No se identifican rivalidades entre participantes, ya que los proyectos son independientes y están por debajo de la participación del 6%, de la capacidad instalada y operativa de los generadores del Sistema Nacional Interconectado.
- El poder de negociación del cliente es alto. Existe un alto riesgo para la empresa privada en cambios de criterio o modificaciones técnicas por parte de CONELEC.
- El poder de negociación de los proveedores es moderada, existe un amplio número de empresas por lo que no se pueden imponer condiciones especiales para el suministro o realización de un trabajo.

- Existe una amenaza moderada por el ingreso de nuevos competidores en energía undimotriz, ya que la tecnología que tiene que adaptarse a las condiciones y caracterización del oleaje local.

### 2.3 Definición del Problema Gerencial.

El problema gerencial debe contestar la pregunta:

- ¿Será viable la implementación de un parque undimotriz para la generación de energía eléctrica?

### 2.4 Planteamiento de la Investigación.

El diseño del estudio de mercado en base a las características propias del proyecto, donde se tiene un cliente único, y un solo producto, además de que no se tiene el antecedente de empresas que utilicen el recurso undimotriz para la generación de energía eléctrica, se define que la orientación de este tema se conformará mediante:

- Entrevista a expertos.
- Análisis de datos secundarios.

#### 2.4.1 Entrevista a expertos.

Para la recopilación de la información necesaria para el análisis del mercado, se formularon entrevistas a expertos en su área:

- Directivo de la empresa eléctrica del Estado.
- Consultor de estudios medioambientales.
- Investigadora de estudios oceanográficos.

Los bancos de preguntas se enlistan a continuación:

<b>Preguntas a Directivo de la Empresa Eléctrica del Estado</b>
1. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas para el Estado de generar energía eléctrica en su parque termoeléctrico mediante el uso de combustibles fósiles?

2. ¿Considera que las políticas del Estado están orientadas a incrementar la participación de las ERNC's (Energías Renovables No Convencionales) en la generación de energía eléctrica? ¿Por qué?
3. ¿Cuáles son los beneficios esperados para el Estado, de la generación de energía eléctrica a través de ERNC's?
4. ¿Cuáles ERNC's considera con mayor potencial para generación eléctrica a un mediano y largo plazo?
5. ¿Quién debería tomar la iniciativa para la implementación de generación eléctrica a través de ERNC's, el Estado o la iniciativa privada?
6. ¿Considera viable la implementación de un parque undimotriz para la generación eléctrica, ubicado cerca de poblaciones costeras o poblaciones en locaciones remotas?
7. ¿Cuáles son las principales características que debe cumplir un parque undimotriz para entregar energía eléctrica al Sistema Interconectado Nacional?
8. ¿Cuáles acciones consideraría como valor agregado de una empresa privada que administre el parque undimotriz?
9. ¿Considera que es importante para la Empresa Eléctrica del Estado la opinión de los usuarios respecto a la generación eléctrica mediante un parque undimotriz?

Tabla 3. Banco de preguntas a Directivo empresa eléctrica estatal.

Elaboración: los autores.

<b>Preguntas a Consultor de estudios medioambientales</b>
1. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de generar energía eléctrica en el parque termoeléctrico mediante el uso de combustibles fósiles?
2. ¿Considera que las políticas del Estado están orientadas a incrementar la participación de las ERNC's (Energías Renovables No Convencionales) en la generación de energía eléctrica?
3. ¿Cuáles ERNC's considera con mayor potencial para generación eléctrica a un mediano y largo plazo?
4. ¿Quién debería tomar la iniciativa para la implementación de generación eléctrica a través de ERNC's, el Estado o la iniciativa privada?
5. ¿Cuáles serían las ventajas y desventajas de la energía undimotriz comparada con otras similares como la solar fotovoltaica o la eólica?
6. ¿Cuáles serían los mayores problemas técnicos a solucionar para la implementación de un parque undimotriz para la generación de energía eléctrica?
7. ¿Cuáles serían los mayores beneficios esperados de contar con un parque undimotriz para la generación de energía eléctrica?
8. ¿Cuáles serían las locaciones cercanas a la costa o locaciones remotas donde podría implementarse un parque undimotriz?
9. ¿Considera que es importante conocer la opinión de los usuarios respecto a la generación eléctrica mediante un parque undimotriz?

Tabla 4. Banco de preguntas a Consultor medioambiental.

Elaboración: los autores.

<b>Preguntas a Investigadora de estudios oceanográficos.</b>
1. ¿Cuáles serías las ventajas y desventajas de la energía undimotriz comparada con otras similares como la solar fotovoltaica o la eólica?
2. ¿Considera que las políticas del Estado están orientadas a incrementar la participación de las ERNC's (Energías Renovables No Convencionales) en la generación de energía eléctrica?
3. ¿Cuáles ERNC's considera con mayor potencial para generación eléctrica a un mediano y largo plazo?
4. ¿Quién debería tomar la iniciativa para la implementación de generación eléctrica a través de ERNC's, el Estado o la iniciativa privada?
5. ¿Cuáles serías las ventajas y desventajas de la energía undimotriz comparada con otras similares como la solar fotovoltaica o la eólica?
6. ¿Cuáles serían los mayores problemas técnicos a solucionar para la implementación de un parque undimotriz para la generación de energía eléctrica?
7. ¿Cuáles serían los mayores beneficios esperados de contar con un parque undimotriz para la generación de energía eléctrica?
8. ¿Cuáles serían las locaciones cercanas a la costa o locaciones remotas donde podría implementarse un parque undimotriz?
9. ¿Considera que es importante conocer la opinión de los usuarios respecto a la generación eléctrica mediante un parque undimotriz?

Tabla 5. Banco de preguntas a Consultor oceanográfico.

Elaboración: los autores.

Los expertos entrevistados son:

Directivo de Empresa eléctrica del Estado:

- Ing. Reymont Castillo Sandoval.  
CNEL EP. Empresa Eléctrica Pública. Corporación Nacional de Electricidad.  
Administrador Unidad de Negocios Los Ríos.

Consultor Medioambiental:

- Ing. Pablo Suárez.  
CONSULSUA. Consultora en Ingeniería y Ambiente.  
Gerente General.

Investigadora de estudios Oceanográficos:

- Ing. Leonor Vera San Martín  
Investigador Oceanográfico 3  
Instituto Oceanográfico de la Armada.

Los resultados de las entrevistas se enlistan a continuación:

NOMBRE: Reymont Egipto Castillo Sandoval.	
CARGO: Administrador Unidad de Negocio Los Ríos.	
EMPRESA: Empresa Eléctrica Pública, Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP.	
1. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas para el Estado de generar energía eléctrica en su parque termoelectrico mediante el uso de combustibles fósiles?	VENTAJAS, Diversificación de las fuentes de energía, no depende de las estaciones climáticas, utilizar derivados del petróleo menos comercializables, baratas y más rápidas de fabricar e instalar. DESVENTAJAS: Alto costo de producción, alto grado de contaminación ambiental y generador de desechos sólidos contaminantes, requiere de un sistema de abastecimiento de combustible sea por tuberías o por tanqueros; más tanques de almacenamiento, frecuentes mantenimientos.
2. ¿Considera que las políticas del Estado están orientadas a incrementar la participación de las ERNC's (Energías Renovables No Convencionales) en la generación de energía eléctrica? ¿Por qué?	Sí considero que son orientadas a incrementar la diversificación de ERNC's, a tal punto que por los incentivos otorgados existieron muchos proyectos calificados, por lo tuvieron que restringir la cantidad de éstas fuentes, sobre todo por cuanto se contaba con proyectos en marcha de generación hidroeléctrica que es la costó de producción más barato. Aún las ERNC's tienen alto costo de implementación y alto costo de producción. Con el aseguramiento del total de la producción y reconocimiento de una tarifa fija por varios años, de seguro que se busca incrementar la participación, pero debe dirigirse a un equilibrio económico en la oferta de energía eléctrica, de tal manera que su costo no afecte al mercado.
3. ¿Cuáles son los beneficios esperados para el Estado, de la generación de energía eléctrica a través de ERNC's?	El principal es la diversificación de fuentes de energía, no hay energía más cara que la que no se tiene y existe un potencial peligro cuando la mayor cantidad de la oferta de energía depende de una sola fuente.
4. ¿Cuáles ERNC's considera con mayor potencial para generación eléctrica a un mediano y largo plazo?	Las fuentes con energía Solar, Geotérmica y Eólica. Debemos aprovechar la privilegiada posición geográfica del Ecuador para la energía solar, al estar dentro del cinturón de fuego existen varias fuentes para desarrollar la energía geotérmica. Así como también las corrientes de vientos en nuestro país diverso.
5. ¿Quién debería tomar la iniciativa para la implementación de generación eléctrica a través de ERNC's, el Estado o la iniciativa privada?	Definitivamente la iniciativa privada, por los altos grados de eficiencia que se deben lograr para alcanzar costos competitivos.

6. ¿Considera viable la implementación de un parque undimotriz para la generación eléctrica, ubicado cerca de poblaciones costeras o poblaciones en locaciones remotas?	Considero que si es viable, pero aún se deben superar algunos temas; como el alto costo, baja potencia de los generadores y la alta transitabilidad en la zona costera, sumado a esto la presencia de una alta salinidad y los puntos de conexión a los sistemas existentes.
7. ¿Cuáles son las principales características que debe cumplir un parque undimotriz para entregar energía eléctrica al Sistema Interconectado Nacional?	Con potencias de 2 a 5 MW para ingresos a 13.8kV, superior a 5 y menor que 20 MW a nivel de 69 kV y superior a eso a 138 kV. Mientras más alto el nivel de voltaje mayor son las distancias para la interconexión.
8. ¿Cuáles acciones consideraría como valor agregado de una empresa privada que administre el parque undimotriz?	La responsabilidad social, sobre todo con las poblaciones costeras y con la vida marina.
9. ¿Considera que es importante para la Empresa Eléctrica del Estado la opinión de los usuarios respecto a la generación eléctrica mediante un parque undimotriz?	No, los usuarios siempre buscan pagar menos y no les interesa la fuente energía.

Tabla 6. Entrevista con Directivo de empresa eléctrica estatal.

Elaboración: los autores.

NOMBRE: Pablo Suárez	
CARGO: Gerente General	
EMPRESA: CONSULSUA	
1. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de generar energía eléctrica en el parque termoeléctrico mediante el uso de combustibles fósiles?	Ventajas: No hay. Desventajas: Los costos de los combustibles son elevados y existe una afectación al ambiente.
2. ¿Considera que las políticas del Estado están orientadas a incrementar la participación de las ERNC's (Energías Renovables No Convencionales) en la generación de energía eléctrica?	Sí, pero realmente existe un debate si es que las hidroeléctricas son aplicables con el criterio de renovables, ya que su construcción tiene una afectación social enorme y los costos de construcción son elevados.
3. ¿Cuáles ERNC's considera con mayor potencial para generación eléctrica a un mediano y largo plazo?	La Eólica mediante los aerogeneradores, eólica marítima, solar fotovoltaica, mareomotriz y undimotriz.
4. ¿Quién debería tomar la iniciativa para la implementación de generación eléctrica a través de ERNC's, el Estado o la iniciativa privada?	El Estado, por las políticas actuales. La inversión privada esta contraída.

5. ¿Cuáles serías las ventajas y desventajas de la energía undimotriz comparada con otras similares como la solar fotovoltaica o la eólica?	Considero que son todas ventajas a favor de la undimotriz. La concentración energética de las olas es más alta, comparada con la eólica, donde se necesita mucho viento para un poco de generación. La fotovoltaica no ha superado su ciclo de funcionamiento (día y noche) ni su almacenamiento. Adicionalmente se pueden aprovechar las áreas marítimas que están sin explotar, la eólica y fotovoltaica requieren largas extensiones de territorio continental para instalarse.
6. ¿Cuáles serían los mayores problemas técnicos a solucionar para la implementación de un parque undimotriz para la generación de energía eléctrica?	Considero que no habría muchos problemas técnicos. Por el contrario, los problemas a solucionar serían políticos, ya que no existe un ordenamiento y custodia de las áreas marítimas, por lo que se invaden éstas zonas por pescadores y pueden ser afectadas por actos de vandalismo y piratería.
7. ¿Cuáles serían los mayores beneficios esperados de contar con un parque undimotriz para la generación de energía eléctrica?	Obtener una energía limpia, en un espacio no ocupado, en un país que se precia de ser marítimo por origen, por vocación y por destino. (Vicente Rocafuerte, 2do. Presidente).
8. ¿Cuáles serían las locaciones cercanas a la costa o locaciones remotas donde podría implementarse un parque undimotriz?	En Ecuador existe una recurrencia interesante de olas. No son olas atroces ni olas pequeñas, son olas de término medio. Cualquier lugar sería apto, teniendo un buen estudio y caracterización del oleaje.
9. ¿Considera que es importante conocer la opinión de los usuarios respecto a la generación eléctrica mediante un parque undimotriz?	No es la opinión del usuario. Se necesita hacer entender a la gente la importancia de las ERNC's.

Tabla 7. Entrevista con Consultor medioambiental.

Elaboración: los autores.

NOMBRE: Leonor Vera San Martín	
CARGO: Investigadora oceanográfica 3	
EMPRESA: INOCAR. Instituto Oceanográfico de la Armada	
1. ¿Cuáles serías las ventajas y desventajas de la energía undimotriz comparada con otras similares como la solar fotovoltaica o la eólica?	Ventajas: es una fuente de energía regular Desventajas: Se agota, produce contaminación asociada
2. ¿Considera que las políticas del Estado están orientadas a incrementar la participación de las ERNC's (Energías Renovables No Convencionales) en la generación de energía eléctrica?	Sí.
3. ¿Cuáles serían los mayores beneficios esperados de contar con un parque undimotriz para la generación de energía eléctrica?	La energía solar.

4. ¿Quién debería tomar la iniciativa para la implementación de generación eléctrica a través de ERNC's, el Estado o la iniciativa privada?	El estado es el que debería regular
5. ¿Cuáles serías las ventajas y desventajas de la energía undimotriz comparada con otras similares como la solar fotovoltaica o la eólica?	Ventajas: la energía obtenida podría ser regular, no hay mayores variaciones de altura de ola. Siempre hay olas. Desventajas: la cantidad de energía que se podría obtener. La carencia de tecnología desarrollada para nuestras condiciones de mar.
6. ¿Cuáles serían los mayores problemas técnicos a solucionar para la implementación de un parque undimotriz para la generación de energía eléctrica?	Seleccionar lugar con condiciones apropiadas, por distancia a la costa, profundidad, tipo de navegación. Que no haya afectación socioeconómica por implantación de un parque undimotriz. Crear tecnología propia para obtener energía. Transporte y almacenamiento.
7. ¿Cuáles serían los mayores beneficios esperados de contar con un parque undimotriz para la generación de energía eléctrica?	La comunidad costera cercana se beneficiaría con energía de buena calidad, se mejoraría su calidad de vida.
8. ¿Cuáles serían las locaciones cercanas a la costa o locaciones remotas donde podría implementarse un parque undimotriz?	Depende de muchos factores, algunos los mencioné en la pregunta 6.
9. ¿Considera que es importante conocer la opinión de los usuarios respecto a la generación eléctrica mediante un parque undimotriz?	Siempre es importante la opinión de los posibles usuarios.

Tabla 8. Entrevista con Consultor oceanográfico.

Elaboración: los autores.

#### 2.4.2 Tabulación de resultados de entrevistas a expertos.

Entrevista a Directivo de empresa eléctrica estatal:

- Es conveniente para el Estado, el no depender de los combustibles fósiles para la generación eléctrica ya que conlleva a altos costos de operación y mantenimiento.
- Es conveniente diversificar la producción hacia las energías renovables, y no depender de una sola fuente. Además se están dando los incentivos para que la empresa privada participe en la generación eléctrica pero debe haber un equilibrio entre la oferta de tal forma que su costo económico no afecte al mercado.
- Las energías renovables con mayor crecimiento son la eólica, fotovoltaica y geotérmica por las condiciones geográficas favorables en el territorio.

- Respecto a la implementación del parque undimotriz considera que es una alternativa viable, pero la energía debe ser entregada en 13.8 kV, esto es, media tensión como mínimo.
- La opinión del usuario final respecto al uso de energías renovables no se toma en cuenta, ya que considera que no les importa el origen de la energía.

Entrevista con Consultor medioambiental:

- No existe ningún beneficio por la utilización de combustibles fósiles para la generación de energía.
- El estado no debería incrementar la participación de las hidroeléctricas, por su alto costo de construcción y afectación social.
- Las energías renovables que deberían explotarse son la eólica marina, mareomotriz y undimotriz, porque se tiene una extensa área de crecimiento en el mar que no se ha aprovechado.
- La energía undimotriz puede ser explotada en cualquier parte de la costa ecuatoriana, debido al régimen del oleaje, pero advierte que existe un problema de ordenamiento marítimo y falta de vigilancia.
- Se debe comunicar al usuario final acerca de los beneficios de utilizar energías renovables.

Entrevista a Investigadora oceanográfica:

- La energía undimotriz tiene la ventaja de ser regular, ya que la variación de las olas no es grande. Las desventajas radican en la cantidad de energía que se puede obtener y la carencia de tecnología para las condiciones de mar de Ecuador.
- La ubicación del parque undimotriz depende de factores como la distancia a la costa, profundidad y vías de navegación.
- La opinión del usuario si es importante

### 2.4.3 Fuentes Secundarias.

Para profundizar en el conocimiento de la viabilidad de implementar un parque undimotriz en Jambelí, se revisaron los siguientes estudios:

1. **“Estudio de la energía de las olas, corrientes y energía cinética de los ríos en el Ecuador para la generación eléctrica”**. 2010. Realizado mediante un convenio de cooperación entre el INOCAR, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) y el Instituto Nacional de Preinversión (INP). Las conclusiones del estudio, referente a la energía del mar son:
  - Las condiciones de oleaje en el Mar Territorial Ecuatoriano son muy favorables para el aprovechamiento de su energía. Los cálculos preliminares indican que la energía del oleaje en la zona es interesante, tanto en cantidad como en calidad.
  - En cuanto al contenido energético del oleaje, en una gran parte de los puntos más cercanos al continente (próximos a los puntos del contorno), se puede decir que está alrededor de los 14 kW/m, en promedio.
  - En esta primera etapa de estudio del oleaje se ha logrado determinar la poca variabilidad de la altura de olas que ingresan hacia el mar ecuatoriano, y que podrían mantenerse en aguas más someras, lo que indicaría que en caso de que existiese la tecnología apropiada, se contaría con una fuente cuasi constante y permanente.
2. **Estudios de caracterización del mar territorial continental del Ecuador, bases para lograr la zonificación marina**. 2013. Realizado por la Secretaría Técnica del Mar y la Asociación de Estudios Marino Costeros CONSULSUA – GEOESTUDIOS. Los alcances de este estudio son el cálculo, modelamiento predictivo, análisis estadístico y gráficas de altura máxima, frecuencia y dirección de olas, ola significativa y determinación de longitud, duración y región del fetch, en el mar territorial y aguas interiores de la plataforma continental del Ecuador. No se realizaron estudios del

oleaje en la zona del Golfo de Guayaquil y la isla Jambelí. En resumen, las conclusiones son:

- Las regiones de la costa ecuatoriana con mayor potencial de energía se encuentran cerca de las poblaciones de Manta y Santa Elena y el suroeste del archipiélago de Galápagos.
- La costa de la provincia de Esmeraldas presenta valores bajos de energía de las olas.

3. **Estudios y diseños de las obras de protección y recuperación de la playa de la isla Jambelí.** 2010. Llevado a cabo mediante un convenio de cooperación interinstitucional entre la SNGR, Secretaría Nacional de Prevención de Riesgo y la ESPOL, Escuela Superior Politécnica del Litoral, por intermedio de su CADS, Centro del Agua y Desarrollo Sostenible. Mediante este estudio se determinaron los parámetros de altura, período y dirección del oleaje característico de la isla Jambelí.

### Capítulo 3. Análisis FODA.

La unidad de negocio debe analizar las fuerzas del macro entorno que sea clave y los factores del micro entorno que afecten de manera significativa su capacidad de generar ganancias.

El término FODA es una sigla conformada por las primeras letras de las palabras Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas. De entre estas cuatro variables, las fortalezas y las debilidades son internas de la unidad de negocio, por lo que es posible actuar sobre ellas. En cambio las oportunidades y amenazas son externas, por lo que en general resulta muy difícil modificarlas.

**Fortalezas:** Recursos que se controlan, capacidades y habilidades que se poseen, actividades que se desarrollan positivamente. Se identifican las siguientes:

- Conocimiento de la tecnología undimotriz disponible en el mercado.
- Conocimiento de la mejor ubicación para la instalación del parque undimotriz.
- Innovación y emprendimiento en la generación de energía eléctrica.
- Producción local de convertidores a escala real.
- La energía de las olas de mar tiene una concentración energética 5 veces mayor que la eólica, y de 10 a 30 veces mayor a la energía solar fotovoltaica.
- Tecnología escalable para cubrir demandas de energía eléctricas mayores.
- Ideal para suministrar energía eléctrica a poblaciones costeras o locaciones remotas.
- Energía limpia, sin emisión de gases de efecto invernadero.
- Creación de hábitat para la biota marina, sin daños o efecto estructural.
- Como efecto secundario, al reducir el oleaje se ayuda a la erosión de la zona costera.

**Oportunidades:** son aquellos factores que resultan positivos, favorables, explotables, que se deben descubrir en el entorno en el que actúa la empresa, y que permiten obtener ventajas competitivas. Se identifican las siguientes:

- Regulación que fomenta la participación e inversión privada.
- Certidumbre en precio. Precio fijo en todo el período de la concesión.
- Certidumbre en despacho preferente. El estado compra toda la energía producida.
- Certidumbre en tiempo. El período de la concesión es por 15 años.
- Población de Jambelí fuertemente comprometida con el cuidado al medio ambiente y protección costera.
- Población de Ecuador se identifica y prefiere proyectos de generación de energía limpia.
- Poder de negociación con proveedores. Se distinguen 5 principales: equipo eléctrico, perfiles estructurales, trabajos de metalmecánica, aditivo epóxico para recubrimientos estructurales y modelamiento de plásticos para flotación.

**Debilidades:** son aquellos factores que provocan una posición desfavorable frente a la competencia, recursos de los que se carece, habilidades que no se poseen, actividades que no se desarrollan positivamente, etc. Se identifican las siguientes:

- Preferencia por otras tecnologías en desarrollo. Ejemplo: batería solar Power Wall de Tesla.
- Falta de desarrollo de tecnología undimotriz en el país.
- Falta de estudios y datos estadísticos de oleaje en el país.
- Resistencia al cambio de nuevas tecnologías en el país.
- Falta de soporte tecnológico para desarrollar tecnología más eficiente.
- Débil vigilancia en altamar por instituciones.
- No es una energía conocida, comparada con la eólica y fotovoltaica.
- Altos costos de inversión inicial.

**Amenazas:** son aquellas situaciones que provienen del entorno y que pueden llegar a atentar incluso contra la permanencia de la organización. Se identifican las siguientes:

- Ingreso de nuevos competidores undimotrices extranjeros, con tecnología más eficiente a un mediano plazo.

- Piratería cercana a la isla Jambelí, proveniente del norte de Perú.
- Fenómenos naturales adversos, principalmente asociado a oleaje extraordinario por tormentas tropicales.
- Cambios desfavorables en la regulación, relacionados a precio, despacho y período preferente.

A continuación se representa la matriz FODA, con los aspectos identificados:

MATRIZ FODA	ASPECTOS POSITIVOS	ASPECTOS NEGATIVOS
ENTORNO INTERNO	<b>FORTALEZAS (F).</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento de la tecnología undimotriz disponible en el mercado.</li> <li>• Conocimiento de la mejor ubicación para la instalación del parque undimotriz.</li> <li>• Innovación y emprendimiento en la generación de energía eléctrica.</li> <li>• Producción local de convertidores a escala real.</li> <li>• La energía de las olas de mar tiene una concentración energética 5 veces mayor que la eólica, y de 10 a 30 veces mayor a la energía solar fotovoltaica.</li> <li>• Tecnología escalable para cubrir demandas de energía eléctricas mayores.</li> <li>• Ideal para suministrar energía eléctrica a poblaciones costeras o locaciones remotas.</li> <li>• Energía limpia, sin emisión de gases de efecto invernadero.</li> <li>• Creación de hábitat para la biota marina, sin daños o efecto estructural.</li> <li>• Como efecto secundario, al reducir el oleaje se ayuda a la erosión de la zona costera.</li> </ul>	<b>DEBILIDADES (D).</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preferencia por otras tecnologías en desarrollo. Ejemplo: batería solar Power Wall de Tesla.</li> <li>• Falta de desarrollo de tecnología undimotriz en el país.</li> <li>• Falta de estudios y datos estadísticos de oleaje en el país.</li> <li>• Resistencia al cambio de nuevas tecnologías en el país.</li> <li>• Falta de soporte tecnológico para desarrollar tecnología más eficiente.</li> <li>• Débil vigilancia en altamar por instituciones.</li> <li>• No es una energía conocida, comparada con la eólica y fotovoltaica.</li> <li>• Altos costos de inversión inicial.</li> </ul>
ENTORNO EXTERNO	<b>OPORTUNIDADES (O)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulación que fomenta la participación e inversión privada.</li> <li>• Certidumbre en precio. Precio fijo en todo el período de la concesión.</li> <li>• Certidumbre en despacho preferente. El estado compra toda la energía producida.</li> <li>• Certidumbre en tiempo. El período de la concesión es por 15 años.</li> <li>• Población de Jambelí fuertemente comprometida con el cuidado al medio ambiente y protección costera.</li> <li>• Población de Ecuador se identifica y prefiere proyectos de generación de energía limpia.</li> </ul>	<b>AMENAZAS (A)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingreso de nuevos competidores undimotrices extranjeros, con tecnología más eficiente a un mediano plazo.</li> <li>• Piratería cercana a la isla Jambelí, proveniente del norte de Perú.</li> <li>• Fenómenos naturales adversos, principalmente asociado a oleaje extraordinario por tormentas tropicales.</li> <li>• Cambios desfavorables en la regulación, relacionados a precio, despacho y período preferente.</li> </ul>

Ilustración 4. Matriz de análisis FODA.

Elaboración: los autores.

## **Capítulo 4. Plan de Marketing.**

### **4.1 Planteamiento de Objetivos de EEUPAC.**

Nuestros objetivos están planteados a mediano y largo plazo, debido a que se quiere incrementar la participación en el mercado de la generación eléctrica a partir de la energía undimotriz, considerada una energía renovable no convencional, aprovechando lo dispuesto en la Regulación 004/11.

#### **4.1.1 Objetivo general.**

Obtener el registro de participación en la generación de energía eléctrica, según lo dispuesto en la regulación No. CONELEC 004/11, mediante un parque undimotriz en la localidad de la isla Jambelí.

#### **4.1.2 Objetivos específicos.**

- Incrementar la participación en la generación eléctrica mediante energía undimotriz, de acuerdo al cupo disponible del 6% de la capacidad instalada y operativa de los generadores del Sistema Nacional Interconectado.
- Desarrollar tecnología propia aplicable a convertidores undimotrices, utilizando tecnologías robustas en la generación de energía, como generadores eléctricos de imanes, turbinas, sistemas hidráulicos, etc.
- Mejorar la eficiencia de los convertidores undimotrices, adaptándola a los diferentes regímenes de oleaje de la costa ecuatoriana.
- Utilizar materiales más resistentes y sustentables con el medio ambiente y la biota marina para la fabricación de convertidores undimotrices, por ejemplo hormigón flotante y poliuretanos de alta densidad resistentes a los rayos UV.
- Difundir y promocionar las ventajas de la energía undimotriz para la generación de energía eléctrica en las regiones de la costa y locaciones remotas.

## 4.2 Estrategias de la empresa.

Las estrategias son los caminos de acción de que dispone la empresa para alcanzar los objetivos previstos; éstas deberán ser bien definidas de cara a posicionarse ventajosamente en el mercado y frente a la competencia, para alcanzar la mayor rentabilidad a los recursos comerciales asignados por la compañía. Así mismo debe ser consciente de que toda estrategia debe ser formulada en base al inventario de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que existan en el mercado, así como de los factores interno y externos que intervienen y siempre de acuerdo con las directrices corporativas de la empresa.

Kotler, P. y Keller, K (2010), mencionan que las empresas cuya participación es pequeña con relación al mercado total pueden ser muy rentables si implementan una buena estrategia en la especialización de nichos. Estas organizaciones tienden a ofrecer un alto valor, cobrar precios elevados, lograr bajos costos de producción y desarrollar una cultura y una visión corporativa bastante sólida. Los especialistas de marketing de nichos deben ejecutar tres tareas: crear nichos, expandirlos y protegerlos.

Con lo anteriormente expuesto, las estrategias de la empresa, no solo para el proyecto en cuestión del parque undimotriz en Jambelí, sino para un abanico de proyectos undimotrices futuros serian:

Fase de Introducción (horizonte de 5 años): la ventaja de ser el pionero.

- Difundir las ventajas de la generación de energía eléctrica innovando mediante un parque undimotriz, a nivel local y nacional, mediante conferencias y transferencia de conocimientos previstos en la regulación, para dar a conocer el parque undimotriz y lograr la aceptación de los usuarios finales.
- Seleccionar al personal adecuado para los puestos clave y organizar un equipo de trabajo con fuerte formación técnica.
- Se deben implementar programas de capacitación y actualización del uso de la tecnología, a fin de mejorar los procesos actuales.

- Desarrollo de parámetros para evaluación de riesgos durante la construcción y servicio del parque undimotriz, con la participación de todo el personal, población y entidades públicas.

Fase de Crecimiento (horizonte de 10 años): la expansión de la empresa.

- Alianzas estratégicas con centros de estudio e investigación así como, para mejorar los procesos actuales, desarrollar tecnología propia y hacer más eficiente el funcionamiento del parque undimotriz.
- Alianzas estratégicas con empresas undimotrices extranjeras: crear convenios con empresas extranjeras para inversión y transferencia de tecnología, reduciendo la amenaza de ingreso de nuevos participantes.
- Modificar la difusión del uso del parque undimotriz, para incrementar la preferencia de los usuarios finales, en comparación con la eólica o solar fotovoltaica.
- Establecer mecanismos de inclusión y oportunidades de desarrollo, mediante programas sociales con la población, para crear una identificación y lealtad hacia la empresa.
- Incrementar la participación en el cupo disponible para la generación de energía prevista en la regulación, de un 6% de la capacidad instalada y operativa de los generadores del Sistema Nacional Interconectado para poblaciones cercanas o proyectando nuevas locaciones como Galápagos, Manta y Santa Elena.

Fase de Madurez (horizonte de 10 años): ampliar la cantidad de usuarios y mejorar las condiciones comerciales.

- Incrementar el desempeño funcional de los convertidores undimotrices, para mejorar la eficiencia de extracción de energía eléctrica y ampliarse a un mayor número de usuarios finales.
- Ofrecer mejores condiciones al cliente por kW-h de energía eléctrica suministrada, para continuar con la participación y preferencia en el segmento de mercado.

- Expansión hacia otros países, con una tecnología madura y eficiente.
- Diversificar la generación de energía eléctrica mediante otros recursos renovables no convencionales, similares a la undimotriz, por ejemplo la energía mareomotriz.

#### **4.3 Formulación de Programas, Implementación y Retroalimentación.**

Los programas que se implementen serán acordes a la fase de la empresa, y su horizonte de aplicación en años.

La revisión se realizará al final de cada año, donde se revisará el cumplimiento o incumplimiento de los objetivos fijados y las causas, para corregir los procedimientos el año siguiente. Adicionalmente se analizarán los cambios externos de entorno, con la finalidad de detectar posibles amenazas y oportunidades. De igual manera se analizarán los aspectos internos de la empresa, para detectar nuevas fortalezas y debilidades.

El Gerente de Operaciones será el encargado de elaborar el reporte de evaluación a final de cada año, con la colaboración de todo el personal y deberá ser presentado al Consejo de Administración.

Una vez que el reporte ha sido revisado por el Consejo de Administración, las recomendaciones y nuevos planes de acción serán comunicados a todo el personal involucrado, el primer mes de cada año, mismos que tendrán el compromiso de llevarlos a cabo en el año corriente.

La Gestión de riesgo es una actividad proactiva liderada por el Gerente de Operaciones, que involucra la participación de todo el personal. Esta gestión se realiza de forma permanente así como su seguimiento y retroalimentación.

## Capítulo 5. Análisis Técnico.

### 5.1 Energía y Potencia de las olas.

Al igual que la mayoría de energías renovables, la energía de las olas está distribuida de forma desigual según la zona geográfica (ilustración 5). Las regiones con mayor actividad se encuentran entre 30° y 60° de latitud, en ambos hemisferios, donde predominan los vientos del oeste. De este modo, las costas de mayor potencial energético por metro de costa son las de Alaska, Sudamérica, Irlanda, España, Portugal, Sudáfrica, Sudoeste de Australia y Nueva Zelanda.

La capacidad del oleaje de generar energía se mide con los parámetros de potencia, flujo de energía y potencia por metro de frente de ola (kW/m).



Ilustración 5. Mapa mostrando energía media de olas en kW/metro de frente de ola.

Fuente: [<http://www.seapower.ie/wave-energy/>].

### 5.2 Sistemas de aprovechamiento de la energía de las olas.

Una vez visto en el apartado anterior el gran potencial energético que ofrecen las olas, sería conveniente conocer en primer lugar cómo se puede absorber esta energía, para luego poder describir algunos de los métodos que existen para el aprovechamiento de la energía de las olas.

En aguas profundas, donde la velocidad de las olas sólo depende de la longitud de onda y la frecuencia de propagación es constante, la velocidad de las olas se

mantiene constante. De este modo, siendo la energía de una ola proporcional a su amplitud al cuadrado es lógico pensar que toda pérdida de energía de la ola lleva asociada una disminución de la amplitud.

Por tanto, para absorber la energía de la ola se debe diseñar el dispositivo de extracción de energía de modo que atenúe la ola o, en el caso límite, haga que la amplitud de la onda se haga cero (convertidores totalizadores o terminadores).

Para conseguir atenuar la onda, el sistema de absorción tiene que ser capaz de radiar una onda que interfiera de forma destructiva con la onda incidente. Por otro lado, es necesario que el fluido realice un trabajo sobre un cuerpo móvil o absorbedor para que haya transferencia de energía. Así pues, el cuerpo absorbedor es donde se produce esta transferencia de energía y donde se almacena, ya sea como energía potencial o energía cinética.

Todos los sistemas, dependiendo de las características del lugar, se diseñan dando prioridad a la frecuencia de operación o a la potencia máxima extraíble. Es decir, en aquellos lugares donde la variación de la frecuencia de las olas sea elevada, el sistema se diseña con un ancho de banda de resonancia amplio pero la potencia máxima extraíble será menor que la disponible en todas las situaciones.

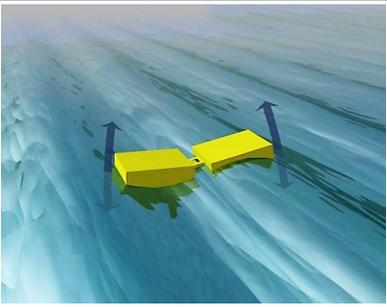
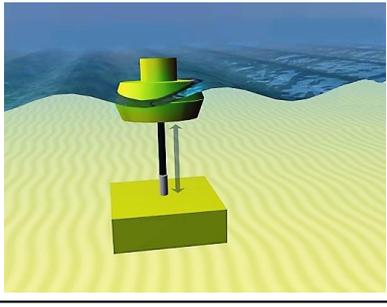
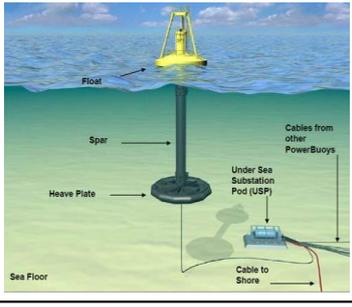
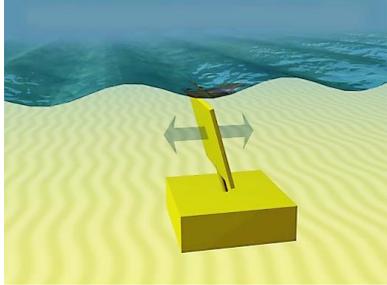
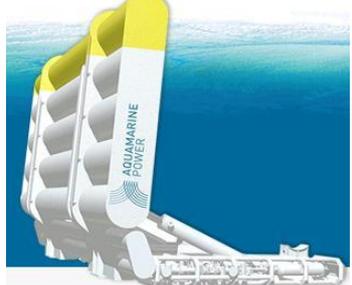
En cambio, en aquellos lugares donde la frecuencia sea más constante, el dispositivo se diseña para maximizar la potencia extraíble a esa frecuencia pero resultará poco eficiente para frecuencias distintas.

En definitiva, los distintos sistemas de extracción de energía de las olas tienen como primer objetivo transformar la energía del oleaje en energía útil. Deben funcionar de la manera más eficiente en las distintas frecuencias del oleaje y deben resistir las condiciones atmosféricas más adversas que puedan darse en el mar.

### 5.2.1 Estado del arte de la energía undimotriz.

De acuerdo con el EMEC (European Marine Energy Centre), las olas tienen el potencial de suministrar una fuente de energía completamente sustentable y convertirla en electricidad mediante los dispositivos WEC (Wave Energy Converters o Convertidores de Energía de Oleaje. Los WEC han sido diseñados para instalarse tanto en la costa hasta en aguas profundas.

Se identifican ocho tipos principales de dispositivos WEC (ilustración 6). Actualmente existe un gran número de tecnologías de diferentes organizaciones, empresas y centros de estudio que desarrollan estudios y tecnología para diferentes dispositivos undimotrices. Las Principales se ubican en Europa, Japón, Estados Unidos de América y Australia.

CLASIFICACIÓN	ILUSTRACIÓN	EJEMPLO DE TECNOLOGÍA
<p><b>1. ATENUADORES</b></p> <p>Dispositivo flotante que opera paralelo a la dirección de la ola y efectivamente se monta sobre la ola. Este dispositivo captura la energía del movimiento relativo de dos brazos a medida que la ola lo atraviesa.</p>		
	<p><a href="http://www.aquaret.com">www.aquaret.com</a></p>	<p><a href="http://www.pelamisenergy.com">www.pelamisenergy.com</a></p>
<p><b>2. ABSORBEDOR PUNTUAL</b></p> <p>Estructura flotante que absorbe energía de todas las direcciones de movimiento de la ola, ya sea sobre o cerca de la superficie del agua. Convierte el movimiento relativo de la boya, desde la parte superior hasta la base, en energía eléctrica.</p>		
	<p><a href="http://www.aquaret.com">www.aquaret.com</a></p>	<p><a href="http://www.oceanpowertechonogies.com">www.oceanpowertechonogies.com</a></p>
<p><b>3. CONVERTIDOR OSCILANTE</b></p> <p>Extrae energía de la oscilación del oleaje y del movimiento de las partículas. Los brazos oscilan como un péndulo montado en la unión de un pivote en respuesta al movimiento del agua de las olas.</p>		
	<p><a href="http://www.aquaret.com">www.aquaret.com</a></p>	<p><a href="http://www.aquamarinepower.com">www.aquamarinepower.com</a></p>

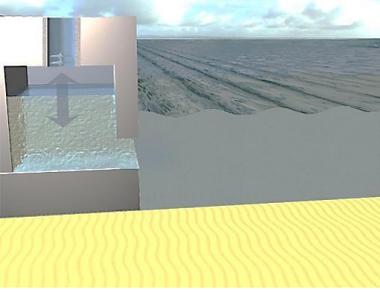
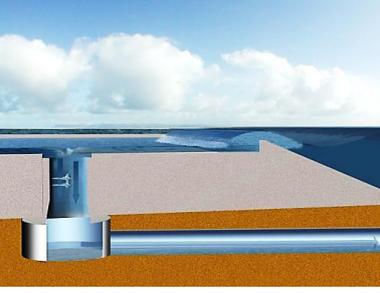
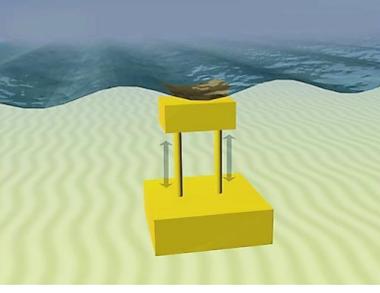
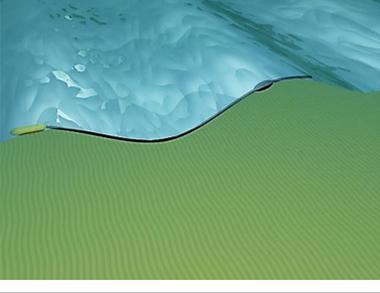
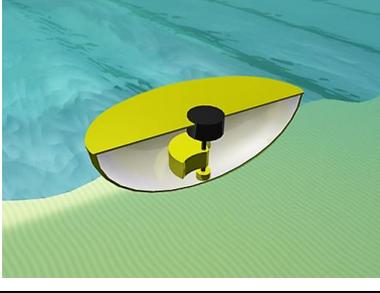
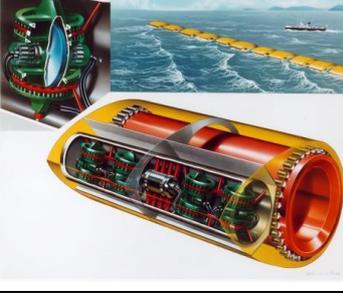
<p><b>4. COLUMNA DE AGUA OSCILANTE OWC (Oscillating Water Column)</b></p> <p>Estructura parcialmente sumergida la cual encierra una columna de agua. Las olas causan que el agua ascienda y descienda, ocasionando la compresión y descompresión de la columna de aire a través de una turbina para generar electricidad.</p>		
<p><b>5. DESBORDAMIENTO / TERMINADOR</b></p> <p>Capturan el agua a medida que las olas desbordan sobre un rompeolas dentro de un reservorio. El agua es regresada al mar pasando por una turbina, la cual genera electricidad.</p>		
<p><b>6. DIFERENCIALES DE PRESION</b></p> <p>El movimiento de las olas causan que la superficie del mar se eleve y decaiga por encima del dispositivo, induciendo una presión diferencial. Con esta presión diferencial el dispositivo bombea fluido a un sistema para generar electricidad.</p>		
<p><b>7. ONDA DE BOMBEO</b></p> <p>Es un tubo de goma lleno de agua, superficial a las olas. Al paso de las olas se crea una variación en la presión creando una protuberancia la cual se desplaza a través del tubo, la recolección de energía se realiza por medio de una turbina situada en la proa.</p>		
<p><b>8. MASA ROTATORIA</b></p> <p>El movimiento puede ser de cabeceo y balanceo. Este movimiento impulsa un peso excéntrico o un giroscopio causando el movimiento lento del eje alrededor de otro eje de giro debido a un par de torsión asociado a un generador eléctrico.</p>		

Ilustración 6. Clasificación EMEC de los convertidores de energía del oleaje.

Fuente: [www.emec.org.uk].

### 5.2.2 Tecnologías en desarrollo a nivel mundial.

A nivel mundial, la OES (Ocean Energy Systems), nombre abreviado de la iniciativa internacional en tecnología de energía oceánica, dependiente de la Agencia Internacional de Energía (IEA, International Energy Agency), tiene el objetivo de promover la cooperación mundial en temas energéticos, implementar acuerdos y regulaciones para el aprovechamiento de sistemas de energía oceánica, difundir los trabajos por países y empresas y publicar los avances mediante un reporte anual. El reporte anual, así como realización de eventos y noticias relacionadas con la industria se publican en el portal web de la OES [[www.ocean-energy-systems.org](http://www.ocean-energy-systems.org)].

Otra organización que promueve el intercambio de conocimiento relacionado a la generación eléctrica de la energía undimotriz a nivel mundial es la Open Wave Energy Project, la cual tiene como objetivo impulsar la colaboración y el desarrollo de la energía oceánica de las olas. En su portal web [[www.openwaveenergy.org](http://www.openwaveenergy.org)], se puede encontrar un directorio muy amplio de empresas, organizaciones y centros de estudios, con información útil para todo público en general, desde estudiantes y emprendedores hasta técnicos y empresas relacionadas.

### 5.2.3 Tecnologías en desarrollo Sudamérica.

Para el caso de Sudamérica, existen varios casos de emprendimiento y estudios realizados. Los más destacados son de Argentina, Brasil y Chile, como se muestra en las siguientes ilustraciones:

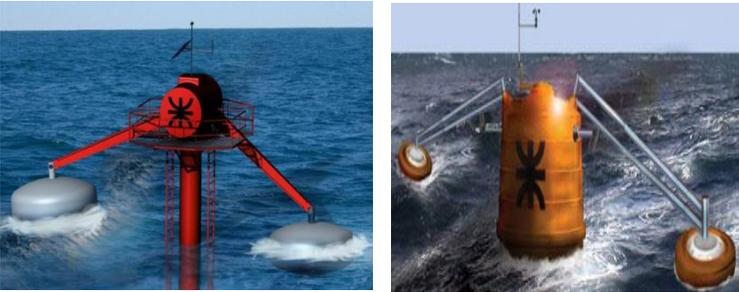
<p><b>ARGENTINA</b></p> <p><b>UTN Buenos Aires</b></p> <p>Se han desarrollado conceptos de dispositivos ya sea fijo o boya flotante.</p> <p>El director y co-director del proyecto son los ingenieros Mario Pelissero y Alejandro Haim.</p>	 <p><a href="http://www.mecanica.fbra.utn.edu.ar/undimotriz">www.mecanica.fbra.utn.edu.ar/undimotriz</a></p>
---	--

Ilustración 7. Dispositivos convertidores de energía de oleaje en Argentina.

<p><b>BRASIL</b></p> <p><b>PUERTO DE PECEM</b></p> <p>Consiste en dos brazos mecánicos con boya circular en la parte de contacto con el agua, situados sobre un rompeolas, los cuales se mueven en ascenso y descenso con las olas, accionando bombas hidráulicas, que mantienen un circuito cerrado de alta presión en una cámara hiperbárica, que a su vez alimentan a una turbina.</p>	 <p><a href="http://energiasrenovadas.com/central-undimotriz-en-brasil/">http://energiasrenovadas.com/central-undimotriz-en-brasil/</a></p>
---	---

Ilustración 8. Dispositivos convertidores de energía de oleaje en Brasil.

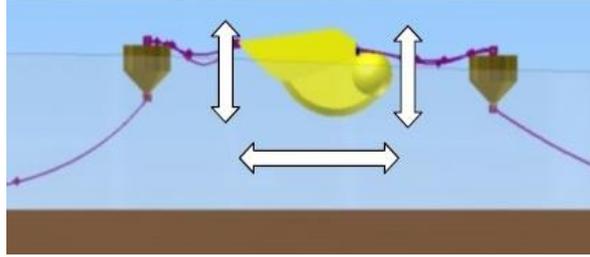
PAÍS	ILUSTRACIÓN
<p><b>CHILE</b></p> <p><b>WLEFKO</b></p> <p>Dispositivo ubicado sobre la línea de costa (inshore), éste genera electricidad al contacto de la rompiente de la ola.</p> <p>Desarrollado por Eduardo Egaña y Claudio Sala.</p>	 <p><a href="http://eduardoeganac.wix.com/wlfko04#!about-undimotriz/c4nz">http://eduardoeganac.wix.com/wlfko04#!about-undimotriz/c4nz</a></p>
<p><b>CHILE</b></p> <p><b>PELÍCANO</b></p> <p>Dispositivo flotante, genera electricidad con una masa rotatoria a base de péndulo.</p> <p>Desarrollado por JVA South Pacific Energy.</p>	 <p><a href="http://www.undimotrizchile.cl">www.undimotrizchile.cl</a></p>
<p><b>CHILE</b></p> <p><b>ETYMOL</b></p> <p>Dispositivo de tipo sumergido, genera electricidad a base de presión diferencial.</p> <p>Desarrollado por Lorenzo Sáenz, Director Administrativo de Etymol.</p>	 <p><a href="http://www.etymol.com">www.etymol.com</a></p>
<p><b>CHILE</b></p> <p><b>CIFUNCHO II</b></p> <p>Dispositivo de tipo atenuador, consiste en una boya circular con brazos que captan el movimiento de las olas para transformarlo en electricidad.</p> <p>Desarrollado por Ivan Dib, Director Ejecutivo de Ausind Ltda.</p>	 <p><a href="http://www.fch.cl/wp-content/uploads/2014/02/Presentacion_Energias_Marinas.pdf">www.fch.cl/wp-content/uploads/2014/02/Presentacion_Energias_Marinas.pdf</a></p>

Ilustración 9. Dispositivos convertidores de energía de oleaje en Chile.

### 5.3 Disponibilidad energética en la costa de Ecuador.

En noviembre de 2010, el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR) firmó un convenio específico de Cooperación Técnica Interinstitucional con el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) y el Instituto Nacional de Preinversión (INP). Los objetivos específicos del proyecto se enmarcan en los siguientes puntos:

- Examinar las fuentes de datos nacionales e internacionales para desarrollar una base de datos que superpone las características de las olas y flujo de las corrientes marinas, con sus atributos más relevantes y las limitaciones a saber para determinar las zonas más prometedoras en donde se puedan desarrollar proyectos de energía renovables en el perfil costanero e Insular.
- Identificar las tecnologías existentes en la actualidad para generar energía eléctrica a través de las olas, corrientes marinas y energía cinética de ríos con sus características mínimas necesarias, para comparar su aplicabilidad con las características existentes en el perfil Costanero e Insular y su posible aplicación en el Ecuador.
- Realizar la caracterización en los ríos de la costa aptos para la explotación con fines de generación eléctrica para servicio de la comunidad.

Además se establece que el Instituto Nacional de Preinversión (INP) financiará el estudio descrito mientras que el INOCAR ejecutará el mismo, el MEER por su parte a través de la Subsecretaría de Energía Renovable y Eficiencia Energética (SEREE) efectuará la supervisión de los estudios.

El “Estudio de la energía de las olas, corrientes y energía cinética de los ríos en el Ecuador para la generación eléctrica” se publicó en el año 2013 y está disponible para su consulta pública en el portal web del INP<sup>3</sup>. A continuación se reproducen algunos fragmentos del estudio, relacionado con el oleaje:

---

<sup>3</sup> INP (2013). Estudio de la energía de las olas, corrientes y energía cinética de los ríos en el Ecuador para la generación eléctrica. [versión PDF].

URL <http://www.preinversion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2014/05/Estudio-de-la-energia-de-olas-corrientes-y-energia-cinetica-de-rios-en-el-Ecuador-para-generacion-electrica.pdf>

### Antecedentes:

- El INOCAR desarrolló un estudio que permitió caracterizar las olas, ríos, y corrientes marinas y determinar el estado del arte de la tecnología disponible para generación de energía eléctrica.
- El trabajo se efectuó mediante el levantamiento de información existente, adquisición de información internacional de las características de olas y corrientes marinas de instituciones especializadas.

### Introducción:

- El estudio de las características de las olas se fundamentó en información internacional adquirida al centro Europeo ECMWF, información de altímetros SAR e información in-situ recolectada por el Instituto Oceanográfico.

### Área de estudio:

- Se consideraron dos áreas de estudio: la primera, correspondiente al perfil costanero, incluyendo el mar territorial hasta las islas Galápagos, comprendida entre 1°S y 1°N, y -105°W y -75°W; y, la segunda, incluye a los ríos de la Costa.

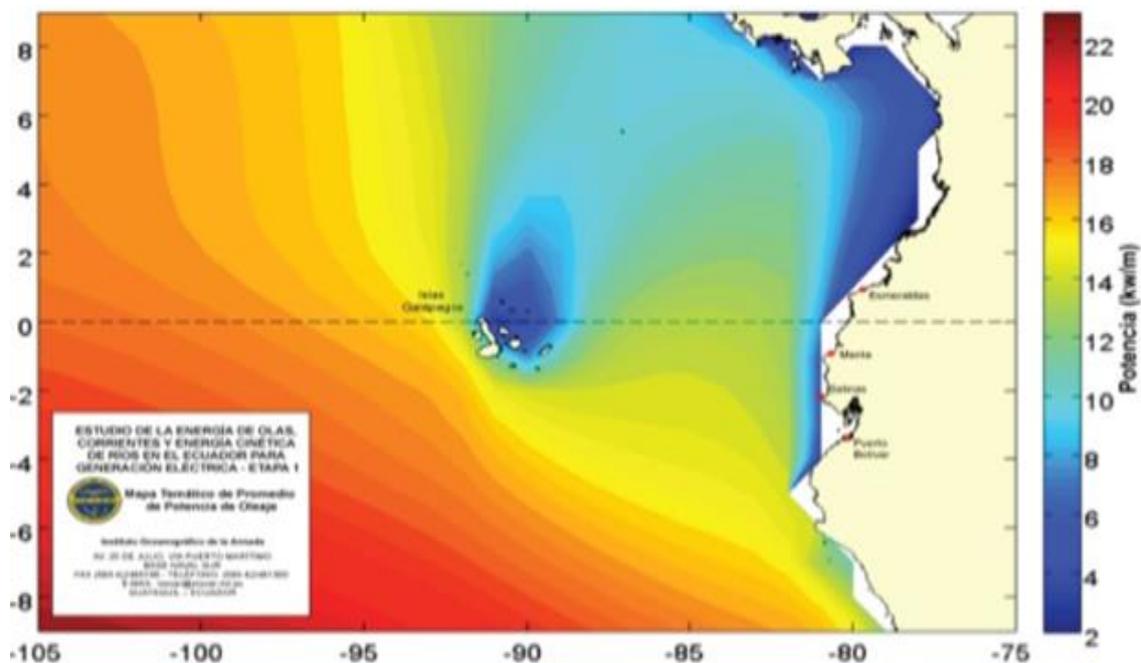


Ilustración 10. Potencia del Oleaje en mar territorial Ecuador.

Fuente: INP (2013).

### **Caracterización de las condiciones del mar:**

- Las condiciones de las olas en sitios específicos de aguas profundas (más de 2000 m), frente a las costas de Galápagos, sur Esmeraldas y Guayas, muestran que las alturas se mantienen constantes, por lo que las posibilidades de obtener energía de olas son favorables. Sin embargo, es necesario conocer el comportamiento de las olas frente a las costas del Ecuador, en aguas someras, en profundidades inferiores a 150m.
- Con respecto al contenido energético del oleaje en una gran parte del mar territorial ecuatoriano, el valor está alrededor de los 14 kW/m, en promedio. En la zona del noroeste de Esmeraldas y noreste del archipiélago, los valores se muestran algo más bajo, mientras que en la zona del suroeste de Galápagos, el contenido energético es, en general, más alto.

### **Tecnologías disponibles para generación de electricidad con energía de olas:**

- La energía que un dispositivo sea capaz de extraer vendrá sujeta a limitaciones de tipo tecnológico, que harán imposible el aprovechamiento íntegro de todo el flujo de energía del oleaje existente. La matriz energética de salida de un mecanismo está condicionada, fundamentalmente, por las características del prototipo que se analice y por el clima de oleaje de la zona.

### **Conclusiones:**

- Las condiciones de oleaje en el Mar Territorial Ecuatoriano son muy favorables para el aprovechamiento de su energía. Los cálculos preliminares indican que la energía del oleaje en la zona es interesante, tanto en cantidad como en calidad.
- En cuanto al contenido energético del oleaje, en una gran parte de los puntos más cercanos al continente (próximos a los puntos del contorno), se puede decir que está alrededor de los 14kW/m, en promedio.
- En esta primera etapa de estudio del oleaje se ha logrado determinar la poca variabilidad de la altura de olas que ingresan hacia el mar ecuatoriano, y que podrían mantenerse en aguas más someras, lo que indicaría que en caso de que existiese la tecnología apropiada, se contaría con una fuente cuasi constante y permanente.

## 5.4 Análisis de las condiciones de oceánicas en la isla Jambelí.

Dentro de éste análisis de las condiciones oceánicas, se tomarán en cuenta la ubicación geográfica, la marea, corrientes, oleaje, profundidad y la dinámica costera.

### 5.4.1 Ubicación geográfica.

El archipiélago de Jambelí, conformado por quince islas conocidas como: Bocas, Callejones, Chupadores, Costa Rica, De los Ojos, El Gato, Jambelí, La Plata, Pangol, Patria, Payana, Playón, Pollos, San Gregorio y Tembleque. Posee un área aproximada de 293 Km<sup>2</sup>. La longitud de la línea de costa hacia el mar es de 45.03 km y posee una anchura promedio de 8 a 10 km en su sector Sur, 4 a 5 km en su sector Medio y 1 a 4 km en su sector Norte. Está limitada al norte por el Golfo de Guayaquil, al sur por el canal de Jambelí, al este por el Canal Santa Rosa y al oeste por el Golfo de Guayaquil y el Océano Pacífico.

El área de estudio cubre toda la zona costera occidental de la Isla de Jambelí desde la punta norte hacia el sur abarcando unos 10 km. de longitud de playa entre las coordenadas 603784 E, 9636634 N y 607941 E, 9645215 N, esto es entre el sector del Faro al norte y el estero El Bravito al sur.

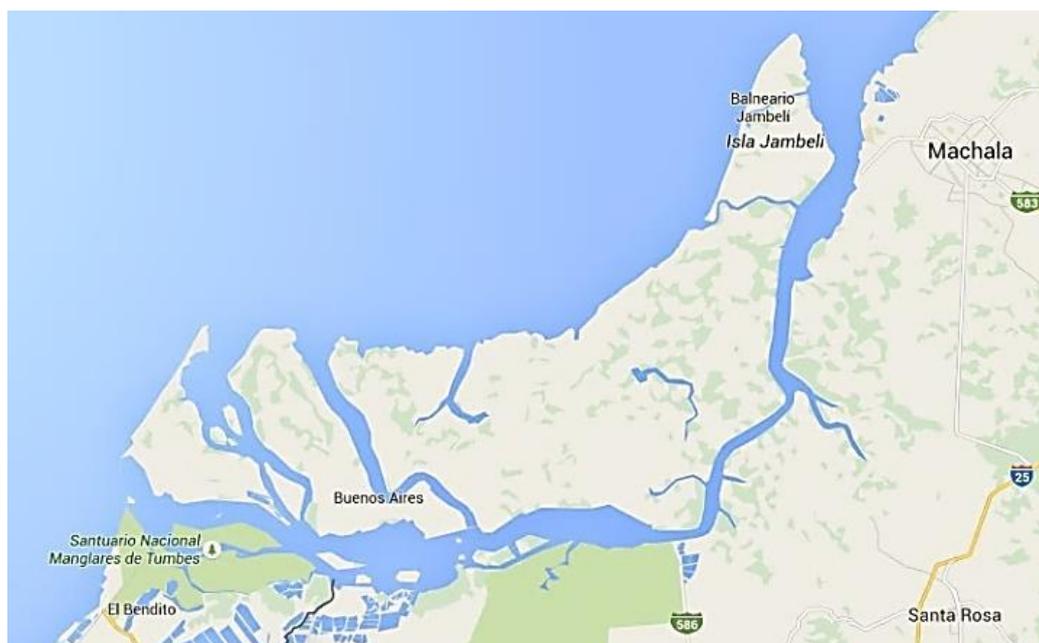


Ilustración 11. Ubicación Geográfica del Archipiélago de Jambelí.

Fuente: Google Maps (2015). [[www.googlemaps.com](http://www.googlemaps.com)]

## 5.4.2 Marea.

El plano de referencia vertical crítico, y por lo tanto el más significativo para el análisis y diseño de obras portuarias y marítimas, es el MLWS (Mean Low Water Spring).

Cuando el sistema Tierra Luna y Sol se alinean y la Luna y El Sol están en el mismo lado, entonces se producen las mayores atracciones sobre las masas líquidas, entonces es cuando se producen los denominados aguajes o Mareas de Sicigia. Esto ocurre dos veces en el mes y tenemos las mayores pleas y las menores bajas es decir las *Pleamares y Bajamares de Sicigia*, que se producen luego (2 días) del paso de la Luna por el meridiano del Lugar y tienen una duración de 2 o 3 días, Las pleamares y bajamares que se producen fuera de los periodos de Aguajes, se las denomina *Mareas de Cuadratura*.

Si en un periodo de observación de mareas (mínimo un mes), tomamos solamente las Bajamares de Sicigia, y sacamos un promedio, obtenemos el MLWS.

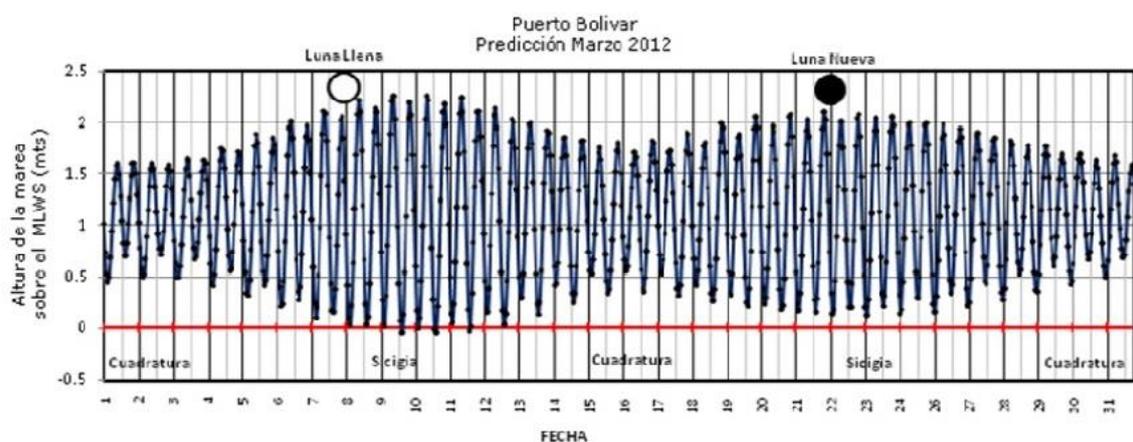


Ilustración 12. Curva de mareas predicha de la estación de Puerto Bolívar.

Fuente: Rosero, J. (2012). (Datos obtenidos con el Software XTIDE).

El INOCAR, Instituto Oceanográfico de la Armada, publica en su portal web [[www.inocar.mil.ec/mareas/](http://www.inocar.mil.ec/mareas/)] una tabla de mareas anual, donde para el Archipiélago de Jambelí se utilizan los datos de Puerto Bolívar por su cercanía. En este anuario de mareas se puede observar que la altura máxima de la marea entre pleamar y bajamar

para el año 2015 es de 3.5 metros, registrada el 21 de marzo a las 17:48 horas, con nivel de referencia el MLWS, que se dan con la marea de sicigia. Esta altura solo se presenta una vez al año, por lo que podríamos concluir que el promedio de altura máxima de marea es de 2.97 metros, según las referencias dadas en la carta náutica I.O.A. 1081 aproximación a Puerto Bolívar.

TABLA II.- PREDICCIÓN DIARIA DE MAREAS EN EL ECUADOR

PUERTO BOLÍVAR 2015

ENERO						FEBRERO						MARZO								
DIA	HORA H.M.	ALT. MTS.	DIA	HORA H.M.	ALT. MTS.	DIA	HORA H.M.	ALT. MTS.	DIA	HORA H.M.	ALT. MTS.	DIA	HORA H.M.	ALT. MTS.	DIA	HORA H.M.	ALT. MTS.			
1	0112	2.6	16	0023	2.4	1	0256	2.5	16	0203	2.6	1	0133	2.3	16	0021	2.4			
JU	0728	0.4	VI	0648	0.7	DO	0902	0.5	LU	0814	0.5	DO	0743	0.8	LU	0640	0.7			
	1410	2.6		1316	2.3		1547	2.7		1454	2.7		1431	2.5		1316	2.6			
	1959	0.7		1913	1.0		2137	0.7		2050	0.7		2028	0.9		1924	0.9			
2	0216	2.6	17	0130	2.5	2	0347	2.6	17	0306	2.7	2	0238	2.4	17	0139	2.6			
VI	0826	0.4	SA	0747	0.6	LU	0947	0.4	MA	0908	0.3	LU	0842	0.7	MA	0747	0.6			
	1510	2.7		1422	2.5		1631	2.8		1550	2.9		1524	2.6		1426	2.8			
	2059	0.7		2017	0.8		2219	0.6		2143	0.4		2119	0.8		2028	0.7			
3	0312	2.7	18	0232	2.6	3	0429	2.7	18	0401	2.9	3	0329	2.6	18	0246	2.8			
SA	0917	0.3	DO	0841	0.4	MA	1026	0.3	MI	0958	0.1	MA	0928	0.6	MI	0845	0.4			
	1602	2.8		1520	2.7	○	1708	2.9	●	1640	3.2		1607	2.8		1525	3.1			
	2149	0.6		2112	0.6		2256	0.5		2231	0.2		2159	0.7		2123	0.4			
4	0401	2.7	19	0327	2.7	4	0506	2.7	19	0453	3.1	4	0411	2.7	19	0345	3.0			
DO	1001	0.2	LU	0930	0.2	MI	1101	0.3	JU	1044	-0.1	MI	1006	0.5	JU	0937	0.2			
○	1646	2.9		1611	2.9		1740	2.9		1726	3.4		1643	2.9		1616	3.3			
	2233	0.5		2201	0.5		2330	0.5		2317	0.1		2234	0.6		2211	0.2			
5	0444	2.7	20	0418	2.9	5	0540	2.8	20	0541	3.2	5	0447	2.8	20	0437	3.2			
LU	1042	0.1	MA	1017	0.0	JU	1134	0.3	VI	1130	-0.1	JU	1040	0.4	VI	1025	0.0			
	1726	2.9		1659	3.1		1810	3.0		1810	3.4	○	1714	2.9	●	1703	3.4			
	2312	0.5	●	2248	0.3								2306	0.5		2257	0.0			
6	0522	2.8	21	0507	3.0	6	0002	0.4	21	0001	0.0	6	0520	2.8	21	0526	3.3			
MA	1119	0.1	MI	1102	-0.1	VI	0611	2.8	SA	0628	3.2	VI	1112	0.4	SA	1112	0.0			
	1801	2.9		1744	3.2		1206	0.3		1215	-0.1		1743	3.0		1748	3.5			
	2349	0.4		2334	0.2		1838	3.0		1853	3.4		2336	0.4		2341	-0.1			

Ilustración 13. Altura máxima de marea registrada en Puerto Bolívar.

Fuente: INOCAR (2015). [<http://www.inocar.mil.ec/mareas/>]

### 5.4.3 Corrientes marinas.

Las aguas marinas ecuatorianas se encuentran en una zona de convergencia y mezcla de dos sistemas acuáticos. Las masas de agua subtropicales, fomentadas por la corriente de Humbolt, relativamente fría y más salina, pasando a la corriente Sur Ecuatorial y las masas tropicales, fomentadas por el flujo de aguas cálidas y con salinidad baja provenientes del Golfo de Panamá, conocido como Contracorriente Ecuatorial.

Del “Estudio de la energía de las olas, corrientes y energía cinética de los ríos en el Ecuador para la generación eléctrica”, se determinó que las zonas con mayores velocidades son: el Estero Salado, canales entre Posorja y Puná y el Canal entre Puná y la Puntilla de Jambelí (en las provincias de Guayas y El Oro). La dirección de las

corrientes es función de la marea. Tienen dirección norte durante el flujo con una magnitud de 110 cm/seg en sicigia. Las corrientes se dirigen hacia el sur en reflujos.

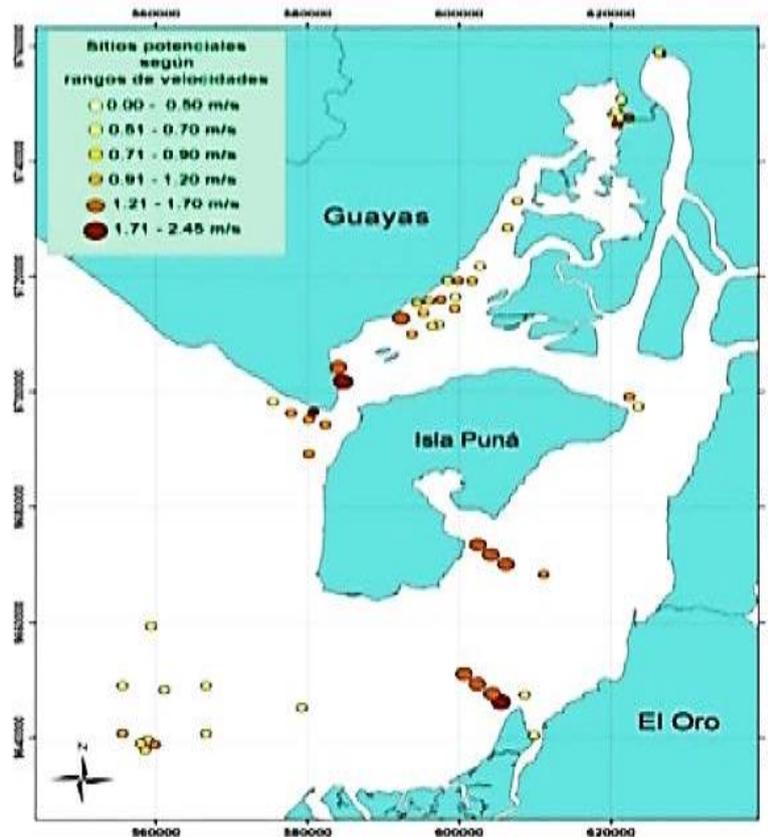


Ilustración 14. Zonas con mayor velocidad de corrientes en Ecuador.

Fuente: INP (2013).

#### 5.4.4 Dinámica Costera.

Dentro del Archipiélago de islas, es notable la dinámica costera en la isla Jambelí. Esta isla en particular ha presentado erosiones muy notables a lo largo de los años, lo que ha representado riesgo a la población y la infraestructura local.

Rosero, J. (2012), menciona que en la isla Jambelí predominan los procesos de erosión, siendo el oleaje y los cambios en el nivel de mar los causantes de este problema, de tal forma que eventos anómalos, tales como El Niño o tormentas tropicales del Pacífico, ocasionan severos daños en pocas horas o días.

En la Punta Jambelí se evidencia un proceso de erosión acelerado, el cual ha sido comprobado con los datos geológicos tomados y observados en campo. La energía de las olas es el principal controlador del desarrollo y de los cambios producidos en las playas. En las playas con alta energía la acción de las olas es fuerte, mientras que en las playas con baja energía la acción de las olas es de menor intensidad.

En la parte norte y sur de la isla, en pequeños tramos, el manglar tiene presencia escasa cerca de la playa pero está siendo destruido por el oleaje del mar.



Ilustración 15. Borde costero enfrentando la acción del oleaje.

Fuente: Rosero, J. (2012).

Casi todos los sectores de costa observados, presentan en cierto grado indicios directos o indirectos de erosión costera, es decir de una pérdida del material de la berma ocasionando un ingreso de la línea de costa hacia el interior de la isla, evidenciados por los siguientes aspectos:

1. Reemplazo de la barrera natural que constituye el manglar por zonas pobladas y por piscinas camaroneras con sus respectivos muros, rompiendo de esta forma el equilibrio natural, permitiendo el ingreso del mar tierra adentro, especialmente en las zonas más bajas y de mayor dinamismo marino.
2. Inundación de zonas habitadas, (camaroneras, obras civiles y muelles).
3. Aproximación paulatina del mar a estructuras de ayudas a la navegación que fueron construidas a prudente distancia de la orilla.
4. Destrucción de obras de protección provisional para los muros de las camaroneras adyacentes al mar.
5. Grandes movimientos litorales de arena del mar depositada en diversas áreas a lo largo de la playa.



Ilustración 16. Jambelí (A) Fotografía Punta Norte (B) Imagen satélite Punta Norte.  
Fuente: Rosero, J. (2012).

Debido a la gran dinámica oceánica que presenta la parte norte de la isla Jambelí, expuesta al oleaje del mar, en el año 2011 inició la construcción de una serie de escolleras y espigones para mitigar los efectos de la erosión. Concluida la obra en 2013, el perfil de la playa ha aumentado, protegiendo la parte turística de la isla, en una longitud de 1000 metros, medidos entre espigones.



Ilustración 17. Escolleras y espigones de protección costera en Jambelí.  
Fuente: los autores (2015).

#### 5.4.5 Oleaje.

El estudio más reciente que se tiene respecto al oleaje de la Isla Jambelí, se llevó a cabo en 2010, denominado “Estudios y diseños de las obras de protección y recuperación de la playa de la isla Jambelí”, llevado a cabo mediante un convenio de cooperación interinstitucional entre la SNGR, Secretaría Nacional de Prevención de Riesgo y la ESPOL, Escuela Superior Politécnica del Litoral, por intermedio de su CADS, Centro del Agua y Desarrollo Sostenible. Este estudio para llevar a cabo la construcción de escolleras y espigones mencionados anteriormente.

Dentro del estudio se explica la metodología seguida para determinar la altura de ola significativa ( $H_s$ ), el período significativo ( $L_s$ ) y la dirección del grupo de olas que inciden en las costas de la Isla Jambeli. Debido a que en el año 2010 no se tenían equipos de medición de olas (olígrafos) que permitirían contar con información del comportamiento del régimen de olas en el sitio, la determinación de estos parámetros se llevó a cabo mediante simulaciones numéricas. Las mediciones en sitio corresponden a olas de surf o rompiente, en el veril de los 6 m, para el diseño de las escolleras, por lo cual no se consideran representativas del oleaje swell.

- **Cálculo mediante simulaciones numéricas.**

El análisis de datos de olas (altura y período) corresponden al modelo *Wavewatch III*, cuyos resultados son dispuestos en el sitio web [[www.buoyweather.com](http://www.buoyweather.com)]. Como punto de referencia para Jambelí, se determinó la posición  $3^\circ$  S -  $81.25^\circ$  W, que es donde el modelo tiene el punto de grilla más cercano al sitio (buoyweather.com denomina a estos puntos de grilla cercanos a la costa como “boyas virtuales”).

*Wavewatch III* es un modelo de olas de tercera generación desarrollado por la NOAA y el Centro Nacional de Predicción Ambiental (NCEP).

El período de estudio comprende desde enero del 2008 hasta diciembre del 2009, y su criterio de selección se basó en la disponibilidad de datos para la fecha convenida de entrega del reporte. Bajo estas condiciones, se tienen dos años de registros de olas, lo que supone un número de datos cercano a 5,840, ya que el modelo es corrido para generar una salida cada tres horas.



Ilustración 18. Posición de la boya virtual relativa al Ecuador ( $3^{\circ}$  S –  $81.25^{\circ}$  N).

Fuente: CADS (2010).

Luego de practicar un proceso de control de calidad subjetivo y semi-automático, se detectaron algunas inconsistencias en el registro, las más graves de ellas fueron las relacionadas con salidas erróneas del modelo (todas las variables tenían valores igual a 0). Al depurar el fichero de datos, se eliminaron 2,075 registros, quedando para su uso 3,765 registros.

Los promedios mensuales de las variables de olas y viento en estudio se muestran en la tabla 9. La altura del swell promedio oscila entre 1.58 m y 2.11, encontrándose su máximo en el mes de Agosto. Así mismo, el período de la onda ronda los 13-14 s, mientras que su ángulo de aproximación es, predominantemente SSW (210 grados magnéticos).

En cuanto al viento, se encuentra que existen diferencias importantes entre la estación seca y lluviosa: en la primera, la velocidad es mucho menor (3 m/s), mientras que en la segunda, oscila entre 5.75 m/s. Esto se explica debido a que en la estación seca, el Anticiclón del Pacífico Sur se encuentra con mucha mayor actividad que durante la estación invernal, lo que también implica en promedio valores más altos de Hs del swell en la estación seca (1.96 m vs. 1.68 m) para el

punto de grilla del Golfo de Guayaquil, que es donde se ubica geográficamente la salida del modelo.

Mes	Hs Surf Rompiente (m)	Hs Swell Aguas Prof. (m)	Ts Swell (s)	Dir Swell (grados)	Viento Vel. (m/s)
Enero	1.59	1.58	13.85	215	3.99
Febrero	1.62	1.60	13.94	215	2.96
Marzo	1.85	1.85	13.70	215	3.00
Abril	1.73	1.77	13.67	210	3.39
Mayo	1.77	1.78	13.58	205	4.38
Junio	2.11	2.04	14.19	215	5.72
Julio	1.97	1.93	13.27	210	5.69
Agosto	2.12	2.11	13.69	205	5.97
Septiembre	1.95	2.03	13.39	210	5.75
Octubre	1.91	1.91	13.85	210	5.43
Noviembre	1.90	1.87	13.37	210	5.36
Diciembre	1.63	1.70	13.53	210	5.53

Tabla 9. Resumen del análisis de tendencia central por mes, olas y viento.

En las tablas 10, 11 y 12 se puede observar la probabilidad y probabilidad de excedencia de la altura significativa promedio Hs, período significativo Ts, y dirección de aproximación de la ola. En éstos podemos anotar que la mayor frecuencia de Hs se da en el intervalo de clase 2-1.5 m. En cuanto al período significativo más frecuente, éste se ubica entre el 12-14 (52%) y 14-16 (30%). Para la dirección de aproximación, los intervalos de clase más frecuentes fueron 200-210 y 210-220 (SSW). Ambos suman un 67% de ocurrencia.

Intervalo Max.	Intervalo Min.	Frecuencia	Probabilidad	Probabilidad excedencia
4.0	3.5	0	0.00	1.00
3.5	3.0	0	0.00	1.00
3.0	2.5	86	0.02	0.98
2.5	2.0	982	0.26	0.74
2.0	1.5	1993	0.53	0.47
1.5	1.0	704	0.19	0.81
1.0	0.0	0	0.00	1.00

Tabla 10. Hs promedio del swell.

Fuente: CADS (2010).

Intervalo Max.	Intervalo Min.	Frecuencia	Probabilidad	Probabilidad excedencia
8	10	14	0.0037	0.9963
10	12	361	0.0959	0.9041
12	14	1972	0.5238	0.4762
14	16	1136	0.3017	0.6983
16	18	263	0.0699	0.9301
18	20	15	0.0040	0.9960

Tabla 11. Ts del swell.

Fuente: CADs (2010).

Intervalo Min.	Intervalo Max.	Frecuencia	Probabilidad	Probabilidad excedencia
200	210	1249	0.3317	0.6683
210	220	1271	0.3376	0.6624
220	230	412	0.1094	0.8906
230	240	74	0.0197	0.9803
240	250	31	0.0082	0.9918
250	260	12	0.0032	0.9968
260	270	14	0.0037	0.9963
270	280	16	0.0042	0.9958
280	290	14	0.0037	0.9963
290	300	41	0.0109	0.9891
300	310	60	0.0159	0.9841
310	320	1	0.0003	0.9997
320	330	0	0.0000	1.0000
330	340	0	0.0000	1.0000
340	350	0	0.0000	1.0000
350	360	0	0.0000	1.0000

Tabla 12. Dirección de aproximación del swell.

Fuente: CADs (2010).

- **Conclusiones**

La estadística obtenida de la boya virtual en aguas profundas, indica que los promedios mensuales oscilaron entre 2.12 y 1.59 m que corresponde al 98% de los casos, el mes de agosto presenta una mayor frecuencia de las máximas alturas. Se considera también que el 72% de los eventos presentan alturas de hasta 1.75 m como rango medio.

Con esa distribución se considera como altura significativa  $H_s = 1.75$  m. El periodo de las olas varió entre 12 y 16 seg., con un  $T_s = 14$  seg. El periodo de

retorno de la ola de 50 años es de 3.1 m. La dirección de las olas en aguas profundas es de 210 – 215 grados.

#### 5.4.6 Profundidad.

En la investigación realizada, no se cuentan con estudios de batimetrías recientes realizadas en la Isla Jambelí. Por tal motivo, se consultó el Plan Cartográfico Costero, disponible en el portal web del INOCAR, el plano I.O.A 108, correspondiente a Golfo de Guayaquil – Isla Santa Clara – Archipiélago de Jambelí.

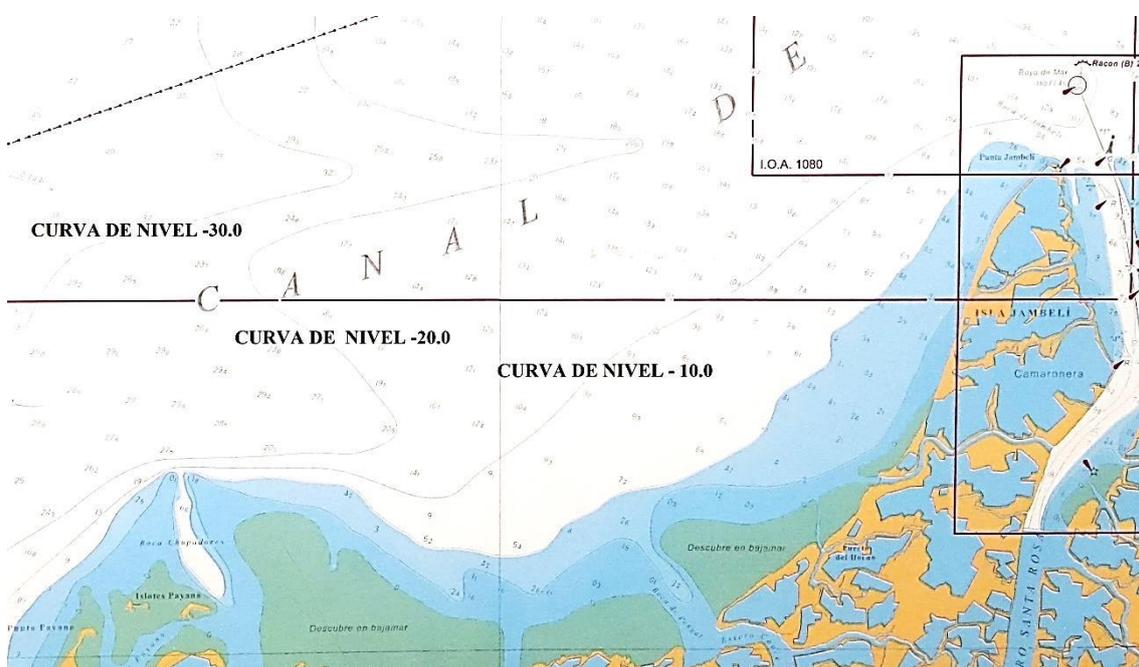


Ilustración 19. Plano Cartográfico Costero IOA 108.

Fuente: INOCAR (1983-2007)

[[http://www.inocar.mil.ec/cartografia/plan\\_cartografico.php](http://www.inocar.mil.ec/cartografia/plan_cartografico.php)]

De la ilustración anterior, se observa que las profundidades hacia el Canal de Jambelí son poco profundas, siendo la parte sur de la isla la de mayor profundidad llegando al veril o curva de nivel -20.0 m a menos de 1 km de distancia.

En el mismo plano IOA 108, se indica que las profundidades están referidas al MLWS (marea mínima de sicigia), y que éstas pueden variar constantemente debido a los sedimentos que aportan el río Guayas y el estero El Salado.

### 5.5 Cálculo de la demanda de energía eléctrica en Jambeli.

De acuerdo con información de CNEL, el Oro, la demanda de las islas que conforman el archipiélago Jambelí, se muestra en la siguiente tabla:

PROV.	CANTON	SECTOR	RUTA	CLIENTES	Consumo mensual k.W.h.	Kw
7	1	3	65	110	36721	51,00
7	1	3	70	29	3166	4,40
7	1	3	75	24	2282	3,17
7	1	3	80	34	4978	6,91
7	1	3	85	21	1507	2,09
7	1	3	90	16	408	0,57
7	1	3	95	135	132010	183,35
7	7	31	5	75	11651	16,18
7	7	31	10	90	8814	12,24
<b>TOTAL</b>				<b>534</b>	<b>201537</b>	<b>279,91</b>

Tabla 13. Demanda energía eléctrica Jambelí. Enero 2015.

Fuente: CNEL El Oro (2015).

Esta información fue solicitada a CNEL el Oro, y debido a que no es información disponible al público, se realizó la gestión con el Director de Comercialización, Econ. Alexander Patiño, quien nos proporcionó la tabla anterior, correspondiente al mes de enero de 2015. Intencionalmente se solicitaron los datos del mes de Enero, ya que es el de mayor demanda por motivo del feriado de año nuevo.

En una visita realizada a Jambelí, se solicitó a los negocios cercanos nos mostraran planillas de CNEL, donde se pudo confirmar lo anterior.

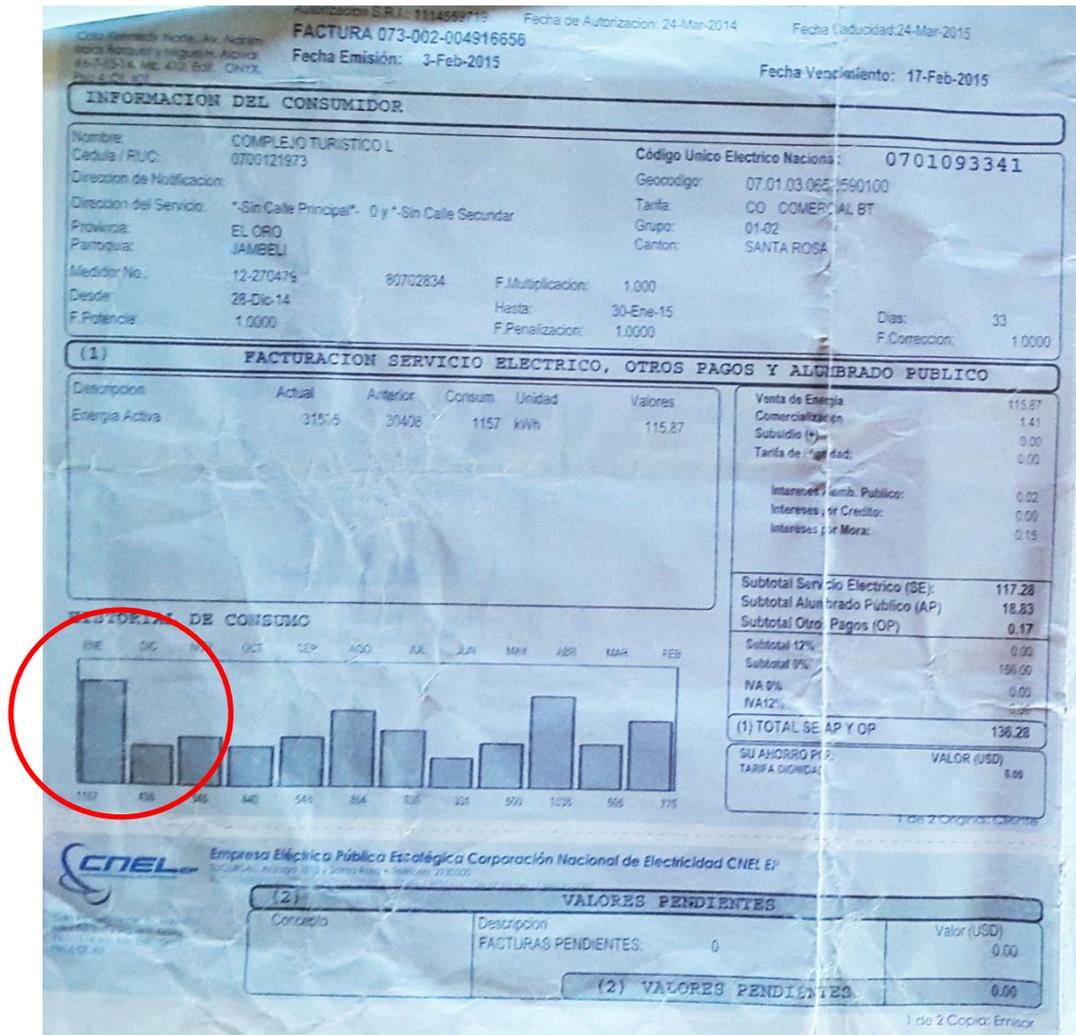


Ilustración 20. Planilla de consumo eléctrico Jambelí.

Fuente: los autores (2015).

Aunque en la tabla 13 no se especifica el destino cada ruta, se aprecia que la demanda máxima es de 201,537 kW-h.

Ahora bien, este dato es un promedio, ciertamente existen picos de demanda al día, principalmente en las mañanas y en las tardes, ocasionado principalmente por la actividad familiar. Para cubrir la demanda en las horas pico, se considera un 30% de aumento en la demanda, esto es:  $(201,537) (1.3) = 261,998$  kW-h. Si este valor se transforma en potencia mensual:  $(261,998) / (24 \text{ horas}) (30 \text{ días}) = 363.88$  kW.

Redondeando el valor anterior, se necesitaría una potencia instalada de 360 kW, para cubrir las necesidades de la isla Jambelí.

## 5.6 Selección del convertidor undimotriz.

En las secciones anteriores se ha revisado los principios del fenómeno del oleaje, así como los dispositivos actuales que permiten el aprovechamiento de la energía de las olas, y las características oceánicas del lugar donde se va a instalar. Todos estos factores son indispensables para determinar el dispositivo undimotriz que pueda trabajar bajo esas condiciones de forma eficiente y segura. Además de analizar las condiciones oceánicas, se hace mención de dos características propias de la costa cercana a la isla Jambelí:

1. Poca visibilidad a poca profundidad, debido a que forma parte de un sistema de desembocadura de los ríos cercanos con un gran contenido de sólidos en suspensión. Esta característica dificulta la instalación de equipos submarinos, así como su mantenimiento.
2. Adherencia o Incrustación de vegetación submarina, debido al ecosistema de manglar que predomina en la Isla Jambelí. Esta característica dificulta el funcionamiento de equipos debajo del agua, ya que el mecanismo convertidor de energía puede verse obstruido, reduciendo su eficiencia e incrementando la frecuencia de su mantenimiento.

Tomando en cuenta todas las condiciones oceánicas se determina que la mejor ubicación del dispositivo undimotriz sea hasta 1 km de distancia, donde la poca visibilidad y la incrustación vegetal no se eliminan, solo pueden tener un efecto menor. Además, ésta distancia se considera *nearshore*, cercana a la costa, y cumple con la definición de aguas profundas, donde la profundidad es muy superior al período de la ola ( $h > L/2$ ).

A continuación, se hace una matriz (tabla 14) donde se analiza cada dispositivo convertidor de oleaje en funcionamiento bajo las diferentes condiciones oceánicas del lugar.

FUNCIONAMIENTO DE EQUIPO UNDIMOTRIZ	Oleaje (H = 0,65 m; T = 5 seg)	Corrientes Marinas (Vel = 1,21 a 2,5 m/s)	Variación de Marea (3,2 m)	Ubicación Nearshore (hasta 1 km de distancia de la costa)	Poca visibilidad	Adherencia / Incrustación vegetación y fauna
1. ATENUADORES	SI	SI	SI	SI	SI	SI
2. ABSORBEDOR PUNTUAL	SI	NO	NO	SI	NO	NO
3. CONVERTIDOR OSCILANTE	NO	NO	NO	SI	NO	NO
4. COLUMNA DE AGUA OSCILANTE OWC (Oscillating Water Column)	SI	SI	NO	NO	SI	SI
5. DESBORDAMIENTO / TERMINADOR	NO	SI	SI	SI	SI	NO
6. DIFERENCIALES DE PRESION	NO	NO	NO	SI	NO	NO
7. ONDA DE BOMBEO	SI	SI	SI	SI	SI	NO
8. MASA ROTATORIA	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 14. Matriz de Funcionamiento vs. Condiciones oceánicas.

Elaboración: los autores (2015).

En la propuesta se va a considerar el convertidor de oleaje tipo atenuador desarrollado por un grupo interdisciplinario integrado por investigadores, docentes y alumnos pertenecientes al Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN-Regional Buenos Aires) bajo la coordinación de los ingenieros Mario Pelisseo y Alejandro Haim, quienes han proporcionado la información técnica de su prototipo undimotriz en investigación.

El diseño del dispositivo es muy simple: consta de un cuerpo fijo donde se aloja el sistema electromecánico unido a un par de brazos de palanca que tienen adosadas una boya a cada uno de sus dos extremos.

Sobre el funcionamiento, las grandes boyas copian el movimiento ondulatorio del mar, subiendo y bajando al compás de las ondas. De esta manera, logran capturar la energía de ese movimiento que se trasmite por medio de los brazos de palanca al sistema electromecánico central, donde se genera la corriente eléctrica. Posteriormente, la energía captada y transformada en electricidad es trasladada en forma soterrada mediante un cableado submarino hasta la costa.



Ilustración 21. Imagen virtual convertidor undimotriz UTN.

Fuente: Pelisseo, M. Haim. A. (2015).

[<http://www.mecanica.frba.utn.edu.ar/energiaundimotriz/>]

De forma general, las características físicas del convertidor UTN:

- Largo del cuerpo fijo: 3 metros.
- Diámetro de las boyas: 3 metros.
- Peso de las boyas: 10 Ton.
- Largo de brazo: 6 metros.

Estas dimensiones están diseñadas para funcionar con un oleaje de 1.5 a 2 metros de amplitud de onda, particularidad propia del mar de Argentina, además se van a ubicar a 4 km de la costa, donde el impacto visual es casi nulo.

Tomando en cuenta lo anterior, es fácil suponer que no pueden aplicarse los mismos parámetros de dimensionamiento para la costa de la isla Jambelí, cuyo oleaje es menor en amplitud de onda, además de la variación en altura de la marea, por lo que su dimensionamiento debe modificarse. El nuevo diseño se considerará dentro de la evaluación financiera, como un estudio de rediseño para adaptarlo a las condiciones particulares de la isla Jambelí.

A partir de este punto, se supondrá que el mecanismo electromecánico funciona de igual forma, con los parámetros de oleaje y longitud particulares de la isla Jambelí.

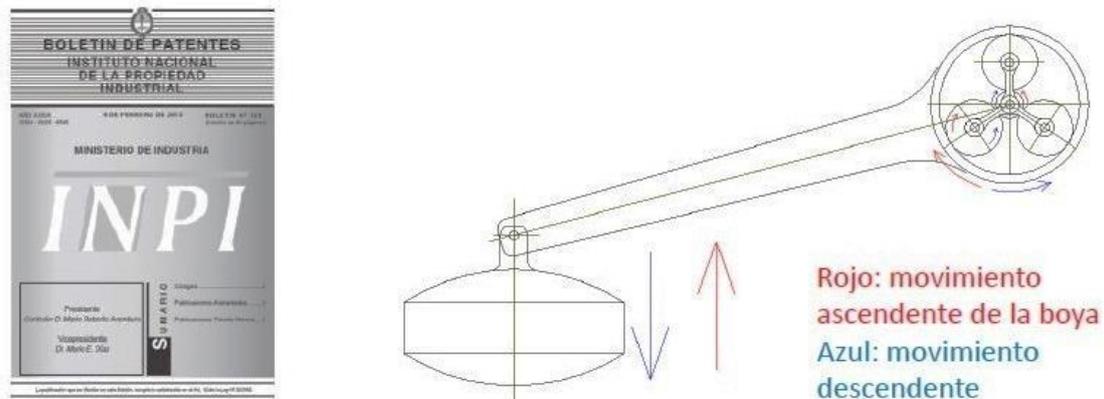


Ilustración 22. Funcionamiento de brazo y boya UTN.

Fuente: Pelisseo, M. Haim. A. Tula, R. (2015).

[<http://www.mecanica.frba.utn.edu.ar/energiaundimotriz/>]

En la ilustración 22 se muestra el mecanismo transformador del movimiento vertical de la boya en movimiento circular mediante un multiplicador planetario.

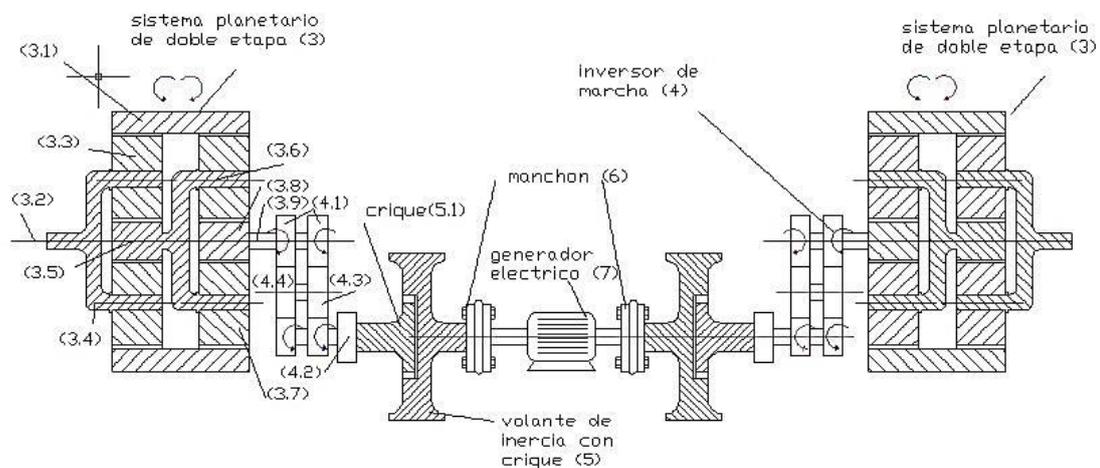


Ilustración 23. Corte de mecanismo interno convertidor UTN.

Fuente: Pelisseo, M. Haim. A. Tula, R. (2015).

[<http://www.mecanica.frba.utn.edu.ar/energiaundimotriz/>]

En la ilustración 23 se muestra el corte de los mecanismos: transformación de un movimiento circular oscilatorio ondular bidireccional en un movimiento circular cuasi uniforme.

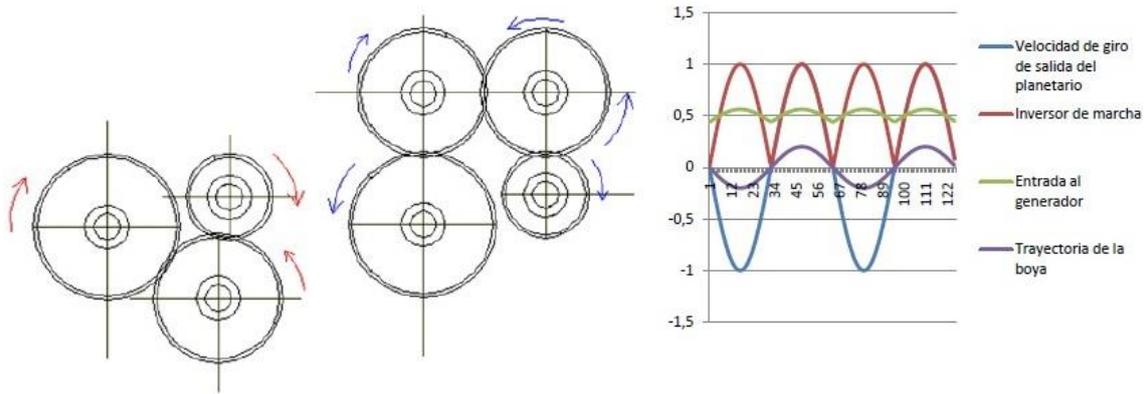


Ilustración 24. Sistema unificado de marcha convertidor UTN.

Fuente: Pelisseo, M. Haim. A. Tula, R. (2015).

[<http://www.mecanica.frba.utn.edu.ar/energiaundimotriz/>]

En la ilustración 24, se muestra el funcionamiento del sistema unificador de marcha, las gráficas de la velocidad de giro de salida del planetario, inversor de marcha, trayectoria del oleaje y entrada al generador.

### 5.7 Cálculo de la potencia del giro.

Para el cálculo de la potencia de giro, se utiliza la ecuación:

$$P = \frac{EP}{T} = \frac{m g H}{T} \quad [ kW ] \quad (\text{ec. 5.21})$$

Dónde:

$m$  = masa de la boya = 10 Ton = 10,000 kg.

$g$  = aceleración de la gravedad =  $9.81 \text{ m/s}^2$ .

$H$  = altura de la ola = 1.75 m.

$T$  = período de la ola = 14 s. Se utiliza  $T/2$  porque son 2 boyas.

Sustituyendo los valores en la ec. 5.21, tenemos:

$$P = ((10000)(9.81)(1.75))/(14/2) = \frac{171,675}{7} = 24.525 \quad [ kW ]$$

A la Potencia obtenida, se considera un 25% en pérdidas por variación de oleaje, por lo que la Potencia Real sería:

$$P = (24,5)(0.75) = 18.375 \text{ [ kW ]}$$

Como se vio en el apartado 5.5, la demanda eléctrica de la isla Jambelí es de 360 kW, por lo que se necesitaría instalar un parque undimotriz con 20 convertidores UTN.

$$P = (20)(18.375) = 367.5 \text{ [ kW ]}$$

Cada dispositivo genera electricidad en un voltaje bajo, por ejemplo 220 V. Toda la energía producida se concentra en un punto cercano a los dispositivos, donde un transformador convierte el voltaje a 13,800 V, esto es, media tensión. Posteriormente se transmite la energía a tierra, con pérdidas despreciables por la distancia (2 km promedio). La energía eléctrica se entrega al Sistema Nacional Interconectado en media tensión. Posteriormente, mediante transformadores que ya se tienen instalados en los postes, la energía es entregada a cada usuario en 110 o 220 V.



Ilustración 25. Distribución de energía eléctrica en Jambelí.

Fuente: los autores (2015).

## **5.8 Usos alternativos del parque undimotriz.**

### **Protección Costera.**

Los parques undimotrices ayudan a la protección costera reduciendo el oleaje. Si bien la ubicación del parque undimotriz está relacionada con las condiciones de mayor extracción de energía, puede analizarse su ubicación para incrementar la protección de las costas y reducir los efectos nocivos hacia la población cercana.

### **Producción de agua potable.**

Es posiblemente, el mejor uso de la energía del oleaje, si existe una demanda adecuada para este tipo de recurso. La desalación se puede efectuar por procesos:

- Térmicos (evaporación, destilación)
- Eléctricos (electrodialisis)
- Fisicoquímicos (ósmosis inversa), utilizando directamente la energía mecánica producida por el oleaje).

El proceso de ósmosis inversa consiste básicamente en que el agua del mar atraviesa una membrana semipermeable, que retiene las sales disueltas. La presión del agua es del orden de 55 bars, y la energía necesaria del orden de 6 kW/m<sup>3</sup>. La mayoría de los diseños actuales de sistemas para conversión del oleaje son aptos para generar altas presiones de agua, habiéndose diseñado algunas bombas de alta presión, como la denominada Delbuoy, que lo fue expresamente para ósmosis inversa en la universidad de Delaware.

### **La extracción de minerales en el fondo del mar.**

En Japón se está estudiando la extracción de minerales en altamar. Se estima que con 1 kWh de energía del oleaje, se podría extraer uranio para 10 kWh en una planta nuclear. También se puede pensar en la fabricación de aluminio en alta mar.

### **Perforación profunda para extracción de petróleo.**

Se han descubierto nuevas reservas de petróleo en aguas de hasta 1000 metros de profundidad. La tecnología de perforación requiere energía para trabajar y la undimotriz es la mejor opción para cubrir esta necesidad.

## **Capítulo 6. Análisis Administrativo**

### **6.1 Plan de organización y recursos humanos.**

El Plan de Organización y de Recursos Humanos tiene como finalidad analizar, seleccionar, evaluar y controlar los recursos humanos en la empresa. Para ello, se deberá elaborar un organigrama y definir las funciones, tareas, responsabilidades y perfil de cada puesto de trabajo, así como las políticas reclutamiento, selección, contratación, formación y motivación del personal.

#### **6.1.1 Concejo de administración – socios.**

El proyecto tiene como miembros del Consejo de Administración y a la vez socios, a diez profesionales con formación en distintos campos de la Ingeniería, con master en Administración y Dirección de Empresas en distintas especialidades (Negocios Internacionales, Dirección Financiera y Marketing), provenientes de distintos países (España, Ecuador, México, Colombia, Perú y Argentina) y experiencia laboral en distintos sectores (Consultoría, Banca y Seguros, Tecnología, Petróleo, etc.), lo cual enriquece la aportación que cada uno hará al proyecto.

#### **6.1.2 Organigrama.**

El organigrama que define la estructura organizacional de EEUPAC, Empresa Eléctrica Undimotriz del Pacífico está contemplado en una estructura vertical con una organización funcional, con ventajas en la especialización y coordinación de actividades con igual objetivo. La estructura se compone por una cabeza que es el Concejo de Administración, seguido de un Gerente de Operaciones el cual dirige las actividades de jefatura, contable/ finanzas, taller y electromecánico. La Jefatura Contable / Finanzas tiene a cargo una secretaria/auxiliar, la Jefatura de Taller tiene a su cargo un Bodeguero, Operador de equipo Liviano y un Ayudante, y el Jefe Electromecánico el cual tiene a su cargo un Maestro Mecánico, Eléctrico y Soldador y cinco ayudantes.

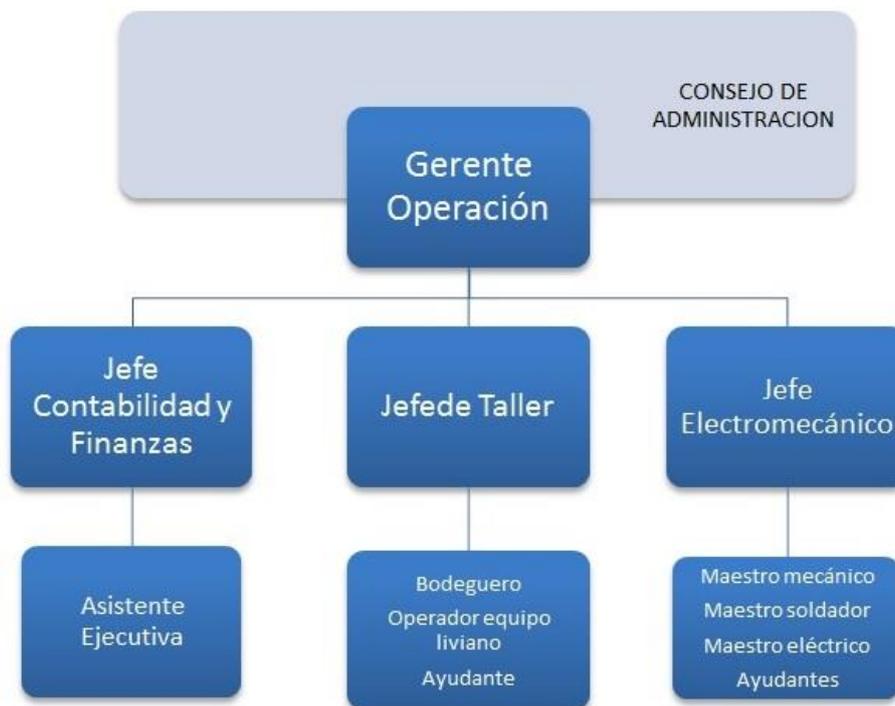


Ilustración 26. Organigrama empresa EEUPAC.

Elaboración: los autores (2015).

## 6.2 Perfil de los puestos.

El personal estimado para cada cargo varía de acuerdo a la Dirección a la que pertenece y se definirá de acuerdo a los siguientes criterios:

### **Gerente de operaciones:**

- Experiencia previa como Gerente de Operaciones.
- Alto nivel de inglés.
- Formación en Ingeniería.
- Conocimiento y experiencia en el sector energético.
- Liderazgo de equipos.
- Mayor consideración si dicha experiencia es en el sector de Energía Renovable.
- Orientado a la fijación y consecución de objetivos.
- Habilidades de negociación.
- Carácter emprendedor, proactivo, extrovertido, empático y optimista.
- Disponibilidad para viajar.

**Asistente Ejecutiva:**

- Licenciado en ciencias económicas o empresariales.
- Habilidad para el análisis numérico.
- Alta capacidad de aprendizaje.
- Trabajo en equipo.
- Dominio en el uso del paquete de Microsoft Office.
- Persona responsable, dinámica, resolutiva y Pro activa.

**Jefe de Contabilidad y Finanzas:**

- Titulación superior.
- Experiencia previa en puestos similares.
- Amplios conocimientos fiscales y en asuntos legales.
- Experiencia en análisis de estudio de viabilidad y valoración económica empresarial.
- Orientación a objetivos y resultados.
- Capacidad para dirigir equipos.

**Jefe de taller:**

- Habilidad para el análisis numérico.
- Alta capacidad de aprendizaje.
- Trabajo en equipo.
- Dominio en el uso del paquete de Microsoft Office.
- Persona responsable, dinámica, resolutiva y Pro activa.

**Jefe electromecánico:**

- Experiencia previa en puestos similares.
- Amplios conocimientos técnicos eléctricos y mecánicos
- Experiencia en análisis de estudio de viabilidad y valoración económica empresarial.
- Habilidad para el análisis numérico.
- Alta capacidad de aprendizaje.
- Trabajo en equipo.

**Maestro eléctrico:**

- Formación en ingeniería eléctrica o similar.
- Experiencia previa en puesto similar.
- Disponibilidad para viajar.
- Alta disposición de aprendizaje.

**Maestro mecánico:**

- Formación en ingeniería mecánica o similar.
- Experiencia previa en puesto similar.
- Disponibilidad para viajar.
- Alta disposición de aprendizaje.

**Maestro soldador:**

- Formación en ingeniería soldadura en alta precisión o similar.
- Experiencia previa en puesto similar.
- Disponibilidad para viajar.
- Alta disposición de aprendizaje.

**Bodeguero:**

- Habilidad para el análisis numérico.
- Alta capacidad de aprendizaje.
- Trabajo en equipo.
- Dominio en el uso del paquete de Microsoft Office.
- Persona responsable, dinámica, resolutiva y Pro activa.

**Operador equipo liviano:**

- Experiencia previa en puesto similar.
- Alta disposición de aprendizaje.
- Persona responsable, dinámica, resolutiva y Pro activa.

**Ayudantes:**

- Alta disposición de aprendizaje.

- Persona responsable, dinámica, resolutive y Pro activa.

### **6.3 Política retributiva.**

Teniendo en cuenta la estrategia y los objetivos de EEUPAC, Empresa Eléctrica Undimotriz del Pacífico se ha diseñado una política retributiva que compense a nuestros empleados cuando se identifican con la cultura y valores de la organización, cuando son profesionales eficientes, eficaces y productivos, individuos que aporten día a día al crecimiento de la organización y cuando lideren cambios e ideas para un desarrollo sostenible y una mejora para el medio ambiente.

Por dichos motivos, la política retributiva de EEUPAC, Empresa Eléctrica Undimotriz del Pacífico está compuesta tanto por compensaciones económicas como por compensaciones emocionales.

EEUPAC, Empresa Eléctrica Undimotriz del Pacífico, busca potenciar el talento de sus empleados, que ellos se sientan identificados con la cultura y valores de la organización y den lo mejor de ellos para alcanzar los objetivos estratégicos.

De modo que dentro de la política retributiva, el tema de compensaciones emocionales es de vital trascendencia ya que recompensamos el esfuerzo y la obtención de resultados de nuestros empleados a través de programas de formación, de beneficio personal y familiar y de salud preventiva.

#### **6.3.1 Programas de formación.**

A través de estos programas, buscamos que nuestros empleados reciban una ayuda económica para llevar a cabo un estudio de postgrado, maestría, idiomas o cursos de actualización, independientemente de la formación que cada cargo recibe en la organización.

#### **6.3.2 Beneficios Personal y Familiar.**

Con el objetivo de que el empleado se sienta parte de la familia EEUPAC, Empresa Eléctrica Undimotriz del Pacífico y que ese mismo sentimiento sea extensivo a los

miembros de su familia, se diseñó este plan a fin de cubrir necesidades recreativas para el trabajador y su familia y de necesidades formativas para los miembros de la familia. De este modo se presente ofrecer paquetes turísticos a las familias de los trabajadores para las próximas vacaciones y ayudar con becas a los hijos y cónyuges de los trabajadores para mejorar su formación académica.

### **6.3.3 Programas de Salud Preventivo.**

Para EEUPAC, Empresa Eléctrica Undimotriz del Pacífico es indispensable y primordial que nuestros empleados tengan un estado de salud excelente, así como sus familiares. Por tal motivo, se diseñaron planes de salud con cobertura para los trabajadores y sus familias, en los cuales se ofrecen servicios de chequeos periódicos y planes dentales.

## **6.4 Políticas de personal.**

### **6.4.1 Selección.**

El primer objetivo es establecer las bases necesarias para desarrollar la selección del personal que permita incorporar en la plantilla al candidato potencialmente adecuado.

### **6.4.3 Proceso de Selección.**

La idoneidad de los candidatos a los puestos por cubrir, se evaluará por medio de:

- Currículum Vitae.
- Experiencia profesional.
- Perfil psicotécnico.
- Competencias.
- Aceptación, adaptación, aptitud y motivación del candidato por y para la empresa.
- Desarrollo potencial profesional de cada candidato (presente y futuro).

Dicho proceso constará de 3 etapas:

- Pruebas psicotécnicas y profesionales.
- Entrevista personal empresa de selección
- Entrevista personal por directivo departamental y de RRHH.

Cabe mencionar que el proceso de reclutamiento y selección será gestionado por una empresa externa, en colaboración con el encargado del área de RRHH y del departamento interesado.

#### **6.4.4 Contratación.**

Los nuevos empleados serán inicialmente contratados con el periodo de prueba marcado por ley y una vez superado éste disfrutarán de una política de contratos indefinidos con jornadas laborables flexibles.

#### **6.4.2 Reclutamiento.**

Existirá el reclutamiento interno, que se refiere al reclutamiento del personal que pertenece a la propia empresa, produciendo así ascensos, promociones, rotación y/o traslados. Tiene como ventaja la rápida detección de posibles candidatos, el mayor grado de fiabilidad por la evaluación previa del candidato en puestos anteriores y especialmente la motivación del personal.

En caso de que no se consiga internamente un candidato adecuado para cubrir el puesto el reclutamiento se realizará mediante:

- Anuncios en periódicos y revistas de tirada nacional o específicos del sector.
- Internet: Portales de empleo, networking , web específicas del sector
- Ferias, conferencias, charlas en universidades, escuelas y colegios profesionales.
- Agencias de empleo y selección de personal.
- Presentación de candidatos por contactos de empleados u otras organizaciones laborales o estudiantiles.

#### **6.4.5 Formación.**

En este apartado se tendrá en cuenta, tanto la formación necesaria para la correcta incorporación de nuevos empleados, así como la formación continua tan necesaria hoy en día en cualquier organización, no sólo para no quedar obsoletos, sino para conseguir el desarrollo personal y profesional que cada empleado pretenda alcanzar.

La plantilla inicial constará del personal con las aptitudes y actitudes más idóneas a nuestra estrategia y necesidades de empresa, por lo que la formación deberá ser muy puntual y en áreas técnicas definidas.

Sin embargo; a partir del tercer año y dependiendo de los proyectos y volumen de negocio, podremos diseñar un plan de formación para adecuar y/o promover al personal a otros puestos de mayor responsabilidad y formar a los nuevos empleados para ocupar los puestos inferiores.

Las fuentes que utilizaremos en materia de formación serán propias (a través de nuestro propio personal y por tanto no supondrán un desembolso económico adicional, aunque sí de costo de oportunidad) y ajenas, a través de cursos y / o programas de postgrado en escuelas de negocios u otras instituciones y cursos de formación.

Igualmente en este apartado, estableceremos una metodología de actuación que es la siguiente:

- Análisis de las necesidades.
- Análisis y definición de contenidos, con especificación de si se adquirirán conocimientos básicos (generales) o específicos.
- Búsqueda de los profesionales más adecuados para la impartición de los cursos (dentro de la organización o a través de empresas especializadas).
- Ejecución de los cursos.
- Evaluación de los conocimientos adquiridos.

#### **6.4.6 Motivación.**

La motivación del personal se llevará a cabo por tres vías:

- Conciliación de la vida laboral y familiar: a través de medidas como horarios flexibles, ofrecer permisos para estudios superiores, guardería, etc.

- Desarrollo personal y profesional: a través de la formación y de la promoción interna en la empresa.

En cuanto a la política de personal, se ha estimado su presupuesto a partir de un salario mensual para cada cargo y está repartido de la siguiente manera:

- Selección 70%
- Reclutamiento 10%
- Contratación 5%
- Formación 25%.

## Capítulo 7. Análisis Legal

El Estado ecuatoriano ha venido trabajando y planificando, en la forma de introducir este tipo de energías dentro de la matriz de generación eléctrica, y ha decidido delegar esta tarea a la empresa privada. Para cumplir con este propósito, se ha encargado a la entidad reguladora del sector eléctrico CONELEC (Consejo Nacional de Electricidad), crear las normas y regulaciones necesarias, para que la empresa privada sea quien invierta en las nuevas tecnologías, asociadas a este tipo de energías.

### 7.1 Regulación No. CONELEC-004/11.

Denominada “Tratamiento para la energía producida con Recursos Energéticos Renovables No Convencionales”, de fecha 14 de abril de 2011, de forma resumida, establece lo siguiente:

Que, el artículo 63 de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, establece que el Estado fomentará el desarrollo y uso de los recursos energéticos no convencionales a través de los organismos públicos, la banca de desarrollo, las universidades y las instituciones privadas;

Que, la seguridad energética para el abastecimiento de la electricidad debe considerar la diversificación y participación de las energías renovables no convencionales, a efectos de disminuir la vulnerabilidad y dependencia de generación eléctrica a base de combustibles fósiles;

Que, es de fundamental importancia la aplicación de mecanismos que promuevan y garanticen el desarrollo sustentable de las tecnologías renovables no convencionales, considerando que los mayores costos iniciales de inversión, se compensan con los bajos costos variables de producción, lo cual a mediano plazo, incidirá en una reducción de los costos de generación y el consiguiente beneficio a los usuarios finales;

Que, como parte de la equidad social, se requiere impulsar el suministro de la energía eléctrica hacia zonas rurales y sistemas aislados, en donde no se dispone de este servicio, con la instalación de centrales renovables no convencionales, distribuyendo los mayores costos que inicialmente estos sistemas demandan entre todos los usuarios del sector;

Que, para disminuir en el corto plazo la dependencia y vulnerabilidad energética del país, es conveniente mejorar la confiabilidad en el suministro, para lo cual se requiere acelerar el proceso de diversificación de la matriz energética, prioritariamente con fuentes de energía renovable no convencionales –ERNC-, con lo cual se contribuye a la diversificación y multiplicación de los actores involucrados, generando nuevas fuentes de trabajo y la transferencia tecnológica;

Que, como parte fundamental de su política energética, la mayoría de países a nivel mundial, vienen aplicando diferentes mecanismos de promoción a las tecnologías renovables no convencionales entre las que se incluyen las pequeñas centrales hidroeléctricas, lo que les ha permitido desarrollar en forma significativa este tipo de recursos;

Que, el artículo 64 de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, establece que el CONELEC dictará las normas aplicables para el despacho de la electricidad producida con energías no convencionales tendiendo a su aprovechamiento y prioridad;

Que, en la parte final del artículo 53 del Reglamento General de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, se establece que la operación de las centrales de generación que utilicen fuentes no convencionales se sujetará a reglamentaciones específicas dictadas por el CONELEC;

Que, el Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversión, publicado en el Suplemento del Registro Oficial No. 351 de 29 de diciembre de 2010, en su libro VI, Sostenibilidad de la Producción y Regulación con su Ecosistema, en sus artículos 233 al 235 establece disposiciones para el desarrollo, uso e incentivos para la producción más limpia; además que, en la disposición reformativa Cuarta se establece que se podrá

delegar a la iniciativa privada el desarrollo de proyectos de generación cuando sea necesario y adecuado para satisfacer el interés público, colectivo o general.

## **1. OBJETIVO**

La presente Regulación tiene como objetivo el establecimiento de los requisitos, precios, su período de vigencia, y forma de despacho para la energía eléctrica entregada al Sistema Nacional Interconectado y sistemas aislados, por los generadores que utilizan fuentes renovables no convencionales.

## **2. ALCANCE**

Para los efectos de la presente Regulación, las energías renovables no convencionales comprenden las siguientes: eólica, biomasa, biogás, fotovoltaica, geotermia y centrales hidroeléctricas de hasta 50 MW de capacidad instalada.

## **3. DEFINICIONES**

**Central a biomasa:** central que genera electricidad utilizando como combustibles: residuos forestales, residuos agrícolas, residuos agroindustriales y ganaderos y residuos urbanos.

**Central a biogás:** Central que genera electricidad utilizando como combustible el biogás obtenido en un digestor como producto de la degradación anaerobia de residuos orgánicos.

**Central convencional:** Central que genera electricidad utilizando como energía primaria las fuentes de energía que han tenido ya una larga trayectoria de explotación y comercialización a nivel mundial, como por ejemplo: agua, carbón, combustibles fósiles, derivados del petróleo, gas natural, materiales radioactivos, etc.

**Central eólica:** Central que genera electricidad en base a la energía cinética del viento.

**Central geotérmica:** Central que genera electricidad utilizando como energía primaria el vapor proveniente del interior de la tierra.

**Central no convencional:** Central que utiliza para su generación recursos energéticos capaces de renovarse ilimitadamente provenientes del: sol ( fotovoltaicas), viento (eólicas), agua, (pequeñas centrales hidroeléctricas), interior de la tierra (geotérmicas), biomasa, biogás, olas, mareas, rocas calientes y secas, las mismas que, por su relativo reciente desarrollo y explotación, no han alcanzado todavía un grado de

comercialización para competir libremente con las fuentes convencionales, pero que a diferencia de estas últimas, tienen un impacto ambiental muy reducido.

Central solar fotovoltaica: Central que genera electricidad en base a la energía de los fotones de la luz solar, que al impactar las placas de material semiconductor del panel solar fotovoltaico, desprenden los electrones de su última órbita, los mismos que al ser recolectados forman una corriente eléctrica.

Central solar termoeléctrica: Central que genera electricidad, a partir del calentamiento de un fluido mediante radiación solar (proceso térmico), el cual será usado en un ciclo termodinámico convencional tal como en una central térmica.

Central de Corrientes Marinas: Central que genera electricidad, utilizando como fuente primaria la energía cinética de las corrientes marinas.

Centrales Hidroeléctricas: Generación a base de centrales hidroeléctricas con capacidad instalada igual o menor a 50 megavatios.

#### **4. REQUISITOS DE PARTICIPACIÓN**

Cualquier interesado en desarrollar un proyecto de generación que utilice fuentes renovables como las descritas en el numeral anterior de la presente Regulación, podrá solicitar el tratamiento preferente como generador no convencional.

Los generadores hidroeléctricos, cuya capacidad instalada sea mayor a los 50 MW, no podrán acogerse a la presente Regulación.

El generador que desee acogerse a este sistema preferente, y para su proceso de calificación al interior del CONELEC, deberá presentar los siguientes requisitos:

1. Escritura de constitución de la empresa en la que se contemple como actividad social de ésta, la generación de energía eléctrica;
2. Copia certificada del nombramiento del representante legal;
3. Estudio de pre factibilidad del proyecto, calificado por el CONELEC. Deberán considerar dentro del estudio el uso óptimo del recurso, sin disminuir la potencialidad de otros proyectos que tengan relación directa con éste y puedan desarrollarse a futuro;

4. Memoria descriptiva del proyecto, con las especificaciones generales del equipo, tipo de central, ubicación, implantación general, característica de la línea de transmisión o interconexión cuando sea aplicable;
5. Forma de conexión al Sistema Nacional de Transmisión, o al sistema del distribuidor, o a un sistema aislado;
6. Certificación de Intersección del Ministerio del Ambiente que indique que el Proyecto se encuentra o no dentro del sistema nacional de áreas protegidas;
7. Copia certificada de solicitud y de la aceptación a trámite por uso del recurso, por parte del organismo competente; y
8. Esquema de financiamiento.

## **5. PROCEDIMIENTO DE CALIFICACIÓN Y OBTENCIÓN DEL TÍTULO HABILITANTE**

El generador no convencional deberá presentar al CONELEC, para la calificación, la documentación señalada en el numeral anterior y someterse al proceso indicado en esta Regulación.

El CONELEC, adicionalmente, en función del parque generador que cubre la demanda eléctrica del país podrá negar la solicitud del generador no convencional en caso se estime que la energía a entregarse no es necesaria, en las condiciones presentadas por el inversionista.

Una vez obtenido el certificado previo al Título Habilitante, por el cual se califica la solicitud de la empresa para el desarrollo y operación de un proyecto de generación, se determinará el plazo máximo que tiene el solicitante para la firma de contrato. Durante este periodo no se aceptará a trámite otro proyecto que utilice los recursos declarados por el primero.

Para la obtención del Título Habilitante, el proyecto calificado se someterá a lo descrito en la normativa vigente.

## **6. CONDICIONES PREFERENTES**

## 6.1 PRECIOS PREFERENTES

Los precios a reconocerse por la energía medida en el punto de entrega, expresados en centavos de dólar de los Estados Unidos por kWh, son aquellos indicados en la Tabla No. 1. No se reconocerá pago por disponibilidad a la producción de las centrales no convencionales.

Tabla No. 1

Precios Preferentes Energía Renovables en (cUSD/kWh)

CENTRALES	Territorio Continental	Territorio Insular de Galápagos
EÓLICAS	9.13	10.04
FOTOVOLTAICAS	40.03	44.03
SOLAR TERMOELÉCTRICA	31.02	34.12
CORRIENTES MARINAS	44.77	49.25
BIOMASA Y BIOGÁS < 5 MW	11.05	12.16
BIOMASA y BIOGÁS > 5 MW	9.60	10.56
GEOTÉRMICAS	13.21	14.53

## 6.2 VIGENCIA DE LOS PRECIOS

Los precios establecidos en esta Regulación se garantizarán y estarán vigentes por un período de 15 años a partir de la fecha de suscripción del título habilitante, para todas las empresas que hubieren suscrito dicho contrato hasta el 31 de diciembre de 2012.

Cumplido el periodo de vigencia indicado en el párrafo inmediato anterior, y hasta que se termine su plazo determinado en el título habilitante de las centrales renovables no convencionales operarán en el sector eléctrico ecuatoriano, con un tratamiento similar a cualquier central de tipo convencional, de acuerdo a las normas vigentes a esa fecha, con las siguientes particularidades:

- a) Para los generadores de la Tabla No. 1, el precio de venta de la energía de estas centrales después de concluido el periodo de precios preferente, se negociará con la normativa vigente a esa época.

### 6.3 DESPACHO PREFERENTE

El CENACE despachará, de manera obligatoria y preferente, toda la energía eléctrica que las centrales que usan recursos renovables no convencionales entreguen al sistema, hasta el límite del 6%, de la capacidad instalada y operativa de los generadores del Sistema Nacional Interconectado, según lo establecido la Regulación complementaria del Mandato 15. Para el cálculo de límite se consideran todas las centrales renovables no convencionales que se acojan a esta regulación, a excepción de las hidroeléctricas menores a 50 MW, las biomasas y las geotérmicas, las que no tendrán esta limitación.

Si el límite referido anteriormente se supera, con la incorporación de nuevas centrales no convencionales, éstas se someterán a la condiciones de las centrales convencionales en cuanto al despacho y liquidación.

En el caso se dicten políticas de subsidio o compensación tarifaria por parte del Estado, para el fomento a la producción de energías renovables no convencionales, podrá haber un despacho preferente sobre el 6% y hasta el porcentaje máximo que se determine en esas políticas.

Los generadores hidroeléctricos que se acojan a esta Regulación tendrán un despacho obligatorio y preferente.

## 7. CONDICIONES OPERATIVAS

### 7.1 PUNTO DE ENTREGA Y MEDICIÓN

El punto de entrega y medición de la energía producida por este tipo de plantas, será el punto de conexión con el Sistema de Transmisión o Distribución, adecuado técnicamente para entregar la energía producida.

La red necesaria para conectarse al sistema de transmisión o distribución, deberá estar contemplada en los planes de expansión y transmisión.

El sistema de medición comercial deberá cumplir con lo indicado en la Regulación vigente sobre la materia.

## 7.2 CALIDAD DEL PRODUCTO

Los parámetros técnicos para la energía eléctrica suministrada por estos generadores, en el punto de entrega al SNI, serán los mismos que los establecidos para los generadores convencionales, señalados en las Regulaciones, que sobre la materia, estén vigentes.

## 7.3 REQUISITOS PARA LA CONEXIÓN

En el punto de entrega, el generador debe instalar todos los equipos de conexión, control, supervisión, protección y medición cumpliendo con la normativa vigente sobre la materia y demás requisitos que se exijan en los instructivos de conexión del transmisor o del distribuidor.

## 7.4 PREVISIÓN DE ENERGÍA A ENTREGARSE

Los generadores que están sujetos al despacho centralizado, deben comunicar al CENACE, la previsión de producción de energía horaria de cada día, dentro de los plazos establecidos en los Procedimientos de Despacho y Operación, a efectos de que el CENACE realice la programación diaria.

Los generadores que no están sujetos al despacho centralizado, deberán cumplir con lo establecido en el Art. 29 del Reglamento de Despacho y Operación.

## 8. LIQUIDACIÓN DE LA ENERGÍA

El CENACE, sobre la base de los precios establecidos en las Tablas No. 1 de la presente Regulación, liquidará mensualmente los valores que percibirán los generadores no convencionales por la energía medida en el punto de entrega, bajo las mismas normas de liquidación que se aplica a generadores convencionales.

La liquidación realizada por el CENACE a los Distribuidores y Grandes Consumidores, deberá considerar el cargo correspondiente para remunerar a los generadores no convencionales, en forma proporcional a su demanda.

Para el caso se supere el 6% de la capacidad instalada y operativa de los generadores del mercado, con despacho preferente, el Estado asumirá el diferencial de costos (sobrecostos) entre el precio señalado en la presente Regulación y el valor medio del precio de contratos.

### 7.2 Conclusiones.

En opinión de Holger Barriga Medina, docente de la ESPOL, hay algunas razones por las cuales son atractivas este tipo de inversiones.

La primera es que las tecnologías actuales relacionadas con energía solar fotovoltaica y biomasa han madurado lo suficiente como para confiar plenamente en ellas, es decir, hay un grado de certidumbre alto, por todas las referencias mundiales existentes, principalmente en países como Alemania y España, que son líderes en investigación científica y uso de estas energías.

La segunda, tiene que ver con el plazo establecido en la regulación para la generación eléctrica, el cual se ha fijado en 15 años, y la consideración de que el Estado ecuatoriano, va a pagar el mismo precio en dólares americanos por cada kW-h (kilovatio-hora) generado durante todo ese tiempo; es decir hay una seguridad jurídica en cuanto a tiempo y precio, lo cual permite formular perfectamente un plan de

negocios, establecer los flujos de caja futuros del proyecto y calcular fácilmente el retorno sobre la inversión.

La tercera tiene que ver con las características de despacho preferente para este tipo de energías, es decir, que toda la energía eléctrica generada en estas condiciones, va a ser comprada en su totalidad, lo cual significa que toda la producción de energía limpia es aprovechada por el país y facturada por cada empresa privada.

Con este entorno adecuado, sustentado en las normas y regulaciones desarrolladas por CONELEC, además de las razones anotadas, se debería esperar que en dos o tres años, este sector privado se desarrolle progresivamente, creando puestos de trabajo, contribuyendo a la producción local, fomentando la soberanía energética y colocando al Ecuador dentro del contexto regional y mundial, como un país preocupado por el medio ambiente y sobre todo cumpliendo con su planificación maestra en el campo energético.

## Capítulo 8. Análisis Ambiental

El propósito de la evaluación ambiental es asegurar, al planificador, que las opciones de desarrollo bajo consideración sean ambientalmente adecuadas y sustentables, y que toda consecuencia ambiental sea reconocida pronto en el ciclo del proyecto y tomada en cuenta para el diseño del mismo. Es de vital importancia que el planificador tenga en cuenta el conjunto de elementos del sistema ambiental, que le permitan un análisis holístico de la situación a evaluar, tomando en cuenta las potencialidades y oportunidades con que cuenta.

La evaluación ambiental identifica maneras de mejorar ambientalmente los proyectos y minimizar, atenuar, o compensar los impactos adversos. Alertan pronto a los diseñadores del proyecto, las agencias ejecutoras, y su personal, sobre la existencia de problemas, por lo que las evaluaciones ambientales:

- Posibilitan tratar los problemas ambientales de manera oportuna y práctica;
- Reducen la necesidad de imponer limitaciones al proyecto, porque se puede tomar los pasos apropiados con anticipación o incorporarlos dentro del diseño del proyecto; y,
- Ayudan a evitar costos y demoras en la implementación producidos por problemas ambientales no anticipados.

Así mismo la evaluación ambiental permite ponderar las oportunidades de mejoramiento en la calidad y equilibrio de un sistema en función del factor antrópico que se ve afectado positiva o negativamente pero de manera directa.

De lo anterior, primeramente se van describir los principales recursos naturales de la isla Jambelí, y los impactos que se tienen sobre éstos actualmente.

### 8.1 Tipo de suelos.

El manglar se caracteriza por suelos salinos debido a las sales del agua del mar que son transportadas por el viento en forma de pequeñísimas partículas y depositadas en él, debido a las constantes inundaciones que ocasiona el mar. Predominan las fracciones areno-limosas; que en su mayoría tienen un pH neutro, dependiendo de la

presencia de sales y de materia orgánica, puede encontrarse en algunas muestras de moderado a fuertemente alcalinas o de moderado a fuertemente ácidas.

A continuación tenemos los tipos de suelos comunes en la isla Jambelí y los beneficios que brinda cada uno de los diferentes tipos para la producción de cultivos y de especies marinas (tabla 15).

Tipo de suelo	Características			Productos
	Color	Profundidad (cm)	Fertilidad	
Arena de playa	blanco	20	si	conchas y coco
Arena dulce	gris	2,5	si	maíz, sandía, melón, yuca, pepino, coco, tamarindo y ciruela
Arenosos	blanco	100	si	pepino, papaya, sandía, guaba, guanábana, guayaba, ciruela, tamarindo, melón
Lodo o fango	café - negro	70	si	concha, cangrejo, moluscos y crustáceos
Salitrales	gris - blanco	20	si	cangrejitos rojos
Arenosos fangosos	blanco	70	si	sandía, melón, ciruela, cereza

Tabla 15. Tipos de suelos y productos.

Fuente: Plan de desarrollo estratégico Jambeli (2012).

## 8.2 Hidrografía.

Las aguas marinas ecuatorianas se encuentran en una zona de convergencia y mezcla de dos sistemas acuáticos. Las masas de agua subtropicales, fomentadas por la corriente de Humbolt o Perú relativamente fría y más salina, pasando a la corriente Sur Ecuatorial y las masas tropicales, fomentadas por el flujo de aguas cálidas y con salinidad baja provenientes del Golfo de Panamá, conocido como Contracorriente Ecuatorial. (Plan de Manejo de Isla Costa Rica - 2007)

El Archipiélago de Jambelí tiene la influencia de varios sistemas hídricos como los ríos Pital que recoge las aguas del río Santa Rosa y el Buenavista; Zarumilla; Arenillas, Motuche y Jubones.

La zona está bañada por las aguas del Pacífico que colinda con el Santuario Nacional Manglares de Tumbes del Perú. (Fundación Arcoiris, 2001). Estas aguas luego

forman parte de los esteros y canales de la parroquia con nombres característicos. Estos son empleados como las vías principales de transporte hacia las ciudades vecinas de la provincia de El Oro.

No.	Estero	Extensión (km)	No.	Canales	Extensión (km)
1	Diluvio	3	10	Dos bocas	2
2	Chalen	4	11	Venado	
3	San Gregorio	3	12	Carey	
4	Chupador	7	13	Perdición	
5	Jesús María	2	14	Ballango	
6	Quientas lisas	3	15	Las casitas	6
7	El cruce	4	16	Las huacas	
8	El perro	1,5	17	La tortuga	
9	El Brujo	2	18	Gallinazo	

Tabla 16. Esteros y canales de la isla Jambelí.

Fuente: Plan de desarrollo estratégico Jambeli (2012).

### 8.3 Ecosistemas.

**Bosque seco tropical:** En Ecuador, los bosques de la Costa Pacífica son de importancia biológica mundial por su alto grado de especies de flora y fauna endémicas, es decir existentes solo en esta región. La zona se conoce como “Centro o Región de Endemismo Tumbesino” y está ubicado en las provincias de El Oro, Loja, Manabí y Guayas, extendiéndose hasta los Departamentos de Tumbes y Piura en el Perú. Estos bosques crecen en ciertas colinas y dependen de las lluvias, mas no de las aguas subterráneas.

**Manglares:** En Ecuador continental, los manglares pueden ser divididos en dos tipos de acuerdo al distinto nivel de precipitación: manglares de bosque húmedo y de bosque seco (o asociados a estos dos tipos de bosque) en la zona norte y sur de nuestro litoral respectivamente.

### 8.4 Especies no maderables.

En el Archipiélago de Jambelí estos tipos de especies matorrales y pequeñas forman parte de las huertas y de terrenos baldíos de tierras firmes y arenosas, las cuales

son empleadas en usos alimenticios, medicinales y domésticos. Estos tipos de plantas están plenamente adaptadas a la salinidad y a la temperatura de los bosques secos y manglares presente en lugar.

Especies no maderables				Especies no maderables			
No.	Nombre	Consumo fresco y/o conserva	Medicinal	No.	Nombre	Consumo fresco y/o conserva	Medicinal
1	Coco	x		14	Savila	x	x
2	Tamarindo	x	x	15	Hierbaluisa		x
3	Limón	x		16	Llantén		x
4	Guayaba	x		17	Dulcamara		x
5	Guanábana	x		18	Albaca	x	x
6	Pechiche	x		19	Orégano	x	
7	Ciruella	x	x	20	Mastrante		
8	Grosella	x		21	Noni		x
9	Ceibos		x	22	Yuca	x	
10	Cardos	x		23	Camote	x	
11	Palo santo		x	24	Chirimoya	x	
12	Mango	x		25	Fréjol	x	
13	Titania		x	26	Maíz	x	

Tabla 17. Especies no maderables de la isla Jambelí.

Fuente: Plan de desarrollo estratégico Jambeli (2012).

Especies maderables	
Nombre	Usos
Palmera de coco	Construcción de techos
Mangle	Construcción de casas
Tamarindo	Estacas, puntales de casas
Manoa	Estacas, puntales de casas
Pino	Trabajos de carpintería
Algarrobo	Estacas, carbón, lanchas
Oberal o mullullo	Estacas y hojas de uso medicinal
Negrilo	Trabajos manuales

Tabla 18. Especies maderables de la isla Jambelí.

Fuente: Plan de desarrollo estratégico Jambeli (2012).

## 8.5 Fauna.

Los tipos de animales más diversos de la parroquia son las aves pues estas también son fácilmente observadas entre las aguas marinas, fangos, árboles y matorrales. Entre las especies comúnmente conocidas están las garzas, gaviotas, patitos, cuchareta, chorlitos, pelícanos, cormoranes, fragatas, tordos, gallaretas, soñas entre

otras. El ecosistema de manglar es muy rico en albergar especies de otros tipos de animales como: tejones, oso hormiguero, zorro, comadrejas, culebras, iguanas, lagartijas, etc.

La diversidad de animales marino – costeros como: moluscos, peces, crustáceos, mamíferos, insectos entre otros es muy grande aún desconocida en términos científicos.

## 8.6 Calendario Natural.

Los lugareños manejan este calendario de acuerdo a las experiencias vividas y conocimientos ancestrales dentro del manglar y del mar. De acuerdo a las creencias propias en cada isla ellos calculan cronológicamente las dinámicas anuales de acuerdo a los diversos estados naturales relacionados por ejemplo con la luna, meses de invierno, verano, horas de mareas, quiebras y aguajes marinos, pesca, cosechas y saben cómo actuar y tener resultados frente a estas dinámicas. En la siguiente tabla 19, se refleja una muestra de este calendario.

Evento	Meses del año											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Epoca de frío						x	x	x				
Epoca de vientos fuertes							x	x				
Pesca	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Recolección cangrejo				x	x	x	x			x	x	x
Cosecha de frutas	x	x	x									x
Florecimiento de campos		x										
Reproducción de aves y mamíferos	x	x	x	x								x
Invierno	x	x	x	x								x
Verano					x	x	x	x	x	x	x	

Tabla 19. Calendario natural pobladores Jambelí.

Fuente: Plan de desarrollo estratégico Jambeli (2012).

## 8.7 Principales amenazas ambientales.

De acuerdo al Plan de desarrollo estratégico de Jambelí, en su revisión 2013, en conjunto con la Universidad Técnica de Machala, se han identificado las principales amenazas ambientales, las cuales se describen a continuación:

- Sobreexplotación de recursos de fauna marina como concha, cangrejo y peces. No hay la debida regularización de los permisos de pesca.
- Irrespeto de vedas. Pescadores artesanales no respetan vedas de cangrejo, conchas y pesca. Falta de apoyo en épocas de veda – sensibilización. Débil consenso y establecimiento de vedas binacionales Ecuador - Perú.
- Irrespeto y débil aplicación de impacto ambiental. Débil control en la venta de sustancias contaminantes por parte de las autoridades. Existe irrespeto en las áreas en custodia.
- Impunidad y soborno de las autoridades. Presencia de barcos de arrastre está dentro de la milla marina. Esto afecta la reproducción y desove de especies. Hay exceso de velocidad de los motores de los camaroneros en los esteros y canales.
- Tala inmoderada de manglar y bosque seco. Aún sigue la tala de bosque de manglar para la construcción de camaroneras. Ineficiencia de las autoridades en la gestión y la conservación del manglar. Sedimentación de esteros por crecientes de los ríos.
- Contaminación de los esteros y canales se ven afectados por la presencia de desechos sólidos provenientes de las camaroneras y ciudades la misma que es arrastrada por las mareas y ríos, como químicos como cianuro, barbasco, antibióticos, combustibles, aceites, aguas servidas y basura.
- Débil apoyo por parte autoridades como gobiernos locales y Ministerio de Turismo para el mantenimiento de playas.

## **8.8 Propuesta de solución al impacto ambiental.**

El Archipiélago de Jambelí en su totalidad es un área potencial para elevarla a la categoría de Área Protegida debido a la alteración e impactos ambientales que afectan los últimos remanentes de manglar de la provincia de El Oro. Actualmente a través de las áreas de custodia se está dando un cierto tipo de manejo ambiental y social, pero se debe priorizar la declaratoria no solo de ciertas áreas sino de toda su extensión para alcanzar mayor efectividad en el restablecimiento de las dinámicas poblacionales de las especies que se están perdiendo como las conchas, cangrejos y peces; de tal manera que esta área sea sosteniblemente manejada para garantizar el bienestar de las comunidades locales que dependen de los recursos marino – costeros.

A nivel de todo el Ecuador las áreas otorgadas a las comunidades corresponden 25 mil hectáreas de manglar a pesar de los escasos recursos para el mantenimiento y administración los usuarios están haciendo un manejo adecuado de áreas.

En la parroquia todas las comunidades tienen áreas concesionadas excepto Bellavista que está aún en trámites. El manejo de estas áreas está siendo posible también por la asesoría de entidades públicas vinculadas al manglar entre ellas la Universidad Técnica de Macha la cual aporta criterios técnicos para la implementación del plan de manejo.

### **8.9 Impactos ambientales de parques undimotrices.**

Como en muchas otras energías renovables, los parques de aprovechamiento de la energía marina no producen emisiones durante el proceso de generación de electricidad, pero sí existen emisiones asociadas a la construcción de la planta.

También es importante considerar el impacto medioambiental que la planta puede ocasionar en el entorno marino en que se instala. Algunos de estos impactos son:

- En el entorno hidrodinámico: los parques de aprovechamiento de la energía del mar podrían actuar como protección de la costa y cambiar los patrones de los sedimentos, lo que requiere seleccionar el lugar cuidadosamente.
- Los parques como hábitats artificiales: las plantas podrían atraer y promover poblaciones de distintas criaturas marinas.
- Ruido: este vendría principalmente de las turbinas aunque podrían ser insonorizadas.
- Riesgos para la navegación: en la mayoría de los dispositivos se pueden instalar señales visuales y de radar.
- Efectos visuales: este impacto únicamente se da en las plantas de litoral y las de aguas poco profundas.
- Conversión y transmisión de la energía: puede que hayan impactos visuales y medioambientales asociados con las líneas requeridas para la transmisión de la electricidad desde la costa hasta la red.

- Aguas tranquilas: las plantas pueden formar espacios de aguas tranquilas, que se pueden adaptar convenientemente a espacios de ocio como la realización de deportes acuáticos (canoa, etc.).

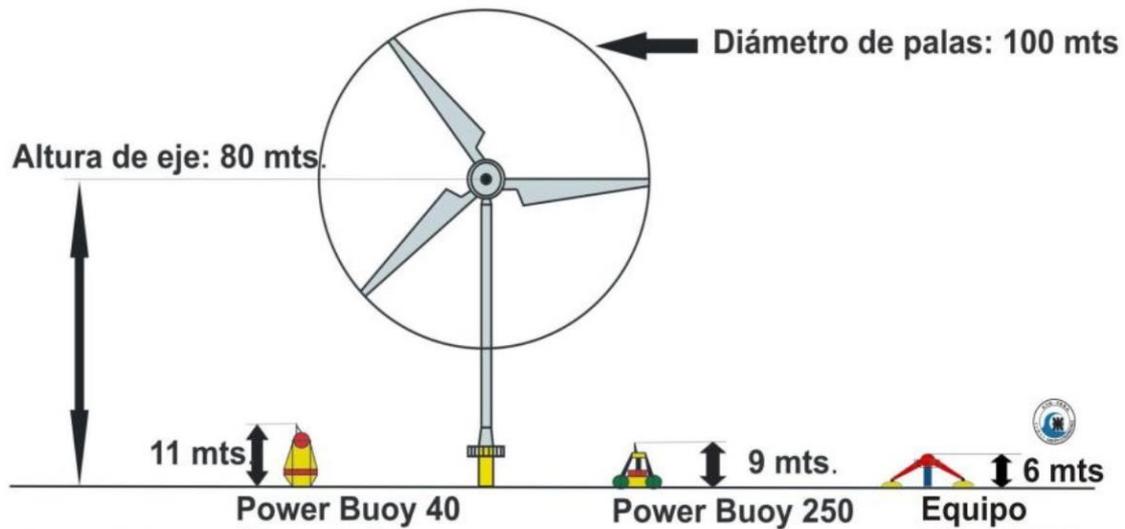


Ilustración 27. Comparación de impacto visual Energía eólica vs. Energía undimotriz.

Fuente: Pelisseo, M. Haim. A. Tula, R. (2015).

[<http://www.mecanica.frba.utn.edu.ar/energiaundimotriz/>]

Eligiendo el lugar cuidadosamente, muchos de estos impactos podrían ser pequeños y fácilmente reversibles.

## 8.10 Conclusiones.

Para concluir el informe debemos analizar los pros y contras de los actuales sistemas de aprovechamiento de la energía del mar, ya que de esta manera podremos valorar la importancia que podrá tener esta energía renovable en un futuro próximo.

Por este mismo motivo, es necesario especificar en cada ventaja o desventaja a qué tipo de energía del mar afecta el parque undimotriz.

### Ventajas

- Bajo impacto ambiental auditivo. No se produce ningún tipo de emisiones ni ruido durante el proceso de generación de la energía.
- Protección costera, debido a la disminución del oleaje.

- Creación de hábitat artificial para la biota marina.

### **Desventajas**

- Impacto visual bajo sobre el paisaje costero/marino.
- Impacto visual bajo por líneas de transmisión submarina en costa.
- Interferencia con la navegación.

Con lo descrito, se puede concluir que el impacto ambiental del parque undimotriz se considera bajo, siendo las emisiones asociadas a la construcción de la planta y el impacto visual de la estructura de baja cresta, los aspectos más importantes a considerar. No existe ningún impacto ambiental adverso sobre los ecosistemas de la isla Jambelí.

## Capítulo 9. Análisis Social

El principal valor del análisis social radica en su contribución al diseño del parque undimotriz y al impacto que éste pueda tener sobre el desarrollo. El desarrollo equitativo implica nivelar el campo de acción de manera que los presuntos beneficiarios y otros actores sociales fundamentales puedan expresar su opinión y participar en las oportunidades de desarrollo generadas por un proyecto.

El análisis social nos permite evaluar si un programa u operación propuestos puede o no alcanzar los objetivos que se ha fijado en cuanto al desarrollo social, y recomendar la adopción de medidas que contribuyan a lograrlo. La evaluación social permite examinar la sustentabilidad de un proyecto y tomar medidas para mejorarla.

### **Cinco puntos de ingreso**

Las dimensiones de la realidad sociales se analizan a través de cinco perspectivas o “puntos de ingreso”:

1. Diversidad social y género.
2. Instituciones, reglas y conductas.
3. Actores sociales.
4. Participación.
5. Riesgo social.

Un buen análisis social es aquel que a partir de estos cinco puntos realiza una sólida tarea analítica y establece resultados estratégicos bien definidos.

Los cinco puntos de ingreso permiten a los equipos formarse un esquema claro de las barreras socioculturales que se oponen a los objetivos de un proyecto así como de los procedimientos para superarlas; tener una buena idea de la base y recursos institucionales que se necesitarán; y contar con una serie de indicadores para medir el éxito alcanzado en el logro de los objetivos del proyecto en materia de desarrollo.

## 9.1 Diversidad social y género.

Jambelí cuenta con una población aproximada de 744 personas asentadas en cinco comunidades. Este grupo de personas forman parte de 198 familias conformadas por 381 hombres y 363 mujeres. La cabecera parroquial Isla Costa Rica tiene mayor población seguida de Las Huacas, Bellavista, Pongalillo y Las Casitas.

Lugar	No. de Familias	Género		Total
		Hombres	Mujeres	
Costa Rica	86	165	175	340
Casitas	19	38	24	62
Las Huacas	35	80	51	131
Bellavista	30	65	50	115
Pongalillo	28	33	63	96
<b>Totales</b>	<b>198</b>	<b>381</b>	<b>363</b>	<b>744</b>

Tabla 20. Número de familias y género en Jambelí.

Fuente: Plan de desarrollo estratégico Jambeli (2012).

### 9.1.1 Diversidad religiosa.

Las religiones practicadas dentro de esta parroquia son la católica y la evangélica; donde la mayoría de las familias son creyentes de la primera anteriormente nombrada, cuyas manifestaciones se muestran con capillas, celebraciones por fiestas de santos y fechas especiales a lo largo de todo el año.

Lugar	No. de Familias creyentes religiosas		
	Católicos	Evangélicos	Otros
Costa Rica	86	-	-
Casitas	14	5	-
Las Huacas	29	6	-
Bellavista	27	3	-
Pongalillo	20	8	-
<b>Totales</b>	<b>176</b>	<b>22</b>	<b>0</b>

Tabla 21. Diversidad religiosa en Jambelí.

Fuente: Plan de desarrollo estratégico Jambeli (2012).

### 9.1.2. Dinámica poblacional: migración.

Los habitantes de la parroquia Jambelí, migran principalmente por falta de fuentes de trabajo, necesidades básicas y estudios; quienes generalmente llegan a ciudades vecinas como: Huaquillas, Puerto Bolívar, Santa Rosa, Pasaje y Machala. No hay registro de migración a otros países.

De los sitios muestreados Bellavista, Las Casitas, Las Huacas, Pongalillo son los que muestran más registros de personas que han migrado. Para el caso de Isla Costa Rica hay migraciones por tiempos cortos. En los sitios investigados la migración corresponde principalmente a mujeres.

Lugar	No. de personas que se han ido		Lugares	Hace cuanto tiempo (años)	Motivos
	Hombres	Mujeres			
Costa Rica	5	5	Huaquillas y Puerto Bolívar	1	Estudios y trabajo
Casitas	10	11	Santa Rosa, Pasaje, Machala	6	Estudios
Las Huacas	10	10	Puerto Bolívar, Machala	9	Por falta de servicios básicos
Bellavista	20	30	Huaquillas, Guayaquil, Puerto Bolívar, Quito, Macará.	9	Por falta de trabajo
Pongalillo	2	3	Puerto Bolívar	4	Por varios compromisos
<b>Totales</b>	<b>47</b>	<b>59</b>			

Tabla 22. Migración en Jambelí.

Fuente: Plan de desarrollo estratégico Jambeli (2012).

### 9.1.3 Actividades productivas.

Las actividades más comunes de la Parroquia Jambelí son la Pesca artesanal, recolección de conchas y cangrejos. De tal forma las dos primeras son realizadas en porcentaje mayor por parte de la población isleña, convirtiéndose en el motor de la económica local a lo largo de la historia.

Respecto a las acciones de turismo esta ha sido solo desarrollada dentro de la Comunidad de Isla Costa Rica lo cual en comparación con toda la parroquia Jambelí ocupa un porcentaje de ingresos y participación comunitaria mínimo. Esta no se ha ejecutado continuamente por falta de financiamiento provocando que la afluencia de visitantes sea esporádica.

Otras actividades económicas de la Parroquia Jambelí están relacionadas a la elaboración de carbón y trabajos en camaroneras. Así también, el cultivo de plantas agrícolas que de alguna manera contribuye a la economía local, la cosecha está destinada a la dieta familiar más y en pequeñas cantidades al comercio como mecanismo de generación de ingresos sino más bien de sustento.

Lugar	Actividades productivas por familia (número)			
	Pesca	Concha	Cangrejo	Otros
Costa Rica	48	37	-	Turismo / carbón / agricultura
Casitas	3	15	-	Carbón / Agricultura
Las Huacas	19	11	4	Carbón / Agricultura
Bellavista	5	25	-	Empleados de camaroneras / Agricultura
Pongalillo	8	14	5	Carbón / Agricultura

Tabla 23. Actividades productivas en Jambelí.

Fuente: Plan de desarrollo estratégico Jambeli (2012).

## 9.2 Instituciones, reglas y conductas.

Dentro del archipiélago de la isla Jambelí, existen regulación, apoyo y cooperación de instituciones del gobierno. Todas en su conjunto aportan beneficios a la sociedad de la comunidad, en mayor o menor medida.

### 9.2.1 Instituciones de gobierno.

Las instituciones de gobierno que participan activamente en beneficio de la comunidad, en términos generales son:

- Junta Parroquial. Es la institución local encargada de actuar como auxiliar del gobierno y administración municipales y distritales, así como intermediario entre estos y sus representados inmediatos.
- Municipio de Santa Rosa. Su función es procurar el bienestar material de la colectividad y contribuir al fomento y protección de los intereses locales; planificar e impulsar el desarrollo físico del cantón y sus áreas urbanas y rurales.
- Gobierno Provincial Autónomo de El Oro. Su función es promover el acuerdo de los municipios para llevar a cabo, conjuntamente, obras de interés común, tales como carreteras, electrificación, suministro de agua potable a las poblaciones de dos o más cantones y conducción de aguas de regadío, de acuerdo con las leyes pertinentes.
- Ministerio de Salud. Ofrece cobertura médica a la población y realiza campañas de vacunación anual.
- Ministerio del Ambiente. Es la institución encargada de la gestión de las áreas de custodia, las cuales son asignadas a pobladores locales para su cuidado y beneficio.
- Ministerio de Educación. Institución encargada de proporcionar uniformes y libros a los alumnos de educación básica, así como la asignación de profesores.
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. MIDUVI. Entrega créditos de apoyo para la construcción de viviendas.
- Ministerio de Inclusión Económica y Social. MIES. Se ha encargado de realizar la entrega del bono de desarrollo humano a los pobladores de la isla, así como proporcionar resmas de alimentos a la población.
- Empresa Eléctrica de El Oro. Se encarga del suministro de energía eléctrica por medio del sistema interconectado nacional.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. MAGAP. Se encarga de la regulación, fomento y aprovechamiento de las actividades pesqueras y acuícolas.
- Subsecretaría de Recursos Pesqueros. Se encarga de los permisos y censos a las agrupaciones de pescadores artesanales.
- Corporación Coordinadora Nacional para la Defensa del Ecosistema Manglar. CCONDEM. Se encarga de brindar capacitación a los operadores de las áreas de custodia en temas relacionados con la conservación del manglar.

- Armada del Ecuador. Capitanía de Puerto Bolívar. Se encarga de la vigilancia de las áreas de custodia y seguridad contra actos de piratería.
- Cobertura Policial – Militar. Actualmente Las Huacas, Bellavista y Pongalillo cuentan con un retén militar con personal permanente quienes cumplen las funciones de custodia y seguridad frente a piratas. Para el caso de Costa Rica y Las Casitas no hay presencia militar por lo que en cuando necesitan custodia los dirigentes de las comunidades solicitan el apoyo hacia la autoridad militar. Para el caso de Costa Rica hay un retén policial pero aun después de varias gestiones no se ha logrado contar con el apoyo respectivo de la Policía Nacional.
- Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero. ARCH. Regula la venta de gasolina subsidiada para actividades de pesca artesanal.

### 9.2.2 Reglas y Conductas.

**Manejo de conflictos.** Los conflictos más frecuentes suceden por el acceso al recurso concha, cangrejo y pesca especialmente entre gente externa proveniente de Hualtaco y del Perú quienes invaden las áreas de custodia destinadas a auto vedas o para realizar las faenas artesanales. A veces este tipo de conflicto se da también en entre los mismo habitantes de cada comunidad. Las denuncias no son atendidas oportunamente por las autoridades competentes, por lo que en ocasiones la comunidad resuelve internamente estos conflictos.

**Violencia intrafamiliar.** En la mayoría de las Islas de la Parroquia Jambelí hay violencia intrafamiliar lo que muestra que la mujer aun es víctima del machismo y la represión masculina. Este problema vinculado al maltrato físico y psicológico es provocado por causas relacionadas al consumo de alcohol, celos, falta de responsabilidad en asumir gastos de los hijos, entre los más comunes. El problema persiste porque no hay capacitación ni asesoría para evitar problemas de este tipo.

Una de las Islas que no registra violencia intrafamiliar es Las Casitas, por lo que se debería aprovechar esta ventaja en programas futuros de capacitación para erradicar este problema social.

### 9.3 Actores Sociales.

La parroquia cuenta con varias organizaciones de base conformadas por pescadores, concheros y cangrejeros artesanales habitantes de las islas. Estas organizaciones representan la principal fuerza social que aportan al desarrollo local de cada una de las comunidades isleñas. Las organizaciones son:

- Asociación de Pescadores, Artesanales y Afines “Costa Rica”. Es una organización de base, perteneciente a la comunidad de Isla Costa Rica. Cuenta con un área de custodia de más de 500 hectáreas de manglar; desarrolla acciones de manejo, pesca, recolección de conchas y extracción de cangrejo; así como actividades de turismo y reforestación.
- Asociación de Pescadores y concheros y afines “9 de Octubre”. Es una organización de base de la comunidad de Isla Costa Rica, cuyos socios se dedican a trabajar en actividades de recolección de conchas y pesca. Actualmente desarrolla acciones de turismo comunitario.
- Centro de Desarrollo Comunitario CEDECO: es una organización de base de la comunidad de Casitas. Actualmente tienen un área de custodia de manglar otorgada por el Ministerio del Ambiente. A través de su dirigencia impulsan gestiones para mejorar la salud, deporte, alcantarillado, casa comunal, malecón y reforestación.
- Asociación de conchero, crustáceos y pescadores artesanales Afines “Las Huacas”: es una organización de base perteneciente a la comunidad de Las Huacas. Su accionar actuales se orienta a solicitar al estado ecuatoriano la protección de los manglares y el cuidado de los recursos que dependen directamente como son las conchas, cangrejo, pescados y todas las especies que hay en el manglar. Actualmente trabajan por el desarrollo de la comuna.
- Asociación de pescadores y anexo” Bellavista”: Organización de base perteneciente a la comunidad de Bellavista. Sus socios se dedican a cuidar el manglar, son pescadores y mariscadores.
- Asociación “Divino Niño”: Es una organización de base de la comunidad de Pongalillo. Su fin es mejorar el nivel de vida de su comunidad para lo cual desea impulsar el turismo. Además su fin social a través de sus socios es la protección

del ecosistema de manglar, reforestación de áreas degradadas de manglar; así como los criaderos de concha para mejorar la productividad de estas especies.

- Unión de Organizaciones de Producción Pesquera Artesanal de El Oro. UOPPAO. Su finalidad es brindar preferencias y apoyos a los socios pescadores, como entregar mallas y boyas. También apoya las actividades de reforestación del manglar.
- Agencia española de Cooperación Internacional. AECI. Construyó planta de procesamiento de mariscos, equipamiento para ecoturismo (capacitación, chalecos, implementos cocina, difusión del manglar), microcréditos, botes y corrales de concha y cangrejo.
- Fundación Arcoíris. Ha apoyado en asistencia técnica para el proyecto binacional de manglares de AECI y el programa de ecoturismo, así como apoyo en la ejecución del plan de desarrollo parroquial, actualización 2013.
- Dueños de camaroneras. La pérdida del manglar relacionado a la disminución de las especies marinas para convertir ciertas áreas en piscinas camaroneras, es otro de los problemas que afectan el bienestar socio-económico de los habitantes de Jambelí; pese a las denuncias de tala, el problema persiste porque son las mismas autoridades competentes y dirigentes del sector pesquero quienes son cómplices para tal efecto. Adicionalmente el poder político y económico de los empresarios camaroneros tiene mucha influencia en las decisiones de las instituciones de gobierno.
- Pescadores y recolectores de mariscos (concha, cangrejo) independientes.

### **9.3.1 Centros de estudio.**

Los centros de estudio con los cuales se tiene convenio de colaboración y asesoría técnica especializada son:

- Universidad Técnica de Machala. UTM.
- Instituto Oceanográfico de la Armada. INOCAR.
- Escuela Superior Politécnica del Litoral. ESPOL.

## 9.4 Participación.

**Falta de participación ciudadana.** La falta de participación y liderazgo ciudadano para llevar adelante proyectos para el beneficio de las comunidades a nivel integral y colectivo. Es así necesario priorizar la capacitación de hombres y mujeres para que asuman un papel protagónico en busca del bienestar de la población local, tomando en cuenta como una de las estrategias debe ser la formación ya que en las islas la educación tiene lugar principalmente el nivel básico.

Por otra parte, las relaciones de poder entre los actores se fundamenta básicamente entre las instancias gubernamentales y las instancias sociales; las gubernamentales son consideradas instancias para hacer cumplir los mandatos, mientras que las sociales son consideradas instancias para gestionar y presionar a las instancias gubernamentales el cumplimiento u ofrecimiento de acciones. En las 5 islas donde están las comunidades tienen varios actores que generan una dinámica interesante en el desarrollo de la parroquia, por resumir algunas:

- Piratas: asaltan, roban los motores, los materiales y producto de la pesca; y agreden a las personas.
- Pescadores independientes: No respetan las áreas concesionadas, ingresan a robar las especies, no respetan las tallas ni vedas establecidas.
- Camaroneros: generan conflicto por administración del manglar, contaminación con químicos y afectan a todas las especies del mar.
- Asociaciones: no llegan a acuerdos con otras asociaciones de la comunidad para manejo del área de custodia.
- UOPPAO: son los responsables de coordinar las actividades en beneficio del sector pesquero pero lastimosamente no tienen buena comunicación ni consensos. Además algunos miembros de la UOPPAO no han visto ningún apoyo en la defensa del manglar.
- Comunidades del Archipiélago: coordinan y tienen buena comunicación para beneficios de todos, están apoyando las actividades para beneficio de la parroquia
- CCONDEM: buena relación para la conservación de los manglares.

- Sub Secretaria Recursos Pesqueros: han brindado apoyo para el sector y manejo del manglar. Por ejemplo: las asociaciones de la comunidad fueron parte del censo pesquero.
- Marinos: Su participación es limitada, porque no brindan un permanente servicio de vigilancia a la comunidad.
- MIES - INFA: tienen una guardería, hay buena relación y apoyan en el cuidado de la niñez.
- UTM: apoyan con un convenio de cooperación para el manejo de las áreas de custodia y mantienen buena relación.
- ARCH: buena relación porque abátese con el gas doméstico y la gasolina para el sector artesanal.
- MIDUVI: ha apoyado con el bono de vivienda construyendo veinte casa y el mejoramiento de 40 casas.
- Asociaciones del sector pesquero de Las Casitas: tiene problemas porque hay socios concheros que entran a las zonas de concesión, además no respetan las tallas mínimas (4,5cm) se llevan todas las conchas pequeñas.
- Concheros independientes: tienen problemas con los concheros de Hualtaco porque se meten al área de custodia a recolectar conchas.
- Asociaciones del sector pesquero de Hualtaco: tiene problemas porque se meten a su área de custodia a robar el producto.

## 9.5 Riesgo Social.

En perspectiva, se identifican varios riesgos sociales con deficiencias que deben ser atendidas. Estas se agrupan en tres categorías:

1. Inclusión Social. Es la eliminación de las barreras institucionales y el otorgamiento de incentivos para aumentar el acceso de diversos individuos y grupos a las oportunidades de desarrollo.
  - Mejorar servicios públicos básicos como agua potable, alcantarillado, telefonía, energía eléctrica, atención médica etc.
  - Talleres de capacitación y asesoría técnica.

2. Empoderamiento. Es el aumento de los activos y capacidades con que cuentan diversos individuos y grupos para funcionar, así como para participar en las instituciones que los afectan, influir en ellas y/o pedirles que les rindan cuenta de sus actividades.
  - Acceso a los bienes y servicios públicos. Mejoramiento de escuelas, viviendas, centros de salud, e infraestructura comercial y turística.
  - Fortalecimiento de las capacidades bajo la forma de capital humano o social.
  - Aumento de la transparencia y de la rendición de cuentas.
  
3. Seguridad. Comprende todo lo relativo a un mejor manejo de los riesgos sociales derivados de las intervenciones en favor del desarrollo.
  - Seguridad en materia de propiedad.
  - Atención a las tensiones y conflictos sociales.
  - Reconstrucción posterior a los conflictos.
  - Aumento de la cohesión y la reintegración sociales
  - Acceso al sistema judicial.

## 9.6 Conclusiones.

Analizando los aspectos sociales anteriores, se identifican las oportunidades y limitaciones que tendrá la instalación y puesta en marcha del parque undimotriz.

### **Oportunidades**

- Sentido de pertenencia de la población al primer proyecto undimotriz del país, cuyos beneficios son directamente para la comunidad de Jambelí.
- Creación de fuentes de trabajo permanentes.
- Incremento del ecoturismo, tanto para el parque undimotriz, como para las áreas de custodia.
- Incremento en el cuidado de las áreas de custodia. Reforestación.
- Diversificación de actividades productivas.
- Protección de área costera debido a la disminución del oleaje.

### **Limitaciones**

- Deterioro por actos de vandalismo y piratería hacia las estructuras o los cables submarinos.
- Resistencia de personas que vean afectadas sus actividades de navegación o pesca.
- Resistencia de grupos camaroneros o comunales por instalaciones terrestres del parque undimotriz.

Comparando las oportunidades y las limitaciones, se observan mayores beneficios sociales debidos a la instalación del parque undimotriz, lo que motivará a mejoras en el ámbito de la inclusión, empoderamiento y seguridad en la comunidad. Por otra parte, no se prevén escenarios de un rechazo social, al contrario, la infraestructura instalada es un detonador de desarrollo equilibrado y sustentable con la comunidad, ya que todos pueden obtener un beneficio directo o indirecto de su instalación.

## Capítulo 10. Análisis Económico

Para la valoración económica del proyecto del parque undimotriz, se requiere como primer punto, definir una secuencia de actividades. Debido a la naturaleza del proyecto, que es una instalación marítima, nos guiaremos en base a lo dispuesto en las ROM, Recomendaciones para Obras Marítimas, que edita la entidad de Puertos del Estado, en España.

Estas ROM definen un conjunto ordenado de criterios técnicos que, sin tener por el momento carácter vinculante o normativo, orientan a proyectistas, directores, y ejecutores de obras marítimas y portuarias hacia la obtención de niveles de calidad y de garantía exigibles en dichas obras.

### 10.1 Fases del Proyecto.

Se define como vida de proyecto de una estructura al periodo de tiempo que va desde el comienzo de su construcción hasta su inutilización, desmontaje o cambio de uso. La vida de proyecto se divide en las siguientes fases:

#### a) Fase de construcción (C)

Esta fase comprende el periodo que va desde el comienzo de la construcción de la estructura hasta su entrada en servicio. Podrán diferenciarse las siguientes subfases:

##### C1. Fabricación:

Incluye la fabricación de la estructura en tierra y en la mar, sumergida o a flote.

##### C2. Transporte:

Esta subfase comprende el transporte de la estructura o de parte de ella en tierra, de tierra a mar o de tierra a gabarra, y en mar abierto; incluyendo las operaciones de amarre en aguas protegidas.

##### C3. Instalación:

Se incluye en esta subfase el proceso de instalación de la estructura en su ubicación final hasta su entrada en servicio (p.e. fondeo, anclaje, vertido,...).

**C4. Otras:**

Se incluyen en esta subfase todos aquellos procedimientos o situaciones constructivas que no afectan directamente a la ejecución de la estructura resistente.

**b) Fase de servicio (S)**

Esta fase comprende el periodo que va desde la completa instalación de la estructura hasta su inutilización, desmontaje o cambio de uso. A dicho periodo se le denominará también vida útil. En esta fase se considerarán las siguientes hipótesis de trabajo:

**S1. Condiciones Normales de Operación:**

La instalación marítima o portuaria funciona sin limitaciones, no viéndose afectada por las condiciones medioambientales.

**S2. Condiciones Extremas:**

La instalación debe paralizar o limitar su operatividad mientras subsistan acciones medioambientales superiores a los límites de explotación. Esta condición está asociada a las más severas condiciones medioambientales para las cuales está diseñada la estructura.

**S3. Condiciones Excepcionales:**

La instalación está sometida como consecuencia de accidentes, mal uso, o condiciones medioambientales o de trabajo excepcionales, a acciones extraordinarias no usuales aunque sí previsibles.

**S4. Reparación:**

Incluye la reparación de la estructura o de la instalación marítima.

El Projectista deberá fijar la duración máxima de cada una de las fases de proyecto que afecten al dimensionamiento, dada su especial significancia en la valoración de:

Niveles de seguridad de la estructura ante factores o estados dependientes del tiempo: fatiga, corrosión, adherencias marinas, carga de hundimiento del terreno a largo plazo, acciones y niveles de probabilidad asociados a periodos de retorno y estados límites. Factibilidad económica del proyecto y de su posibilidad de desarrollo futuro.

Si durante la fase constructiva se modifican los plazos de ejecución o los procesos constructivos previstos en el proyecto, deberán tenerse en cuenta los efectos de dichas modificaciones sobre las acciones de proyecto y por tanto sobre el dimensionamiento.

## **10.2 Concepto de vida útil del proyecto (L).**

La elección de la vida útil se realizará para cada proyecto ajustándose al tiempo en que se prevé en servicio la estructura.

Para su valoración se tendrá en cuenta la posibilidad, facilidad y factibilidad económica de las reparaciones, la probabilidad y posibilidad de cambios en las circunstancias y condiciones de utilización previstas en el proyecto como consecuencia de variaciones en operaciones o tráfico portuario, y la viabilidad de refuerzos y readaptaciones a nuevas necesidades de servicio.

Dado el carácter de las acciones que actúan sobre las obras marítimas, no es realista la aplicación estricta de los criterios anteriores a obras con vidas previsibles muy cortas. Se adoptarán como mínimo para obras con carácter definitivo y sin justificación específica los valores consignados en la tabla 24, en función del tipo de obra o instalación y del nivel de seguridad requerido.

Cuando se admitan vidas útiles diferenciadas en partes de una misma obra o estructura, cada una de ellas deberá ser calculada separadamente en función de la valoración de acciones que le corresponda.

Vidas útiles mínimas para obras o instalaciones de carácter definitivo (en años)			
Tipo de Obra o Instalación	Nivel de seguridad requerido		
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Infraestructura de carácter general	25	50	100
Infraestructura de carácter industrial específico	15	25	50

**Leyenda:**

Infraestructura de carácter general:  
Obras de carácter general; no ligadas a la explotación de una instalación industrial o de un yacimiento concreto.

Infraestructura de carácter industrial específico:  
Obras al servicio de una instalación industrial concreta o ligadas a la explotación de recursos o yacimientos de naturaleza transitoria (por ejemplo, puerto de servicio de una industria, cargadero de mineral afecto a un yacimiento concreto, plataforma de extracción de petróleo,...).

Nivel 1:  
Obras e instalaciones de intereses locales o auxiliares.  
Pequeño riesgo de pérdidas de vidas humanas o daños medioambientales en caso de rotura.  
(Obras de defensa y regeneración de costas, obras en puertos menores deportivos, emisarios locales, pavimentos, instalaciones para manejo y manipulación de mercancías, edificaciones,...).

Nivel 2:  
Obras e instalaciones de interés general.  
Riesgo moderado de pérdidas de vidas humanas o daños medioambientales en caso de rotura.  
(Obras en grandes puertos, emisarios de grandes ciudades, ...).

Nivel 3:  
Obras e instalaciones de protección contra inundaciones o de carácter supranacional. Riesgo elevado de pérdidas humanas o daños medioambientales en caso de rotura. (Defensa de núcleos urbanos o bienes industriales, ...).

Tabla 24. Vida útil en función del tipo de estructura y nivel de seguridad.

Fuente: Normas ROM 0.2-90. (1990).

Como se ve en la tabla anterior, podemos clasificar el parque undimotriz como infraestructura de carácter industrial específico, con un nivel de seguridad 1, esto es, una instalación de interés local, con pequeño riesgo de pérdida de vidas humanas o daños medio ambientales en caso de rotura, por lo que el horizonte para proyectar la vida útil de la instalación es de 15 años.

### **10.3 Fase de Construcción del parque undimotriz.**

Las ROM son un conjunto de guías y buenas prácticas para el desarrollo del proyecto, sin embargo, adaptando las recomendaciones a las condiciones propias del parque undimotriz, se determinan las siguientes fases:

- Estudios preliminares.
- Construcción.
- Instalación en mar.
- Operación o servicio.
- Desmantelamiento.

#### **10.3.1 Estudios preliminares.**

Como se demostró en el capítulo 5, Análisis Técnico, el proyecto es viable para su desarrollo. Se conocen las características climáticas del lugar, y se cuenta con una altura y período de oleaje capaces de generar energía eléctrica mediante el uso del convertidor UTN (Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires). Por otra parte, este dispositivo ya se encuentra en fase de construcción de prototipo a escala real para su posterior puesta en operación.

En este sentido se debe distinguir que cada dispositivo UTN desarrollado para las condiciones particulares de oleaje de la costa argentina, tiene una potencia probada a escala de 40 kW, mientras que para la ubicación cercana a la isla Jambelí, el mismo dispositivo tiene una potencia teórica de 18.4 kW. La diferencia, resulta obvia, se debe a que se tienen condiciones de mayor altura y período de las olas en la costa argentina que en la costa ecuatoriana.

**Estudios preliminares de prototipo.** Considerando lo mencionado en el párrafo anterior, se deberá revisar el funcionamiento del dispositivo UTN para adaptarlo a las condiciones climáticas de Jambelí, y determinar su dimensionamiento óptimo para maximizar su eficiencia. En este proceso se distinguen las siguientes actividades:

- Construcción de modelos a escala.
- Pruebas en tanque de olas.
- Evaluación mecánica.
- Evaluación eléctrica.
- Evaluación estructural.
- Diseño final.

**Estudios complementarios del sitio.** Aunque se tienen estudios preliminares que muestran el comportamiento de las variables climáticas en la isla Jambelí, se requiere realizar mediciones de aquellas variables que se desconocen o se tiene poca información, por ejemplo, la profundidad. Adicionalmente se realizan mediciones de aquellas variables que se conocen, para verificar el estudio preliminar, por ejemplo el viento, corrientes y oleaje y dirección del oleaje.

El objetivo final es determinar la ubicación óptima del parque undimotriz, y su arreglo, para optimizar su potencia y extracción de energía. Se distinguen las siguientes actividades:

- Estudio de batimetría.
- Estudio de viento.
- Estudio de oleaje.
- Estudio de corrientes.
- Ubicación final

### **10.3.2 Fabricación y Suministros.**

Una vez que se tienen el dimensionamiento y la ubicación del convertidor, se procede a su construcción. El diseño del convertidor undimotriz desarrollado por Grupo

Undimotriz I + D + i, de la UTN es simple, lo que hace pueda ser fabricado localmente, incluyendo componentes de uso extendido en el país.

Se hace la observación de que este dispositivo tiene una patente registrada en el INI, Instituto Nacional de la propiedad Industrial, en Argentina, por lo que se tendrá que considerar un costo intangible por la licencia de esta, mismo que será considerado en la evaluación financiera. Las actividades a realizar son:

- Fabricación y ensamblaje de sistema electromecánico.
- Fabricación de brazos y flotadores.
- Fabricación e instalación de coraza metálica.
- Suministro de equipos para central de transformación a media tensión.
- Suministro de tubería de 42” diámetro, cedula 40.

### **10.3.3 Construcción e Instalación en mar y tierra.**

En esta actividad, el procedimiento constructivo para realizar la instalación, se fundamentó en la experiencia de la empresa COPCI, Construcciones Portuarias y Cimentaciones, dedicada a la cimentación profunda y obras marítimas, que además cuenta con los equipos necesarios para realizarla. Las actividades a ejecutar son:

- Soldadura en tierra de tramos de tubería de 42” diámetro.
- Manejo, Izado e hincado de tubería en mar.
- Instalación de cuerpo de convertidor.
- Instalación de central de transformación de energía.
- Recubrimiento epóxico anticorrosivo en estructura.
- Conexión submarina a instalaciones en tierra.



Ilustración 28. Barcaza con grúa de 150 Ton. Muelle 5. COPCI. Puerto Bolívar.

Fuente: los autores (2015).

#### **10.3.4 Operación y servicio.**

En esta fase se consideran las actividades que se van a realizar durante el transcurso de servicio de las estructuras. Como se mencionó, se va a considerar un horizonte de 15 años de vida útil. No obstante, el parque undimotriz, con el debido mantenimiento, podría tener un aumento en su vida útil, dependiendo principalmente de dos factores; el mantenimiento de a la estructura y la frecuencia de los eventos extraordinarios que pudieran causar deterioro, por ejemplo, oleajes fuertes asociados a tormentas.

Comparando la cimentación del parque undimotriz, con una plataforma petrolera, observamos que su cimentación es similar, hecha a base de tubos metálicos de diámetros superiores a 20 pulgadas y 1 pulgada de espesor. La vida útil de una plataforma petrolera es de 50 años y está dentro de la clasificación de una estructura industrial específica de nivel de seguridad N3. Resulta evidente que para el caso de las plataformas petroleras, el mantenimiento es mucho mayor, con actividades submarinas de limpieza de estructura y reparación con soldadura. En las ilustraciones 10.2 y 10.3, se realizan trabajos de limpieza de tubería para verificar las uniones soldables. Se aprecia que la tubería mantiene su integridad a lo largo del tiempo.



Ilustración 29. Limpieza de estructura submarina en plataforma.

Fuente: Pemex (2000).

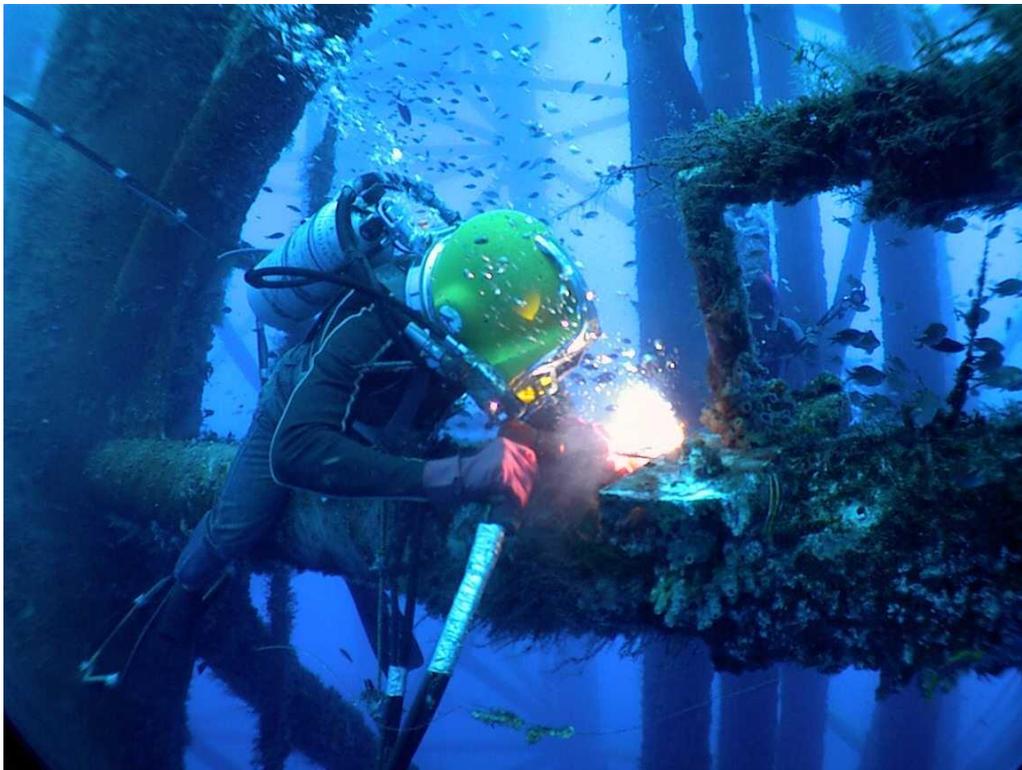


Ilustración 30. Reparación con soldadura de estructura submarina.

Fuente: Pemex (2000).

Considerando lo anterior, para el caso del parque undimotriz, se va a considerar un programa de mantenimiento anual que incluye recubrimiento anticorrosivo de superestructura, flotadores y lubricación de mecanismo interno. También incluye un mantenimiento mayor cada 5 años que consiste en limpiar la biota marina y recubrimiento con aditivo epóxico de brazos y subestructura, en la zona donde se presenta la amplitud de marea. Esta zona es la más expuesta al deterioro por oxidación. La zona sumergida no sufre un proceso de oxidación tan rápido, ya que no existe un intercambio de oxígeno en el agua tan fuerte como en la superficie.

El mantenimiento menor de los equipos más comunes puede programarse fácilmente, ya que se conocen sus características y rendimientos en fase de servicio. Estos equipos, en general son los generadores eléctricos y transformadores.

En caso de existir alguna falla que interrumpa el funcionamiento de uno o varios convertidores, se procederá a la reparación del mecanismo que presente la falla, ya sea en el sistema electromecánico del convertidor, el cable de transmisión o los equipos instalados en la central de transformación. Estas fallas son difíciles de preverse, por lo cual se tendrá un inventario de refacciones y repuestos.

### **10.3.5 Desmantelamiento.**

Como se ha mencionado anteriormente, la vida útil puede ser mayor a 15 años, con el respectivo mantenimiento, el cual se realiza de forma más eficiente por su cercanía a la costa. A continuación se describe el procedimiento de desmantelamiento, sin embargo, esta actividad y sus costos asociados no se tomarán en cuenta. Adicionalmente, en el cronograma de mantenimiento mayor se realiza los años 5 y 10, no se tomará en cuenta el mantenimiento mayor en el año 15. El costo de los elementos metálicos una vez que se han retirado o desmantelado, podría tener un costo de recuperación, sin embargo este costo, igualmente no se tomará en cuenta. El procedimiento de desmantelamiento, consiste en el retiro del cuerpo del convertidor, los brazos y flotadores, quedando solo la tubería de 42" sobresaliendo de la superficie de mar. Esta tubería tendrá de 45 a 55 m de longitud, siendo 20 m la parte sumergida y el resto como cimentación en el fondo marino.

El retiro de la tubería consistirá en el tiro con un barco remolcador, mismo que se distinguen por un torque potente de su motor. Este tiro se hará en varias direcciones hasta superar la resistencia del suelo y el retiro de la tubería completa. En el caso de que este procedimiento no se pueda efectuar, se procederá a su corte a una profundidad de 6 metros, con lo cual se evita tener obstáculos que dañen a la navegación pesquera. El resto de la tubería sumergida ya se encuentra recubierta de biota marina, por lo cual se tiene formado un ecosistema submarino artificial.

#### 10.4 Presupuesto.

A continuación se presenta el presupuesto de los costos asociados a cada fase y actividad del proyecto.

- El presupuesto de Estudios Preliminares, Construcción e Instalación en el mar, corresponden al año 0.
- El presupuesto de Operación y servicio se considera para el año uno.

##### 10.4.1 Presupuesto de estudios preliminares.

Estudios preliminares	Costo
Tiempo de ejecución: 3 meses	
<b>Estudios Preliminares de Prototipo</b>	
Construcción de modelos a escala	\$ 15.000,00
Simulación de funcionamiento en laboratorio	\$ 15.000,00
Evaluación Mecánica	\$ 15.000,00
Evaluación Eléctrica	\$ 15.000,00
Evaluación constructiva	\$ 15.000,00
<b>Subtotal 1:</b>	<b>\$ 75.000,00</b>
<b>Estudios Preliminares en sitio</b>	
Estudio de batimetría	\$ 20.000,00
Evaluación de viento	\$ 15.000,00
Evaluación de corrientes	\$ 15.000,00
Evaluación de oleaje	\$ 20.000,00
Diseño eléctrico	\$ 10.000,00
Ubicación final	\$ 5.000,00
<b>Subtotal 2:</b>	<b>\$ 85.000,00</b>
<b>Total (subtotal 1 + subtotal 2):</b>	<b>\$ 160.000,00</b>

Tabla 25. Presupuesto de estudios preliminares, año cero.

Fuente: los autores. (2015).

### 10.4.2 Presupuesto de Fabricación y Suministros.

<b>Fabricación y Suministro</b>	<b>Costo</b>
Tiempo de ejecución: 3 meses	
<b>Fabricación de convertidores</b>	
Fabricación y ensamblaje electromecánico (20 u)	\$ 400.000,00
Fabricación de brazos y flotadores (40 u)	\$ 400.000,00
Fabricación e instalación de coraza metálica (20 u)	\$ 100.000,00
Fabricación central de transformación (1 u)	\$ 30.000,00
Pintura y rotulación con aditivo epóxico anticorrosivo	\$ 50.000,00
<b>Subtotal 1:</b>	<b>\$ 980.000,00</b>
<b>Suministro de equipos para transformación a media tensión</b>	
Transformador 400 kW	\$ 25.000,00
Barra estabilizadora	\$ 10.000,00
Equipos varios	\$ 20.000,00
<b>Subtotal 2:</b>	<b>\$ 55.000,00</b>
<b>Suministro de tubería para colocación de convertidores</b>	
Tubería de 42" diámetro, cedula 40. (1200 m)	\$ 840.000,00
<b>Subtotal 2:</b>	<b>\$ 840.000,00</b>
<b>Total (subtotal 1 + 2 + 3):</b>	<b>\$ 1.875.000,00</b>

Tabla 26. Presupuesto de Fabricación y Suministros, año cero.

Fuente: los autores. (2015).

### 10.4.3 Presupuesto de Construcción e Instalación en mar y tierra.

<b>Construcción e Instalación en mar y tierra.</b>	<b>Costo</b>
Tiempo de ejecución: 6 meses	
<b>Almacenamiento y soldadura de tubería</b>	
Grúa de apoyo 75 ton	\$ 15.000,00
Grúa de apoyo 25 ton	\$ 10.000,00
Montacargas de 20 ton	\$ 10.000,00
Soldadura de tramos de tubería	\$ 50.000,00
Pruebas de rayos x para soldadura	\$ 15.000,00
<b>Subtotal 1:</b>	<b>\$ 100.000,00</b>
<b>Transporte de tubería y convertidores (tierra - zona instalación)</b>	
Barcaza de apoyo	\$ 30.000,00
Remolcador de apoyo	\$ 90.000,00
<b>Subtotal 2:</b>	<b>\$ 120.000,00</b>
<b>Instalación de tubería, convertidores y central de transformación</b>	
Barcaza con grúa de 150 ton	\$ 225.000,00
Remolcador de apoyo	\$ 90.000,00
Lancha rápida de apoyo	\$ 15.000,00
Hincado de tubería (1200 m)	\$ 480.000,00
Instalación de convertidor, brazos y flotadores	\$ 100.000,00
Instalación de central de transformación	\$ 10.000,00
Retoque de pintura epóxica anticorrosiva	\$ 25.000,00
Soldadura de tramos de tubería	\$ 50.000,00
Pruebas de rayos x para soldadura	\$ 15.000,00
Conexión de convertidores a central de transformación	\$ 15.000,00
Conexión de cable submarino a tierra	\$ 80.000,00
Pruebas de funcionamiento	\$ 15.000,00
<b>Subtotal 3:</b>	<b>\$ 1.120.000,00</b>
<b>Construcción de oficinas y taller en tierra</b>	
Oficina central	\$ 50.000,00
Taller	\$ 45.000,00
Camión 5 ton	\$ 30.000,00
Mobiliario de oficina y computo	\$ 20.000,00
Herramientas menores y equipos	\$ 15.000,00
<b>Subtotal 1:</b>	<b>\$ 160.000,00</b>
<b>Total (subtotal 1 + 2 + 3):</b>	<b>\$ 1.500.000,00</b>

Tabla 27. Presupuesto de Construcción e Instalación en mar y tierra.

Fuente: los autores. (2015).

### 10.4.4 Cronograma valorado de fases, año cero.

FASES DE PROYECTO	AÑO CERO												TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<b>Estudios Preliminares de prototipo</b>													
Estudios de Prototipo	\$ 25.000,00	\$ 25.000,00	\$ 25.000,00										\$ 75.000,00
Estudios en sitio	\$ 35.000,00	\$ 30.000,00	\$ 20.000,00										\$ 85.000,00
<b>Fabricación y Suministros</b>													
Fabricación de convertidores				\$ 350.000,00	\$ 350.000,00	\$ 280.000,00							\$ 980.000,00
Suministro de equipos para transformación a media tensión				\$ 20.000,00	\$ 20.000,00	\$ 15.000,00							\$ 55.000,00
Suministro de tubería para colocación de convertidores				\$ 280.000,00	\$ 280.000,00	\$ 280.000,00							\$ 840.000,00
<b>Construcción e Instalación</b>													
Almacenamiento y soldadura de tubería							\$ 35.000,00	\$ 35.000,00	\$ 30.000,00				\$ 100.000,00
Transporte de tubería y convertidores (tierra - zona instalación)								\$ 40.000,00	\$ 40.000,00	\$ 40.000,00			\$ 120.000,00
Instalación de tubería, convertidores y central de transformación								\$ 400.000,00	\$ 400.000,00	\$ 320.000,00			\$ 1.120.000,00
Construcción de oficinas y taller en tierra										\$ 35.000,00	\$ 35.000,00	\$ 35.000,00	\$ 105.000,00
<b>TOTAL PARCIAL MENSUAL:</b>	<b>\$ 60.000,00</b>	<b>\$ 55.000,00</b>	<b>\$ 45.000,00</b>	<b>\$ 650.000,00</b>	<b>\$ 650.000,00</b>	<b>\$ 575.000,00</b>	<b>\$ 35.000,00</b>	<b>\$ 475.000,00</b>	<b>\$ 470.000,00</b>	<b>\$ 395.000,00</b>	<b>\$ 35.000,00</b>	<b>\$ 35.000,00</b>	<b>\$ 3.480.000,00</b>

Tabla 28. Cronograma valorado de fases, año cero.

Fuente: los autores (2015).

### 10.5 Gastos.

Los gastos son las erogaciones que se tienen que realizar, una vez que se está en la fase de operación o servicio. A continuación se enlistan los gastos, considerando el año 1, esto es, el primer año de servicio. En el capítulo 11, Análisis Financiero, se presentan los flujos correspondientes a los 15 años de todos los gastos.

- Salarios.
- Gastos fijos de oficina y taller.
- Mantenimiento menor.
- Mantenimiento mayor cada 5 años.

#### 10.5.1 Salarios.

De acuerdo al Organigrama de la empresa, descrito en el capítulo 6, Análisis Administrativo, se tienen un total de 15 trabajadores, con una nómina anual como se describe en la siguiente tabla:

Categoría	Salario Unificado	No.	Decimo 3ro	Decimo 4to	Aporte Patronal	Fondo de Reserva	Total Mensual	Factor Mayoracion	Salario Real
	SUMensual		13RO	14TO	AP	FR	TM	FM	SR
Gerente de Operación	\$ 2.500,00	1	\$ 2.500,00	\$ 340,00	\$ 3.645,00	\$ 2.499,00	\$ 3.248,67	1,5319	\$ 4.976,68
Jefe Contador / Financie	\$ 2.000,00	1	\$ 2.000,00	\$ 340,00	\$ 2.916,00	\$ 1.999,20	\$ 2.604,60	1,5319	\$ 3.990,03
Jefe de Taller	\$ 1.800,00	1	\$ 1.800,00	\$ 340,00	\$ 2.624,40	\$ 1.799,28	\$ 2.346,97	1,5319	\$ 3.595,36
Jefe Electromecánico	\$ 1.800,00	1	\$ 1.800,00	\$ 340,00	\$ 2.624,40	\$ 1.799,28	\$ 2.346,97	1,5319	\$ 3.595,36
Maestro Eléctrico	\$ 850,00	1	\$ 850,00	\$ 340,00	\$ 1.239,30	\$ 849,66	\$ 1.123,25	1,5319	\$ 1.720,72
Maestro Soldador	\$ 850,00	1	\$ 850,00	\$ 340,00	\$ 1.239,30	\$ 849,66	\$ 1.123,25	1,5319	\$ 1.720,72
Maestro Mecánico	\$ 850,00	1	\$ 850,00	\$ 340,00	\$ 1.239,30	\$ 849,66	\$ 1.123,25	1,5319	\$ 1.720,72
Secretaria	\$ 700,00	1	\$ 700,00	\$ 340,00	\$ 1.020,60	\$ 699,72	\$ 930,03	1,5319	\$ 1.424,72
Bodeguero en general	\$ 550,00	1	\$ 550,00	\$ 340,00	\$ 801,90	\$ 549,78	\$ 736,81	1,5319	\$ 1.128,73
Operador de equipo livia	\$ 550,00	1	\$ 550,00	\$ 340,00	\$ 801,90	\$ 549,78	\$ 736,81	1,5319	\$ 1.128,73
Ayudantes en general	\$ 550,00	5	\$ 2.750,00	\$ 354,00	\$ 801,90	\$ 549,78	\$ 921,31	1,5319	\$ 1.411,36
		15							\$ 26.413,12

Nómina Anual \$ 316.957,48

Tabla 29. Salarios, año uno.

Fuente: los autores (2015).

### 10.5.2 Gastos fijos de oficina central y taller.

Gastos fijos AÑO 1	Costo Anual
<b>Oficina central</b>	
Papelería	\$ 1.200,00
Consumibles impresión	\$ 1.200,00
Planilla eléctrica	\$ 1.200,00
Radiocomunicación (1 radio)	\$ 1.800,00
Artículos de limpieza	\$ 1.200,00
Agua potable	\$ 300,00
Internet	\$ 300,00
<b>Subtotal 1:</b>	<b>\$ 7.200,00</b>
<b>Taller</b>	
Papelería	\$ 1.200,00
Equipo de seguridad	\$ 1.200,00
Radiocomunicación (1 radio)	\$ 1.200,00
Consumibles (wipe, grasa, lubricantes)	\$ 4.800,00
Artículos de limpieza	\$ 1.200,00
Agua potable	\$ 300,00
Planilla eléctrica	\$ 300,00
<b>Subtotal 1:</b>	<b>\$ 10.200,00</b>
<b>Total (subtotal 1 + 2):</b>	<b>\$ 17.400,00</b>

Tabla 30. Gastos fijos oficina central y taller, año uno.

Fuente: los autores (2015).

### 10.5.3 Mantenimiento menor.

El mantenimiento menor se refiere a los trabajos que se realizan periódicamente a cada convertidor en su sistema eléctrico y en la estructura, de carácter preventivo.

<b>Mantenimiento menor</b> AÑO 1	<b>Costo Anual</b>
<b>Mantenimiento mecánico y estructural</b>	
Lubricación de engranes	\$ 2.400,00
Limpieza interna y externa	\$ 2.400,00
Eliminación de óxido	\$ 2.400,00
Retoque pintura anticorrosiva	\$ 600,00
<b>Subtotal 1:</b>	<b>\$ 7.800,00</b>
<b>Mantenimiento eléctrico</b>	
Limpieza de contactos, terminales y/o borneras	\$ 9.600,00
Verificación de cargas	\$ 9.600,00
<b>Subtotal 2:</b>	<b>\$ 19.200,00</b>
<b>Mantenimiento de transformador</b>	
Análisis físico- químico de aceite dieléctrico	\$ 600,00
Medición de aislamiento entre fases y fase a tierra	\$ 1.400,00
Ajuste de terminales en alta y baja	\$ 100,00
<b>Subtotal 3:</b>	<b>\$ 2.100,00</b>
<b>Total (subtotal 1 + 2 + 3):</b>	<b>\$ 29.100,00</b>

Tabla 31. Mantenimiento menor, año uno.

Fuente: los autores (2015).

### 10.5.4 Mantenimientos mayores cada 5 años.

<b>Mantenimiento mayor</b> AÑO 1	<b>Costo Anual</b>
<b>Mantenimiento estructural</b>	
Eliminación de biota marina en tubería, brazos y flotadores	\$ 20.000,00
Pintura epóxica en tubería estructural 3,5 m	\$ 10.000,00
Trabajos de soldadura / reforzamiento estructural	\$ 40.000,00
Barcaza autopropulsada con brazo grúa	\$ 30.000,00
<b>Subtotal 1:</b>	<b>\$ 100.000,00</b>
<b>Total :</b>	<b>\$ 100.000,00</b>

Tabla 32. Mantenimiento mayor, año uno.

Fuente: los autores (2015).

Este mantenimiento es principalmente estructural, de carácter correctivo. Aquí se rehabilitan o refuerzan elementos estructurales.

## 10.6 Conclusiones.

Los costos del año cero, año uno y año cinco son:

<b>Resumen</b>	<b>Costo Anual</b>
<b>Presupuesto año cero</b>	
Estudios preliminares	\$ 160.000,00
Fabricación y Suministros	\$ 1.875.000,00
Construcción e Instalación	\$ 1.500.000,00
<b>Total :</b>	<b>\$ 3.535.000,00</b>
<b>Presupuesto año uno</b>	
Salarios	\$ 316.957,48
Gastos fijos oficina central y taller	\$ 17.400,00
Mantenimeinto menor	\$ 29.100,00
<b>Total :</b>	<b>\$ 363.457,48</b>
<b>Presupuesto año cinco</b>	
Mantenimeinto mayor cada 5 años	\$ 100.000,00
<b>Total :</b>	<b>\$ 100.000,00</b>

Tabla 33. Resumen de costos parque undimotriz.

Fuente: los autores (2015).

Podemos concluir que los costos del año cero son de una fuerte inversión inicial. Los costos de los años 1 y siguientes representan los gastos de operación, mismos que se incrementarán en el flujo de los años siguientes, incluyendo el año cinco.

## Capítulo 11. Análisis Financiero

La realización de un estudio para medir la rentabilidad de un proyecto, no debe verse como un requisito impuesto por una institución financiera para prestar recursos financieros, sino principalmente como un instrumento que provee una importante información a los inversionistas respecto a su propia conveniencia de llevarlo a cabo.

Está claro que el resultado de un estudio de viabilidad constituye un antecedente más para ayudar al inversionista a tomar la decisión de llevar a cabo una determinada iniciativa de inversión. Su carácter anticipado determina incluso, que su resultado pueda estar totalmente equivocado, puesto que éste depende del comportamiento de las variables que condicionan el proyecto. De cualquier manera la evaluación sigue una serie de fases que tienen el objetivo primordial de garantizar una reducción de la incertidumbre, intentando convertirla en un riesgo medido.

Esto asume una importancia vital puesto que en muchos casos una inversión viene concretando un proyecto de innovación tecnológica, el riesgo siempre es alto pero sobre todo cuando se trata de una innovación.

A continuación, se presentan las consideraciones para realizar la evaluación económica. Los costos se han presentado en el Capítulo 10. Análisis Económico.

### 11.1 Inversión Inicial.

La inversión inicial se divide en tres rubros, con un total de USD \$ 4, 065,00.00.

- Inversión en activos fijos.
- Gastos pre operativos.
- Capital de trabajo.

Inversión Inicial		
<b>Inversión Activos Fijos</b>		
Fabricación y Suministros	\$	1.875.000
Construcción e Instalación en mar y tier	\$	1.500.000
<b>Total Inversión</b>	<b>\$</b>	<b>3.375.000</b>
<b>Gastos pre operativos</b>		
Gastos legales	\$	30.000
Estudios preliminares	\$	160.000
<b>Total Gastos pre operativos</b>	<b>\$</b>	<b>190.000</b>
<b>Capital de Trabajo</b>	<b>\$</b>	<b>500.000</b>
<b>TOTAL \$</b>		<b>4.065.000</b>

Tabla 34. Inversión inicial.

Fuente: los autores (2015).

El análisis del oleaje propone un período de retorno de la ola de 50 años con una altura de ola extraordinaria de 3.1 m. En un período de 15 años existe una probabilidad de 35% de que esto suceda. Este período de retorno y la altura de la ola, está asociado a un evento extraordinario, como una tormenta o tsunami.

En el caso de que el evento suceda dentro del período de los 15 años, se considera que de un total de 20 dispositivos en funcionamiento, podrían quedar 5 dispositivos averiados, los cuales pueden ser reparados (se asume que no es una falla total). Con esta consideración, el capital de trabajo tiene el valor de USD\$500,000, principalmente para contingencia de eventos extraordinarios.

## 11.2 Financiamiento.

Se plantea un esquema de 10 socios, con aportaciones de USD \$100,000.00, para juntar un capital propio de USD \$1, 000,000.00. De esta forma, se tiene un esquema de financiamiento con deuda del 75%.

Financiamiento			Número de socios	Aporte por Socio
Aporte de Socios	25%	\$ 1.000.000	10	\$ 100.000
Financiamiento	75%	\$ 3.065.000		
<b>SUMA</b>	<b>100%</b>	<b>\$ 4.065.000</b>		

<b>Préstamo Financiero</b>	<b>\$ 3.065.000</b>
Plazo (meses)	120,00
Tasa Nominal %	8,84%
Cuota Mensual	\$ 38.561
<b>Cuota Anual</b>	<b>\$ 462.735</b>

Tabla 35. Esquema de Financiamiento.

Fuente: los autores (2015).

Las tasa de interés de 8.84%, se determinó mediante un simulador de crédito que proporciona la CFN (Corporación Financiera Nacional), a través de su portal web [<https://ibanking.cfn.fin.ec/SimulatorServiceWebSite/CreditSimulator.aspx>]

**SIMULADOR CRÉDITO**

Tipo Préstamo:    
 Monto:    
 Tipo Tabla:  Cuota Fija   
 Capital Fijo   
 Plazo (días):    
 Periodicidad:

Los valores presentados son solamente una guía informativa para el cliente, con información aproximada, la cual podría variar al establecerse una operación de crédito definitiva en la cual las tasas de interés se reajustan cada 90 días. El factor de cálculo se lo hará en función a 360 días.

**Tabla de Amortización**

Cuota	Fecha_Pago	Saldo_Capital	Capital	Interes	Valor_Cuota	Tasa_Interes
1	4/26/2016	3,065,000.00	100,441.32	129,811.94	230,253.26	8.84
2	10/23/2016	2,964,558.68	104,695.31	125,557.95	230,253.26	8.84
3	4/21/2017	2,859,863.37	109,129.47	121,123.79	230,253.26	8.84
4	10/18/2017	2,750,733.90	113,751.43	116,501.83	230,253.26	8.84
5	4/16/2018	2,636,982.47	118,569.14	111,684.12	230,253.26	8.84
6	10/13/2018	2,518,413.33	123,590.90	106,662.36	230,253.26	8.84
7	4/11/2019	2,394,822.43	128,825.35	101,427.91	230,253.26	8.84
8	10/8/2019	2,265,997.08	134,281.49	95,971.77	230,253.26	8.84
9	4/5/2020	2,131,715.59	139,968.71	90,284.55	230,253.26	8.84
10	10/2/2020	1,991,746.88	145,896.80	84,356.46	230,253.26	8.84
11	3/31/2021	1,845,850.08	152,075.97	78,177.29	230,253.26	8.84
12	9/27/2021	1,693,774.11	158,516.65	71,736.41	230,253.26	8.84
13	3/26/2022	1,535,257.26	165,230.51	65,022.75	230,253.26	8.84
14	9/22/2022	1,370,026.75	172,228.52	58,024.74	230,253.26	8.84
15	3/21/2023	1,197,798.23	179,522.91	50,730.35	230,253.26	8.84
16	9/17/2023	1,018,275.32	187,126.25	43,127.01	230,253.26	8.84
17	3/15/2024	831,149.07	195,051.60	35,201.66	230,253.26	8.84
18	9/11/2024	636,097.47	203,312.62	26,940.64	230,253.26	8.84
19	3/10/2025	432,784.85	211,923.52	18,329.74	230,253.26	8.84
20	9/6/2025	220,861.33	220,861.33	9,354.14	230,215.47	8.84
	TOTAL:		3,065,000.00	1,540,027.41	4,605,027.41	

Ilustración 31. Simulación de crédito y tasa de interés.

Fuente: CFN (2015).

Tabla de Amortización					Tabla de Amortización				
#	Abono	Interés	Cuota	Saldo	#	Abono	Interés	Cuota	Saldo
				\$ 3.065.000					
1	\$ 15.982	\$ 22.579	\$ 38.561	\$ 3.049.018	61	\$ 24.825	\$ 13.736	\$ 38.561	\$ 1.839.766
2	\$ 16.100	\$ 22.461	\$ 38.561	\$ 3.032.917	62	\$ 25.008	\$ 13.553	\$ 38.561	\$ 1.814.758
3	\$ 16.219	\$ 22.342	\$ 38.561	\$ 3.016.699	63	\$ 25.193	\$ 13.369	\$ 38.561	\$ 1.789.565
4	\$ 16.338	\$ 22.223	\$ 38.561	\$ 3.000.361	64	\$ 25.378	\$ 13.183	\$ 38.561	\$ 1.764.187
5	\$ 16.459	\$ 22.103	\$ 38.561	\$ 2.983.902	65	\$ 25.565	\$ 12.996	\$ 38.561	\$ 1.738.622
6	\$ 16.580	\$ 21.981	\$ 38.561	\$ 2.967.322	66	\$ 25.753	\$ 12.808	\$ 38.561	\$ 1.712.869
7	\$ 16.702	\$ 21.859	\$ 38.561	\$ 2.950.620	67	\$ 25.943	\$ 12.618	\$ 38.561	\$ 1.686.926
8	\$ 16.825	\$ 21.736	\$ 38.561	\$ 2.933.795	68	\$ 26.134	\$ 12.427	\$ 38.561	\$ 1.660.791
9	\$ 16.949	\$ 21.612	\$ 38.561	\$ 2.916.846	69	\$ 26.327	\$ 12.234	\$ 38.561	\$ 1.634.465
10	\$ 17.074	\$ 21.487	\$ 38.561	\$ 2.899.773	70	\$ 26.521	\$ 12.041	\$ 38.561	\$ 1.607.944
11	\$ 17.200	\$ 21.362	\$ 38.561	\$ 2.882.573	71	\$ 26.716	\$ 11.845	\$ 38.561	\$ 1.581.228
12	\$ 17.326	\$ 21.235	\$ 38.561	\$ 2.865.247	72	\$ 26.913	\$ 11.648	\$ 38.561	\$ 1.554.315
13	\$ 17.454	\$ 21.107	\$ 38.561	\$ 2.847.793	73	\$ 27.111	\$ 11.450	\$ 38.561	\$ 1.527.204
14	\$ 17.582	\$ 20.979	\$ 38.561	\$ 2.830.210	74	\$ 27.311	\$ 11.250	\$ 38.561	\$ 1.499.893
15	\$ 17.712	\$ 20.849	\$ 38.561	\$ 2.812.498	75	\$ 27.512	\$ 11.049	\$ 38.561	\$ 1.472.381
16	\$ 17.842	\$ 20.719	\$ 38.561	\$ 2.794.656	76	\$ 27.715	\$ 10.847	\$ 38.561	\$ 1.444.667
17	\$ 17.974	\$ 20.587	\$ 38.561	\$ 2.776.682	77	\$ 27.919	\$ 10.642	\$ 38.561	\$ 1.416.748
18	\$ 18.106	\$ 20.455	\$ 38.561	\$ 2.758.576	78	\$ 28.125	\$ 10.437	\$ 38.561	\$ 1.388.623
19	\$ 18.240	\$ 20.322	\$ 38.561	\$ 2.740.336	79	\$ 28.332	\$ 10.230	\$ 38.561	\$ 1.360.292
20	\$ 18.374	\$ 20.187	\$ 38.561	\$ 2.721.962	80	\$ 28.540	\$ 10.021	\$ 38.561	\$ 1.331.751
21	\$ 18.509	\$ 20.052	\$ 38.561	\$ 2.703.452	81	\$ 28.751	\$ 9.811	\$ 38.561	\$ 1.303.000
22	\$ 18.646	\$ 19.915	\$ 38.561	\$ 2.684.807	82	\$ 28.962	\$ 9.599	\$ 38.561	\$ 1.274.038
23	\$ 18.783	\$ 19.778	\$ 38.561	\$ 2.666.023	83	\$ 29.176	\$ 9.385	\$ 38.561	\$ 1.244.862
24	\$ 18.922	\$ 19.640	\$ 38.561	\$ 2.647.102	84	\$ 29.391	\$ 9.170	\$ 38.561	\$ 1.215.471
25	\$ 19.061	\$ 19.500	\$ 38.561	\$ 2.628.041	85	\$ 29.607	\$ 8.954	\$ 38.561	\$ 1.185.864
26	\$ 19.201	\$ 19.360	\$ 38.561	\$ 2.608.840	86	\$ 29.825	\$ 8.736	\$ 38.561	\$ 1.156.039
27	\$ 19.343	\$ 19.218	\$ 38.561	\$ 2.589.497	87	\$ 30.045	\$ 8.516	\$ 38.561	\$ 1.125.994
28	\$ 19.485	\$ 19.076	\$ 38.561	\$ 2.570.012	88	\$ 30.266	\$ 8.295	\$ 38.561	\$ 1.095.727
29	\$ 19.629	\$ 18.932	\$ 38.561	\$ 2.550.383	89	\$ 30.489	\$ 8.072	\$ 38.561	\$ 1.065.238
30	\$ 19.773	\$ 18.788	\$ 38.561	\$ 2.530.609	90	\$ 30.714	\$ 7.847	\$ 38.561	\$ 1.034.524
31	\$ 19.919	\$ 18.642	\$ 38.561	\$ 2.510.690	91	\$ 30.940	\$ 7.621	\$ 38.561	\$ 1.003.584
32	\$ 20.066	\$ 18.495	\$ 38.561	\$ 2.490.625	92	\$ 31.168	\$ 7.393	\$ 38.561	\$ 972.416
33	\$ 20.214	\$ 18.348	\$ 38.561	\$ 2.470.411	93	\$ 31.398	\$ 7.163	\$ 38.561	\$ 941.018
34	\$ 20.363	\$ 18.199	\$ 38.561	\$ 2.450.048	94	\$ 31.629	\$ 6.932	\$ 38.561	\$ 909.389
35	\$ 20.513	\$ 18.049	\$ 38.561	\$ 2.429.536	95	\$ 31.862	\$ 6.699	\$ 38.561	\$ 877.527
36	\$ 20.664	\$ 17.898	\$ 38.561	\$ 2.408.872	96	\$ 32.097	\$ 6.464	\$ 38.561	\$ 845.430
37	\$ 20.816	\$ 17.745	\$ 38.561	\$ 2.388.056	97	\$ 32.333	\$ 6.228	\$ 38.561	\$ 813.097
38	\$ 20.969	\$ 17.592	\$ 38.561	\$ 2.367.087	98	\$ 32.571	\$ 5.990	\$ 38.561	\$ 780.525
39	\$ 21.124	\$ 17.438	\$ 38.561	\$ 2.345.964	99	\$ 32.811	\$ 5.750	\$ 38.561	\$ 747.714
40	\$ 21.279	\$ 17.282	\$ 38.561	\$ 2.324.684	100	\$ 33.053	\$ 5.508	\$ 38.561	\$ 714.661
41	\$ 21.436	\$ 17.125	\$ 38.561	\$ 2.303.248	101	\$ 33.297	\$ 5.265	\$ 38.561	\$ 681.364
42	\$ 21.594	\$ 16.967	\$ 38.561	\$ 2.281.654	102	\$ 33.542	\$ 5.019	\$ 38.561	\$ 647.823
43	\$ 21.753	\$ 16.808	\$ 38.561	\$ 2.259.901	103	\$ 33.789	\$ 4.772	\$ 38.561	\$ 614.034
44	\$ 21.913	\$ 16.648	\$ 38.561	\$ 2.237.988	104	\$ 34.038	\$ 4.523	\$ 38.561	\$ 579.996
45	\$ 22.075	\$ 16.487	\$ 38.561	\$ 2.215.913	105	\$ 34.289	\$ 4.273	\$ 38.561	\$ 545.707
46	\$ 22.237	\$ 16.324	\$ 38.561	\$ 2.193.676	106	\$ 34.541	\$ 4.020	\$ 38.561	\$ 511.166
47	\$ 22.401	\$ 16.160	\$ 38.561	\$ 2.171.275	107	\$ 34.796	\$ 3.766	\$ 38.561	\$ 476.370
48	\$ 22.566	\$ 15.995	\$ 38.561	\$ 2.148.709	108	\$ 35.052	\$ 3.509	\$ 38.561	\$ 441.319
49	\$ 22.732	\$ 15.829	\$ 38.561	\$ 2.125.976	109	\$ 35.310	\$ 3.251	\$ 38.561	\$ 406.008
50	\$ 22.900	\$ 15.661	\$ 38.561	\$ 2.103.076	110	\$ 35.570	\$ 2.991	\$ 38.561	\$ 370.438
51	\$ 23.069	\$ 15.493	\$ 38.561	\$ 2.080.008	111	\$ 35.832	\$ 2.729	\$ 38.561	\$ 334.606
52	\$ 23.238	\$ 15.323	\$ 38.561	\$ 2.056.769	112	\$ 36.096	\$ 2.465	\$ 38.561	\$ 298.509
53	\$ 23.410	\$ 15.152	\$ 38.561	\$ 2.033.360	113	\$ 36.362	\$ 2.199	\$ 38.561	\$ 262.147
54	\$ 23.582	\$ 14.979	\$ 38.561	\$ 2.009.777	114	\$ 36.630	\$ 1.931	\$ 38.561	\$ 225.517
55	\$ 23.756	\$ 14.805	\$ 38.561	\$ 1.986.022	115	\$ 36.900	\$ 1.661	\$ 38.561	\$ 188.617
56	\$ 23.931	\$ 14.630	\$ 38.561	\$ 1.962.091	116	\$ 37.172	\$ 1.389	\$ 38.561	\$ 151.446
57	\$ 24.107	\$ 14.454	\$ 38.561	\$ 1.937.984	117	\$ 37.446	\$ 1.116	\$ 38.561	\$ 114.000
58	\$ 24.285	\$ 14.276	\$ 38.561	\$ 1.913.699	118	\$ 37.721	\$ 840	\$ 38.561	\$ 76.279
59	\$ 24.464	\$ 14.098	\$ 38.561	\$ 1.889.235	119	\$ 37.999	\$ 562	\$ 38.561	\$ 38.279
60	\$ 24.644	\$ 13.917	\$ 38.561	\$ 1.864.591	120	\$ 38.279	\$ 282	\$ 38.561	\$ (0)

\$ 3.065.000    \$ 1.562.346    \$ 4.627.346

Tabla 36. Tabla de amortización de crédito.

Fuente: los autores (2015).

### 11.3 Gastos.

Los gastos totales del proyecto del parque undimotriz se desglosa de la siguiente manera:

#### 1. Activos fijos.

- Depreciación: para la fabricación, suministros, construcción e instalación en mar y tierra se considera su depreciación a 15 años, tiempo de vida útil del parque undimotriz.
- Amortización: correspondiente a los gastos legales y estudios preliminares, a 5 años.

#### 2. Nóminas de Personal.

- Es el salario anual, con las prestaciones de la ley. A partir del año 2, se considera un incremento en los salarios del 2% hasta el año 15.
- En este ejercicio, se considera que la plantilla de personal se mantiene igual, sin variación en el número de trabajadores desde el año 1 al año 15.

#### 3. Gastos fijos.

- Oficina y Taller. A partir del año 2, se considera un incremento en los gastos fijos del 4% hasta el año 15.
- Mantenimiento menor. A partir del año 2, se considera un incremento en los gastos fijos del 4% hasta el año 15.
- Mantenimiento mayo. Se realiza cada 5 años. En el año 0, se había calculado su costo en USD \$100,000.00, por lo que el valor en el año 5 y año 10, está considerado con un incremento del 4% anual.

El flujo de gastos se muestra en el Anexo 1.

### 11.4 Punto de equilibrio y análisis de sensibilidad.

Bajo el esquema de ingresos menos gastos, se observa que el retorno de la inversión se da en 7.4 años. En este esquema no se incluye financiamiento. Se considera una producción constante de 3, 175,200 kW-h anuales, a un precio de USD \$ 0.4477.

En resumen, los resultados son:

- Los ingresos totales (año 1 al año 15): \$ 21, 323,055.60.
- Los gastos totales (año 1 al año 15): \$ 10, 614,494.26.
- Esto representa una contribución marginal del 50%.

Límites:

- La producción mínima para igualar los costos, sería de 1, 590,000 kW-h anuales.
- La tarifa mínima para igualar los costos, sería de USD \$ 0.225.

El flujo de gastos se muestra en el Anexo 2 y 3.

### 11.5 Balance inicial.

El balance inicial, considerando el financiamiento sería el que se muestra en la siguiente tabla:

Balance Inicial	
<b>Activos</b>	<b>\$ 4.065.000</b>
Caja	\$ 500.000
Activos Fijos	\$ 3.375.000
Otros Activos	\$ 190.000
<b>Pasivos</b>	<b>\$ 3.065.000</b>
Préstamos bancario	\$ 3.065.000
<b>Patrimonio</b>	<b>\$ 1.000.000</b>
Capital	\$ 1.000.000
<b>Pasivo + Patrimonio</b>	<b>\$ 4.065.000</b>

Tabla 37. Balance inicial.

Fuente: los autores (2015).

## 11.6 Estado de Resultados.

El estado de resultados, muestra las utilidades obtenidas. A las ventas netas de cada año se restan los gastos operativos e intereses generados de la deuda. Se muestra la Utilidad antes de impuestos y la utilidad después de impuestos. En resumen, la utilidad neta después de impuestos es de USD \$ 7.099.776.

El Estado de Resultados completo se muestra en el Anexo 4.

## 11.7 Cálculo del WACC.

El **WACC**, de las siglas en inglés Weighted Average Cost of Capital, también denominado coste promedio ponderado del capital (CPPC), es la tasa de descuento que se utiliza para descontar los flujos de caja futuros a la hora de valorar un proyecto de inversión.

Si el **WACC** es **inferior** a la rentabilidad sobre el capital invertido se habrá generado un valor económico agregado (EVA) para los accionistas.

Tal y como su propio nombre indica, el **WACC** pondera los costos de cada una de las fuentes de capital, independientemente de que estas sean propias o de terceros, siendo su fórmula la siguiente:

$$\text{WACC} = K_e \frac{E}{(E+D)} + K_d (1-T) \frac{D}{(E+D)}$$

Dónde:

- $K_e$ : Coste de los Fondos Propios
- $K_d$ : Coste de la Deuda Financiera
- $E$ : Fondos Propios
- $D$ : Deuda Financiera
- $T$ : Tasa impositiva

Para estimar el coste del patrimonio ( $k_e$ ) generalmente se utiliza el Capital Asset Pricing Model, o **CAPM**. Este modelo sirve para calcular el precio de un activo o una cartera de inversión y supone la existencia de una relación lineal entre el riesgo y la rentabilidad financiera del activo, donde:

$$K_e = R_f + [E[R_m] - R_f] * b$$

La **tasa libre de riesgo ( $R_f$ )** está asociada a la rentabilidad de un bono emitido por un Banco Central. Se puede tomar como referencia la tasa de rentabilidad de un bono a 5 años o una obligación a 10 años emitidos por el Tesoro Público.

A mayor horizonte temporal, la tasa se verá menos afectada por decisiones de política monetaria y por los efectos coyunturales de la crisis.

La **rentabilidad esperada del mercado  $E[R_m]$**  requiere de un modelo predictivo para obtener una estimación de la rentabilidad de las empresas que componen el mercado o sector a estudiar. En el caso de realizar un análisis del mercado de bases de datos, consideraríamos, la tasa de retorno promedio anual de dicho mercado para un periodo de tiempo de al menos 10 años. De esta forma se busca minimizar los efectos a corto plazo causados por circunstancias externas.

La **beta ( $\beta$ )** determina el riesgo de mercado de un activo, en función, de la coyuntura y fluctuación del mercado. Este riesgo no puede eliminarse, ya que es inherente a la actividad operacional y financiera de la empresa.

Si suponemos que una empresa tiene deuda en su estructura de capital, es necesario incorporar el riesgo financiero. Para ello debemos determinar una **beta apalancada ( $\beta$ )**, siendo la formula como sigue:

Para establecer la beta apalancada ( $\beta$ ), debemos hallar la **beta desapalancada ( $\beta_u$ )**. Para ello podemos recurrir a múltiples fuentes de información externas (Damodaran aswath, Mergemarket, Thomson Financial...etc.).

Según Damodaran, el sector de “Engineering & Construction”, está conformado por empresas dedicadas a la construcción y proyectos de generación de energía eléctrica cuya beta desapalancada es de 1,06.

WACC				
<b>Tasas</b>				
$\beta_u =$	1,06	Engineering & Construction		
Interés=	10,57%	Crédito Productivo Empresarial		
t=	33,7%	PTU e Impuesto a la Renta		
<b>Cálculo D/A</b>				
Pasivos totales	Patrimonio	D/A		
\$ 3.065.000,00	\$ 1.000.000,00	306,50%		
<b>Cálculos de Kd y Ke</b>				
Kd=	10,57%	Tasa Crédito Productivo PYMES		
IR=	33,7%	Impuesto a la Renta		
Ke=	54,51%	Modelo CAPM		
D/A	306,50%	Fuente		
Kd	10,57%	<a href="http://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorMonFin/TasasInteres/Indice.htm">http://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorMonFin/TasasInteres/Indice.htm</a>		
Ke	54,51%	$Ke = R_f + \beta L(R_m - R_f) + RPEcu$		
$\beta$	2,06	Beta apalancado		
Rf	2,03%	Bono USA 10 años		
Riesgo país Ecu	13,85%	<a href="http://contenido.bce.fin.ec/resumen_ticker.php?ticker_value=riesgo_pais">http://contenido.bce.fin.ec/resumen_ticker.php?ticker_value=riesgo_pais</a>		
Rm-Rf	18,75%	<a href="http://algodeeconomia.blogspot.com/2012/02/primas-de-riesgo-de-los-paises-segun.html">http://algodeeconomia.blogspot.com/2012/02/primas-de-riesgo-de-los-paises-segun.html</a>		
<b>Cálculo WACC</b>				
Estructura Capital		Proporción Financiamiento	Costo Deuda	Costo Promedio Ponderado
<b>Deuda a largo Plazo</b>	\$ 3.065.000,00	75,40%	10,57%	5,29%
<b>Capital propio</b>	\$ 1.000.000,00	24,60%	54,51%	13,41%
	\$ 4.065.000,00			18,69%
			<b>WACC=</b>	<b>18,69%</b>

Tabla 38. Cálculo del WACC.

Fuente: los autores (2015).

## 11.8 Flujo de Caja.

El flujo de caja es la acumulación neta de activos líquidos en un periodo determinado y, por lo tanto, constituye un indicador importante de la liquidez de una empresa.

Dos parámetros muy usados a la hora de calcular la viabilidad de un proyecto son el **VAN** (Valor Actual Neto) y el **TIR** (Tasa Interna de Retorno). Ambos conceptos se basan en lo mismo, y es la estimación de los flujos de caja que tenga la empresa (simplificando, ingresos menos gastos netos).

Si por ejemplo hacemos una estimación de los ingresos de nuestra empresa durante quince años, para que el proyecto sea rentable el VAN tendrá que ser superior a cero, lo que significará que recuperaremos la inversión inicial y tendremos más capital que si lo hubiéramos puesto a renta fija.

Otra forma de calcular lo mismo es mirar la Tasa Interna de Retorno, que sería el tipo de interés en el que el VAN se hace cero. Si el TIR es alto, estamos ante un proyecto empresarial rentable, que supone un retorno de la inversión equiparable a unos tipos de interés altos que posiblemente no se encuentren en el mercado. Sin embargo, si el TIR es bajo, posiblemente podríamos encontrar otro destino para nuestro dinero.

En resumen: los resultados analizando el Flujo de caja libre de la empresa (sin financiamiento), y el flujo de caja libre del accionista (con financiamiento) son:

	<b>Flujo del Proyecto</b>	<b>Flujo del Accionista</b>
<b>WACC/Costo Accionista</b>	18,7%	54,5%
<b>VAN</b>	\$ 897.260	\$ 107.286
<b>TIR</b>	23,7%	60,0%
<b>Tiempo Recuperación</b>	3,90	1,70

Tabla 39. Resultados del VAN y TIR.

Fuente: los autores (2015).

El análisis de los flujos de caja completos se muestra en el Anexo 5.

## **11.9 Conclusiones.**

Del análisis financiero, se observa claramente que el proyecto es rentable. El análisis de los flujos de caja muestran valores del VAN superiores a cero, con un TIR alto.

Un punto importante tomarse en cuenta es que la inversión se considera de alto riesgo, debido a la naturaleza del proyecto, donde la incertidumbre en muchos aspectos se desconoce. Es por esta razón que las consideraciones para realizar el análisis financiero pueden variar y afectar los resultados.

Las dos variables de impacto en consideración son:

1. El precio establecido.
2. La producción de energía eléctrica.

Se requiere tener en cuenta todos los factores que puedan afectar estas dos variables, de eso dependerá en gran medida la viabilidad financiera del proyecto.

## Capítulo 12. Análisis del Riesgo

### 12.1 Definiciones.

De acuerdo a la Guía PMBOK, un riesgo de un proyecto es un “evento o condición incierta que si ocurre, afecta negativamente o positivamente a uno o más de los objetivos del proyecto”. La definición del estándar ISO 31000 es similar: “riesgo es el efecto de la incertidumbre sobre los objetivos”.

**Tipo de riesgos.** El tipo de riesgo más popular es el riesgo negativo, el cual es una situación adversa al proyecto o a alguno de sus objetivos. Por otro lado, un riesgo positivo brinda oportunidades.

**Diferencia entre riesgo y problema.** Un riesgo no es un problema. Un problema ya ocurrió. Un riesgo podría ocurrir. Gestionar los riesgos es gestionar problemas potenciales. La gestión proactiva ahorra tiempo y dinero, y minimiza las incertidumbres.

**Causa y disparador del riesgo.** Las causas son las razones por las cuales podría ocurrir un riesgo. El **disparador** alerta sobre la ocurrencia del riesgo, justo antes que el riesgo se materialice, e indica que hay que actuar.

**Probabilidad del riesgo e impacto.** El riesgo se define en función de la probabilidad de que ocurra, y si ocurre, en función de su impacto o consecuencia.  
Riesgo = función de (Probabilidad x Impacto).

**Tolerancia al riesgo y umbral.** La tolerancia al riesgo indica qué cantidad de riesgo aceptan o no los involucrados. Las áreas de tolerancia al riesgo indican en qué áreas se es tolerante y en cuáles no. Distintos interesados tienen distintas tolerancias al riesgo. Por ejemplo, el director del proyecto puede ser resistente a tomar riesgos, y el cliente a ser lo contrario. La tolerancia también se ve afectada por la cultura o país. Hay culturas conservadoras donde el cambio cuesta y hay resistencia a enfrentar los riesgos. Hay culturas donde se está más abierto a cambiar y aprender. La mayoría de los países

de América Latina tienen una alta evitación de la incertidumbre. El umbral es un valor de costo, tiempo, calidad, técnico o de un recurso usado, que si se supera, se dispara una acción. Es el punto donde un riesgo se vuelve inaceptable.

En muchos proyectos, la experiencia y la capacitación en gestión del riesgo que se tiene puede ser un factor determinante para el éxito del proyecto. Para tener éxito en un proyecto, la organización y los empleados deben estar comprometidos con realizar una gestión de riesgo proactiva y efectiva, no solo al inicio del proyecto, sino a lo largo del mismo. Todo proyecto tienen incertidumbre, por lo tanto lo más sabio es estar preparado para manejar la incertidumbre del mejor modo y o asumir que el riesgo no va a afectar. No se puede hablar de un proyecto sin hablar de sus riesgos.

La gestión de riesgo del proyecto le agrega un grado de realismo al proyecto, al incorporar los riesgos y la incertidumbre en todos los aspectos del proyecto.

En algunos textos de dirección de proyectos, se identifican las áreas para poder estudiar el tema, estas áreas comprenden el alcance, el tiempo, el costo, las adquisiciones y entre otros, el riesgo (tabla 40). Sin embargo, el riesgo no es algo aislado sino abarcador de todo lo demás. En cada una de dichas áreas puede existir riesgo.

<b>Gestión de la Integración del Proyecto</b>			
<b>Gestión de las COMUNICACIONES</b> - Información incorrecta. - Falta de comunicación. - Falta de un plan de comunicación.	<b>Gestión del ALCANCE</b> - Cambios al alcance. - Requerimientos completos. - Falta de la EDT.	<b>Gestión del TIEMPO</b> - Restricciones. - Estimaciones. - Cronograma.	<b>Gestión de las ADQUISICIONES</b> - Proveedor incompetente. - Contratos no claros. - Acciones Legales.
<b>Gestión de las PERSONAS</b> - Personal escaso o no disponible. - Conflictos y Roles. - Bajo desempeño.	<b>Gestión de los INTERESADOS</b> - Ignorar a los interesados. - Expectativas. - Intereses contrapuestos.	<b>Gestión del COSTO</b> - Restricciones. - Estimaciones. - Fondos escasos.	<b>Gestión de la CALIDAD</b> - Falta de pruebas. - Falta de procesos. - Mala Calidad

Tabla 40. Áreas de la gestión de proyectos con riesgo.

Fuente: Butchtk, L. (2013).

## 12.2 Estructura de Desglose de Riesgos. EDT o RBS.

Una forma útil de identificar los riesgos de un proyecto es pensar en distintas categorías de riesgo. Es decir, en una forma lógica de agrupar y organizar distintos tipos de riesgo, por ejemplo, riesgos políticos, ambientales, económicos, tecnológicos, de las partes involucradas, contractuales, entre otros. Para ello se utiliza una herramienta llamada Estructura de Desglose de Riesgos, EDT o RBS (Risk Breakdown Structure).



Tabla 41. Estructura de Desglose de Riesgo RBS

Fuente: Butchtkik, L. (2013).

## 12.3 Beneficios de la Gestión de Riesgos.

Existen muchos beneficios derivados de gestionar los riesgos de un proyecto. Es importante que el director del proyecto comunique y muestre estos beneficios tanto a los ejecutivos de la organización que realiza el proyecto, como a su equipo y los demás interesados de la organización. La gestión de riesgo no es gratis, requiere tiempo y recursos. Es además importante aclarar el rol de cada involucrado en la gestión de riesgo. Butchtkik, L. (2013) enlista 20 beneficios de la gestión de riesgo:

1. Aumenta la posibilidad de éxito del proyecto.
2. Ayuda a ser proactivos y no reactivos.
3. Hace más realista los planes al considerar la incertidumbre.
4. Mejora la predicción de resultados.
5. Descubre potenciales problemas temprano y ayuda a ver la repercusión de las fallas.
6. Permite tomar decisiones con información.
7. Posibilita gestionar las oportunidades.
8. Fomenta gestionar las reservas para imprevistos.
9. Ayuda a entender la causa de los riesgos y a enfocarse en los más críticos.
10. Asegura tener planes para responder ante riesgos.
11. Minimiza cambios, retrasos y sobrecostos por riesgo.
12. Mejora la gestión de los interesados ante el riesgo.
13. Logra una visión común sobre los riesgos del proyecto.
14. Evita cometer los mismos errores y mejorar la gestión del conocimiento.
15. Habilita a gestionar mejor la adquisición de recursos.
16. Permite un mejor control de los riesgos.
17. Contribuye a una mejor calidad.
18. Centraliza e integra los riesgos y su gestión.
19. Mejora la comunicación y el reporte de la información.
20. Se gana en calidad de vida y reduce el caos.

#### **12.4 Plan de Gestión de Riesgos.**

El plan de Gestión de riesgos, consiste en indicar, mediante instrucciones precisas y detalladas, la ejecución de las actividades de Gestión de Riesgos de un proyecto. La planificación es importante para garantizar el nivel, el tipo y la visibilidad de la Gestión de Riesgos. La ilustración 32, muestra la secuencia de las actividades.

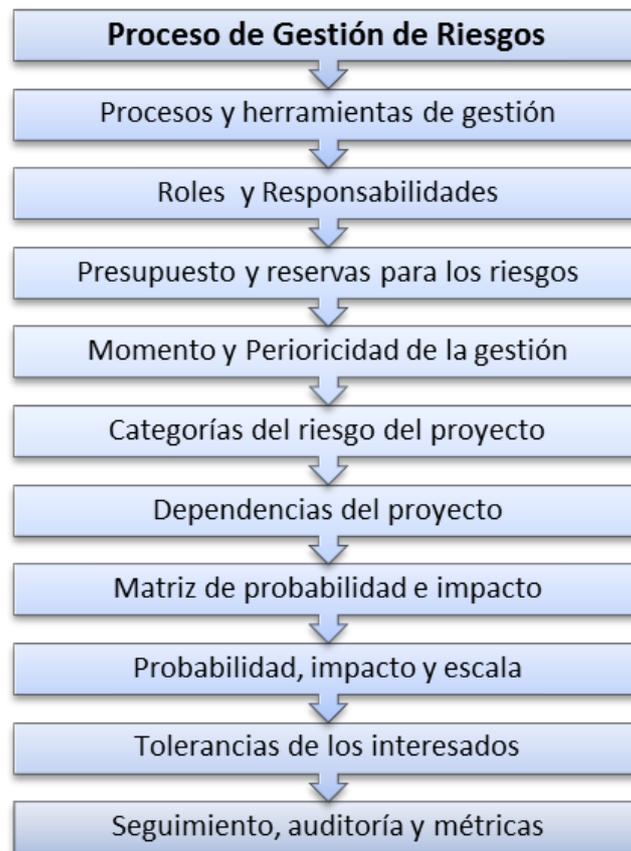


Ilustración 32. Principales elementos de un plan de gestión de riesgos.

Fuente: Butchtk, L. (2013).

#### 12.4.1 Procesos y herramientas de gestión.

**Estándares y metodologías de gestión de riesgo disponibles.** Alternativas de metodologías de procesos de planificación, por ejemplo: AS/NZ 4360, la guía PRAM, el estándar IRM/ALARM/AIRMIC, la guía para los practicantes de dirección e riesgo de la oficina de comercio del Reino Unido, RAMP, el estándar ISO 31000:2009, BS IEC 62198:2001, el estándar británico BS6079-1:2000, y el estándar canadiense CAN/CSA-Q850-97. Todos tienen un enfoque cuyas bases son similares, permitiendo la identificación, análisis, respuestas, y control de riesgos.

**Metodologías de gestión de riesgo de la organización.** A veces la metodología usar está definida por la organización que realiza el proyecto.

**Tolerancia y Actitud de los interesados.** Influencia la rigurosidad y el contenido del plan de gestión de riesgos.

**Software disponible de gestión de riesgo.** Es importante saber si la organización cuenta con esto y espera su uso.

**Plan de gestión del proyecto y acta que constituye al proyecto.** A veces este plan especifica la metodología a usar para gestionar los riesgos. El plan y/o el acta dan una idea del nivel de riesgo del proyecto. Ayudan a determinar qué tan riguroso deben ser los procesos de gestión de riesgos.

#### **12.4.2 Rol y responsabilidad de los involucrados.**

Si bien en todo el proyecto, el responsable final de la gestión de riesgo es el director del proyecto, la dirección del riesgo no es de exclusividad del líder. Todo el equipo o integrantes deben participar en la gestión de riesgo, o al menos en identificar los riesgos, aportar en su análisis y plantear posibles respuestas a ellos. La gestión de riesgos es una actividad grupal donde es importante que alguien lidere dicho esfuerzo.

El acta que constituye al proyecto. Indica los principales involucrados quienes pueden tener un rol o responsabilidad en la gestión de riesgos.

Registro de interesados en el proyecto. Contiene la información detallada sobre cada interesado, sus expectativas e intereses en el proyecto.

Plan de proyecto con el organigrama y cronograma. Tiene información que sirve al definir los roles y responsabilidades relativos a la gestión de los riesgos.

#### **12.4.3 Presupuesto y reservas de costo para la gestión de riesgo.**

Esto tiene que ver con estimar y presupuestar cuánto va a costar gestionar los riesgos del proyecto. También determina el monto de la reserva de contingencia y

gestión. Describe cómo se van a usar dichas reservas y quién aprobará el uso de la reserva de gestión.

#### **12.4.4 Momento y periodicidad de la gestión.**

En el cronograma del proyecto se agregarán las actividades para gestionar los riesgos y su periodicidad en tiempo. Esta depende de las características propias de cada proyecto y se basa en la experiencia de los participantes e involucrados.

#### **12.4.5 Categorías del riesgo del proyecto.**

Una vez que se identifica la EDT, se utiliza esta plantilla para identificar los riesgos según su categoría. También se puede utilizar información histórica de proyectos similares anteriores para revisar categorías de riesgos que pueden aplicarse en el proyecto en cuestión. Aquí también se define la plantilla o tipo de informe que se usará para comunicar los riesgos a los distintos interesados.

#### **12.4.6 Matriz de Probabilidad e Impacto.**

Documenta de qué modo se define la probabilidad de ocurrencia de los riesgos del proyecto en cuestión y su impacto sobre los objetivos del mismo. Los riesgos solo son importantes si afectan los objetivos importantes del proyecto (tiempo, costo, calidad, seguridad, etc., según se hayan definido). Esto se hace para los riesgos negativos y para los positivos.

Escala Relativa del impacto para los riesgos positivos y negativos				
Impacta objetivo de:	Bajo	Medio	Alto	(+ / -)
Alcance	Hasta 9% de agregado al alcance	De 10 a 20% en agregados	Cambios en mas del 20% del alcance aprobado	( - )
Tiempo	Retraso hasta 1 semana	Retraso hasta 1 mes	Retraso mayor de 1 mes	( - )
	Adelanto hasta 1 semana	Adelanto hasta 2 semanas	Adelanto mas de 2 meses	( + )
Costo	Sobrecosto de 20%	Sobrecosto de 21% a 40%	Sobrecosto mayor al 40%	( - )
	Reducción de costos muy baja	Reducción del 1% al 5%	Reducción mayor al 5%	( + )
Calidad	Hasta 10 errores por entrega	De 11 a 30 errores por entrega	Mas de 30 errores por entrega	( - )

( - ) Representa impactos de los riesgos negativos.

( + ) Representa impactos de los riesgos positivos.

Tabla 42. Definición de escala relativa del impacto de los riesgos.

Fuente: Butchtk, L. (2013).

Para la probabilidad se debe indicar su escala, relativa o numérica. El Departamento de Energía de Estados Unidos utiliza la siguiente tabla 43:

Escala de Probabilidad	Significado de la escala de Probabilidad
Muy alta	Hay casi un certeza de que el riesgo ocurrira
Alta	El riesgo muy probablemente ocurrirá
Media	El riesgo podría ocurrir
Baja	El riesgo ocurrirá de vez en cuando
Muy Baja	Es casi seguro que el riesgo no ocurrirá

Tabla 43. Escala relativa de probabilidad.

Fuente: Butchtk, L. (2013).

#### 12.4.6 Tolerancias de los interesados.

Indica la tolerancia que tienen los diferentes interesados clave del proyecto. Por ejemplo: el patrocinador no tolerará riesgos que puedan dañar la imagen de la empresa; el director del proyecto no tolerará que se agreguen cambios continuamente al alcance; al cliente le gusta tomar riesgos.

#### **12.4.7 Seguimiento, auditorías y métricas.**

**Seguimiento y auditorías.** Documenta cómo se van a controlar los riesgos durante el proyecto, y cómo y cuándo se auditarán. Por ejemplo, el encargado del riesgo le dará seguimiento de cerca a los riesgos. En cualquier momento los interesados podrían detectar un riesgo y deberán comunicarlo al director del proyecto.

**Métricas.** Al planificar la gestión de riesgos se debe definir qué métricas se usarán durante la ejecución del proyecto para medir y comunicar que tan efectivo está siendo el esfuerzo de la gestión de riesgos. Las métricas son indicadores que indican en tiempo y forma información relevante sobre dicha gestión. Se deben identificar las métricas, cómo y cuándo se reportarán, así como definir cada cuanto tiempo se controlarán dichas métricas. Por ejemplo: porcentaje de riesgos mitigados con éxito, variación del costo, variación de la duración, reserva disponible, etc.

#### **12.5 Conceptos generales de diseño por riesgo en Obras Marítimas.**

Durante los últimos años, las responsabilidades de la ingeniería portuaria y costera han dejado de limitarse a garantizar la estabilidad y funcionalidad de la infraestructura; los diseños actuales deben cumplir también con requisitos ambientales, sociales y financieros que avalen una interacción adecuada entre la obra y su entorno, durante su construcción, operación y en algunos casos desmantelamiento. Una metodología útil para trabajar con todos estos factores en conjunto es el diseño de estructuras basado en criterios de riesgo, que ya ha sido exitosamente adoptado en proyectos cuya falla implica graves consecuencias, como centrales nucleoelectricas, plataformas de extracción de hidrocarburos, plantas químicas, etc.

El diseño por riesgo es especialmente útil en la ingeniería portuaria y costera, ya que sus proyectos suelen influir directamente en el ecosistema local; requieren una inversión considerable sujeta a optimizaciones detalladas y los principales agentes a que deben resistir, generalmente viento y oleaje, se caracterizan mediante conceptos estadísticos.

Algunas razones por las que se considera que un diseño basado en el riesgo es mucho más aproximado a la realidad son entre otras, el que las fuerzas con las que se trabaja en esta área (oleaje, viento, marea) son de carácter aleatorio, por tanto, siempre existirá incertidumbre en su magnitud, en la respuesta de la estructura y más aún en los impactos que pueda causar la estructura en áreas aledañas; el deterioro de las estructuras ocurre con el paso del tiempo, es decir, éstas van perdiendo su resistencia poco a poco, es muy rara la estructura que falla totalmente con la llegada de la tormenta de diseño.

### **12.5.1 Diseño determinista.**

El diseño determinista tradicional es aquel en el que se intenta estimar las solicitaciones máximas a las que someterá una estructura (oleaje, viento, mareas) y a partir de ello se asigna un valor de solicitación extraordinaria la cual, se espera, tiene una muy baja probabilidad de ocurrir durante la vida útil de la obra. Esta solicitación suele estar asociada a un periodo de retorno.

El diseño de la estructura, como respuesta a esta única solicitación se lleva a cabo de tal manera que la resistencia final de la obra sea un poco mayor de lo necesario a fin de cubrir la incertidumbre en todo el proceso de diseño. El incremento en la resistencia es universalmente conocido como factor de seguridad.

El aspecto que esta filosofía no cuida a cabalidad es el costo final de las estructuras, pues es claro que en la medida que se incrementa el factor de seguridad lo hará también el costo. Más aún, cuando en la práctica, tanto los responsables de estimar la solicitación como los que determinan la resistencia de la estructura buscan cubrir la incertidumbre de cada proceso, dando como resultado la aplicación de factores de seguridad por duplicado.

Por otro lado, el diseño determinista no permite el avance en el entendimiento de la interacción entre las solicitaciones y la obra, ya que si la estructura no falla en toda su vida útil, no se sabe cuántos recursos se desperdiciaron en un diseño que resultó sobrado y si falla, tampoco se sabe qué tan lejos resultó el diseño de ser exitoso. Este

desconocimiento impacta directamente en los respectivos planes de mantenimiento y reparación, así como en el costo de los mismos.

### **12.5.2 Concepto de riesgo.**

En el diseño de estructuras, riesgo se define como el producto de la amenaza (probabilidad de ocurrencia de un fenómeno extremo) por la vulnerabilidad (probabilidad de falla y sus consecuencias).

La metodología del diseño por riesgo consiste básicamente en asignar a cada parte de la obra un nivel de fiabilidad deseable, es decir, el riesgo que puede asumirse en función de la importancia que tenga en su entorno y de las consecuencias económicas, sociales y ambientales de una posible falla.

Del riesgo admitido depende, entre otras cosas, la vida útil y la máxima probabilidad de falla admisible, factores determinantes en el diseño.

### **12.5.3 Agentes y acciones.**

Agente se define como todo aquello que produce un efecto significativo en la seguridad, funcionalidad y operatividad de la obra marítima. Los agentes, pueden clasificarse como:

- Gravitatorios, asociados a la gravedad terrestre.
- Medio físico, como los agentes climáticos, hidráulicos, sísmicos, biogeoquímicos y térmicos.
- Terreno, que serán aquellos que produzcan efectos como presiones, empujes, movimientos, deformaciones y demás esfuerzos sobre los distintos elementos de la estructura.
- Uso y explotación, se refieren a los derivados del uso de la estructura como almacenamiento, movimiento y tráfico de mercancías.
- Asociados al material, se dividirán por conveniencia en térmicos y reológicos y estarán asociados al comportamiento mecánico, químico, térmico y biológico de los materiales.

- Construcción, los debidos al proceso constructivo, construcción, fabricación, transporte, montaje y desmontaje.

La interacción entre los agentes y la estructura da como resultado las acciones, como las fuerzas, las cargas, los movimientos, las deformaciones, etc. Las acciones tendrán por tanto, la misma clasificación que los agentes.

#### **12.5.4 Procedimiento de verificación.**

La verificación, consiste en estimar la probabilidad de falla de una estructura ante un determinado modo de falla y bajo ciertas condiciones de carga. Para la verificación de la ocurrencia de un modo de falla, normalmente se utiliza el método de los estados límite, que se define como aquel estado de la obra donde se presenta un modo de falla. Dentro de los estados límite se distinguen tres tipos:

- Estados límite últimos.
- Estados límite de servicio.
- Estados límite operativos.

Los estados límite últimos y de servicio son aquellos relacionados con la seguridad estructural y funcional del tramo de obra y los estados límite operativos son aquellos relacionados con la explotación del tramo de obra.

Los estados límite últimos son los que ocasionan la destrucción total de la obra o de una parte de ella y se pueden clasificar en:

- Pérdida del equilibrio estático.
- Agotamiento resistente o rotura.
- Deformación.
- Inestabilidad.
- Fatiga.
- Colapso progresivo.

Los estados límite de servicio son aquellos que ocasionan la pérdida de funcionalidad de la obra o de una parte de ella; se clasifican en:

- Pérdida de durabilidad.

- Alteraciones geométricas acumuladas.
- Vibraciones excesivas.
- Fisuración excesiva.
- Deformaciones excesivas.
- Estados límites estéticos, ambientales y legales.

En algunas ocasiones resulta problemático diferenciar entre los estados límite últimos y los estados límite de servicio; para efectos de este capítulo, cuando un modo de falla se pueda integrar en cualesquiera de las dos clasificaciones el criterio para diferenciarlo será el siguiente: cuando el modo de falla sea producto de una acción ocasionada por uno o varios agentes en un intervalo mucho menor al de la vida útil del tramo de obra, el modo de falla debe adscribirse a un estado límite último.

Por otra parte, si la ocurrencia del modo de falla se puede retrasar o impedir mediante mantenimiento entonces el modo pertenece a un estado límite de servicio.

## Bibliografía

**Barriga, H.** 2013. Las energías renovables (no convencionales), un nuevo sector para la inversión privada en el Ecuador. Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas. ESPOL. [http://www.fen.espol.edu.ec/holgerbarriga\\_lasenergiasrenovables](http://www.fen.espol.edu.ec/holgerbarriga_lasenergiasrenovables)

**Butchlik, L.** 2013. Secretos para dominar la gestión de riesgos en proyectos. Butchlik Global. 2ª Edición. Uruguay.

**CADS. Centro de Agua y Desarrollo Sustentable.** 2010. Estudios y diseños de las obras de protección y recuperación de la playa de la isla Jambelí. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil. Ecuador.

**CFE. Comisión Federal de Electricidad.** 2014. Manual de Diseño de Obras Civiles. Obras Marítimas. Tomo I. Sección A: Hidrotecnia. Tema 2: Hidráulica. México D.F.

**CONELEC. Consejo Nacional de Electricidad.** 2011. Regulación No. CONELEC 004/11. Tratamiento para la energía producida con Recursos Energéticos Renovables No Convencionales. [DOC].

[https://www.google.com.ec/?gws\\_rd=ssl#q=regulaci%C3%B3n+conelec+004+11](https://www.google.com.ec/?gws_rd=ssl#q=regulaci%C3%B3n+conelec+004+11)

**Consejo Provincial Autónomo de El Oro.** 2013. Plan de desarrollo estratégico de la parroquia Jambelí 2010-2025. [PDF].

[http://app.sni.gob.ec/snmlink/sni/%23recycle/PDyOTs%202014/0760030760001/PND/15022013\\_122239\\_JAMBELI%20PLAN.pdf](http://app.sni.gob.ec/snmlink/sni/%23recycle/PDyOTs%202014/0760030760001/PND/15022013_122239_JAMBELI%20PLAN.pdf)

**Departamento de Desarrollo del Banco Mundial.** 2002. Borrador de Trabajo. Libro-Guía para el Análisis Social: Para la incorporación de las dimensiones sociales en proyectos apoyados por el Banco. [PDF].

<http://siteresources.worldbank.org/SOCIALANALYSIS/214578-1111998982522/20486272/SocialAnalysisSourcebookAugust7.pdf>

**Fernández-Díez, P.** 2008. Biblioteca sobre ingeniería energética. Energía de las Olas. Universidad de Cantabria. Santander, España. [PDF].

<http://es.pfernandezdiez.es/libro/?id=5>

**Fernández-Chozas, J.** 2008. Energía Undimotriz. Una aproximación al aprovechamiento de la energía de las olas para la generación de electricidad. Archivo digital de la Universidad Politécnica de Madrid. [PDF].

[http://oa.upm.es/1203/1/PFC\\_JULIA\\_FERNANDEZ\\_CHOZAS.pdf](http://oa.upm.es/1203/1/PFC_JULIA_FERNANDEZ_CHOZAS.pdf)

**Gómez, C.** 2012. Marketing para la evaluación de proyectos. Centro de Estudios de Gerencia y Turismo. Facultad de Economía. Universidad de Pinar del Río.

<http://www.monografias.com/trabajos14/evaproyectos/evaproyectos.shtml#ixzz3osny0pQY>

**INP. Instituto Nacional de Preinversión.** 2013. Estudio de la energía de las olas, corrientes y energía cinética de los ríos en el Ecuador para la generación eléctrica. [PDF].

<http://www.preinversion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2014/05/Estudio-de-la-energia-de-olas-corrientes-y-energia-cinetica-de-rios-en-el-Ecuador-para-generacion-electrica.pdf>

**Kotler P. Keller, K.** 2012. Dirección de Marketing. Pearson Educación. 12a. Edición. México.

**Lovins, A.** Winning the Oil Endgame. Rocky Mountain Institute. (2005). [PDF].

[http://www.rmi.org/Knowledge-Center/Library/E04-07\\_WinningTheOilEndgame](http://www.rmi.org/Knowledge-Center/Library/E04-07_WinningTheOilEndgame)

**Maholtra, N.** 2008. Investigación de Mercados. Pearson Educación. 5ta. Edición. México.

**Muñoz, J.** La matriz energética ecuatoriana. Instituto Nacional de Eficiencia Energía y Energías Renovables. 2012. [PDF].

[http://www.iner.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/ISEREE\\_La-matriz-energ%C3%A9tica-ecuatoriana.pdf](http://www.iner.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/ISEREE_La-matriz-energ%C3%A9tica-ecuatoriana.pdf)

**Pelissero, M. Haim, A. Tula, R.** 2015. Aprovechamiento de la energía undimotriz. Universidad Técnica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires. Departamento de Ingeniería Mecánica. I+D+i Grupo Undimotriz. [PDF].

<http://mecanica.frba.utn.edu.ar/energiaundimotriz>

**ROM 0.0-01.** 2001. Recomendaciones para Obras Marítimas. Procedimiento general y bases de cálculo en el proyecto de obras marítimas y portuarias. Puertos del Estado. España. [PDF].

<http://www.puertos.es/es-es/BibliotecaV2/ROM%200.0-01.pdf>

**ROM 02-90.** 1990. Recomendaciones para Obras Marítimas. Acciones en el proyecto de Obras Marítimas y Portuarias. Puertos del Estado. España. [PDF].

<http://www.puertos.es/es-es/BibliotecaV2/ROM%200.2-90.pdf>

**Rosero, J.** 2012. Aplicación de los SIG para Análisis de los Riesgos por Variabilidad Costera, Ecuador. Repositorio digital de la Universidad San Francisco de Quito. [PDF].

<http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1900/1/104353.pdf>

**Ross, S. Westfield, R. Jeffrey, J.** 2012. Finanzas Corporativas. McGraw Hill. 9a edición. México.

**Wheelen, T. Hunger, D.** 2010. Administración estratégica y política de negocios. Pearson Educación. 10a. Edición. México.

**World Energy Outlook.** 2014. Resumen ejecutivo en español. Agencia Internacional de Energía. [PDF].

<http://www.iea.org/publications/>

**Anexo 1. Gastos del parque undimotriz.**

**GASTOS DEL PARQUE UNDIMOTRIZ**

Activos Fijos																	
Depreciación																	
Descripción	Subtotal	Años	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
Fabricación y Suministros	\$ 1.875.000	15	125.000,00	125.000,00	125.000,00	125.000,00	125.000,00	125.000,00	125.000,00	125.000,00	125.000,00	125.000,00	125.000,00	125.000,00	125.000,00	125.000,00	125.000,00
Construcción e Instalación en mar y tierra	\$ 1.500.000	15	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
<b>Total</b>	<b>\$ 3.375.000</b>		<b>\$ 225.000,00</b>														

Amortización																	
Descripción	Subtotal	Años	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
Gastos legales	\$ 30.000	5	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00										
Estudios preliminares	\$ 160.000	5	32.000,00	32.000,00	32.000,00	32.000,00	32.000,00										
Interes de Financiamiento	\$ 1.562.346	10	262.981,35	244.589,85	224.505,02	202.570,95	178.617,40	152.458,41	123.890,94	92.693,23	58.623,11	21.416,12					
<b>Total</b>	<b>\$ 190.000</b>		<b>\$ 300.981,35</b>	<b>\$ 282.589,85</b>	<b>\$ 262.505,02</b>	<b>\$ 240.570,95</b>	<b>\$ 216.617,40</b>	<b>\$ 152.458,41</b>	<b>\$ 123.890,94</b>	<b>\$ 92.693,23</b>	<b>\$ 58.623,11</b>	<b>\$ 21.416,12</b>	<b>\$ -</b>				

**Gastos de Personal**

Gastos Personal	# personas	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
<b>Costo Nomina</b>	<b>15</b>	<b>\$ 182.400,00</b>	<b>\$ 186.048,00</b>	<b>\$ 189.768,96</b>	<b>\$ 193.564,34</b>	<b>\$ 197.435,63</b>	<b>\$ 201.384,34</b>	<b>\$ 205.412,03</b>	<b>\$ 209.520,27</b>	<b>\$ 213.710,67</b>	<b>\$ 217.984,88</b>	<b>\$ 222.344,58</b>	<b>\$ 226.791,47</b>	<b>\$ 231.327,30</b>	<b>\$ 235.953,85</b>	<b>\$ 240.672,93</b>
Gerente	1	30.000,00	30.600,00	31.212,00	31.836,24	32.472,96	33.122,42	33.784,87	34.460,57	35.149,78	35.852,78	36.569,83	37.301,23	38.047,25	38.808,20	39.584,36
Jefe de Contabilidad / Financiero	1	24.000,00	24.480,00	24.969,60	25.468,99	25.978,37	26.497,94	27.027,90	27.568,46	28.119,83	28.682,22	29.255,87	29.840,98	30.437,80	31.046,56	31.667,49
Jefe Electromecánico	1	21.600,00	22.032,00	22.472,64	22.922,09	23.380,53	23.848,15	24.325,11	24.811,61	25.307,84	25.814,00	26.330,28	26.856,89	27.394,02	27.941,90	28.500,74
Jefe de Taller	1	21.600,00	22.032,00	22.472,64	22.922,09	23.380,53	23.848,15	24.325,11	24.811,61	25.307,84	25.814,00	26.330,28	26.856,89	27.394,02	27.941,90	28.500,74
Maestro Eléctrico	1	10.200,00	10.404,00	10.612,08	10.824,32	11.040,81	11.261,62	11.486,86	11.716,59	11.950,93	12.189,94	12.433,74	12.682,42	12.936,07	13.194,79	13.458,68
Maestro Soldador	1	10.200,00	10.404,00	10.612,08	10.824,32	11.040,81	11.261,62	11.486,86	11.716,59	11.950,93	12.189,94	12.433,74	12.682,42	12.936,07	13.194,79	13.458,68
Maestro Mecánico	1	10.200,00	10.404,00	10.612,08	10.824,32	11.040,81	11.261,62	11.486,86	11.716,59	11.950,93	12.189,94	12.433,74	12.682,42	12.936,07	13.194,79	13.458,68
Secretaria	1	8.400,00	8.568,00	8.739,36	8.914,15	9.092,43	9.274,28	9.459,76	9.648,96	9.841,94	10.038,78	10.239,55	10.444,34	10.653,23	10.866,30	11.083,62
Bodeguero en general	1	6.600,00	6.732,00	6.866,64	7.003,97	7.144,05	7.286,93	7.432,67	7.581,33	7.732,95	7.887,61	8.045,36	8.206,27	8.370,40	8.537,80	8.708,56
Operador de equipo liviano	1	6.600,00	6.732,00	6.866,64	7.003,97	7.144,05	7.286,93	7.432,67	7.581,33	7.732,95	7.887,61	8.045,36	8.206,27	8.370,40	8.537,80	8.708,56
Ayudantes en general	5	33.000,00	33.660,00	34.333,20	35.019,86	35.720,26	36.434,67	37.163,36	37.906,63	38.664,76	39.438,05	40.226,82	41.031,35	41.851,98	42.689,02	43.542,80
Decimo Tercero	Sal Anual / 12	15.200,00	15.504,00	15.814,08	16.130,36	16.452,97	16.782,03	17.117,67	17.460,02	17.809,22	18.165,41	18.528,72	18.899,29	19.277,28	19.662,82	20.056,08
Decimo Cuarto	SBU	5.100,00	5.304,00	5.516,16	5.736,81	5.966,28	6.204,93	6.453,13	6.711,25	6.979,70	7.258,89	7.549,25	7.851,22	8.165,26	8.491,87	8.831,55
Aportación Patronal	12,15%	22.161,60	22.604,83	23.056,93	23.518,07	23.988,43	24.468,20	24.957,56	25.456,71	25.965,85	26.485,16	27.014,87	27.555,16	28.106,27	28.668,39	29.241,76
Fondos Reserva	8,33%	15.193,92	15.497,80	15.807,75	16.123,91	16.446,39	16.775,32	17.110,82	17.453,04	17.802,10	18.158,14	18.521,30	18.891,73	19.269,56	19.654,96	20.048,05
Vacaciones	24 días	7.600,00	7.752,00	7.907,04	8.065,18	8.226,48	8.391,01	8.558,83	8.730,01	8.904,61	9.082,70	9.264,36	9.449,64	9.638,64	9.831,41	10.028,04
		<b>\$ 247.655,52</b>	<b>\$ 252.710,63</b>	<b>\$ 257.870,92</b>	<b>\$ 263.138,66</b>	<b>\$ 268.516,17</b>	<b>\$ 274.005,82</b>	<b>\$ 279.610,04</b>	<b>\$ 285.331,30</b>	<b>\$ 291.172,15</b>	<b>\$ 297.135,19</b>	<b>\$ 303.223,07</b>	<b>\$ 309.438,52</b>	<b>\$ 315.784,31</b>	<b>\$ 322.263,30</b>	<b>\$ 328.878,41</b>

**Gastos Fijos**

Gastos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
Gastos fijos de oficina y taller	17.400,00	18.096,00	18.819,84	19.572,63	20.355,54	21.169,76	22.016,55	22.897,21	23.813,10	24.765,63	25.756,25	26.786,50	27.857,96	28.972,28	30.131,17
Mantenimiento menor	29.100,00	30.264,00	31.474,56	32.733,54	34.042,88	35.404,60	36.820,78	38.293,61	39.825,36	41.418,37	43.075,11	44.798,11	46.590,04	48.453,64	50.391,78
Mantenimiento mayor					116.985,856					142.331,1812					
	<b>\$ 46.500,00</b>	<b>\$ 48.360,00</b>	<b>\$ 50.294,40</b>	<b>\$ 52.306,18</b>	<b>\$ 171.384,28</b>	<b>\$ 56.574,36</b>	<b>\$ 58.837,33</b>	<b>\$ 61.190,83</b>	<b>\$ 63.638,46</b>	<b>\$ 208.515,18</b>	<b>\$ 68.831,36</b>	<b>\$ 71.584,61</b>	<b>\$ 74.448,00</b>	<b>\$ 77.425,92</b>	<b>\$ 80.522,95</b>

<b>TOTALES</b>	<b>\$ 820.137</b>	<b>\$ 808.660</b>	<b>\$ 795.670</b>	<b>\$ 781.016</b>	<b>\$ 881.518</b>	<b>\$ 708.039</b>	<b>\$ 687.338</b>	<b>\$ 664.215</b>	<b>\$ 638.434</b>	<b>\$ 752.066</b>	<b>\$ 597.054</b>	<b>\$ 606.023</b>	<b>\$ 615.232</b>	<b>\$ 624.689</b>	<b>\$ 634.401</b>
----------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

## Anexo 2. Punto de equilibrio del parque undimotriz.

### PUNTO DE EQUILIBRIO DEL PARQUE UNDIMOTRIZ

Inflación asumida 0,00%

#### Proyección Ingresos

INGRESOS POR VENTA DE ENERGÍA	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
kW-h diario	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820
kW-h semana	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740
kW-h mensuales	264.600	264.600	264.600	264.600	264.600	264.600	264.600	264.600	264.600	264.600	264.600	264.600	264.600	264.600	264.600
kW-h anuales	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200
Precio Promedio por Servicios (incluido IVA)	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014
Precio Promedio por Servicios (sin IVA)	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477
<b>Venta en Dólares Servicios</b>	<b>\$ 1.421.537,04</b>														

\$ 21.323.055,60

100%

Gastos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
<b>TOTALES</b>	<b>\$ 820.136,87</b>	<b>\$ 808.660,48</b>	<b>\$ 795.670,34</b>	<b>\$ 781.015,79</b>	<b>\$ 881.517,85</b>	<b>\$ 708.038,59</b>	<b>\$ 687.338,31</b>	<b>\$ 664.215,36</b>	<b>\$ 638.433,72</b>	<b>\$ 752.066,49</b>	<b>\$ 597.054,43</b>	<b>\$ 606.023,13</b>	<b>\$ 615.232,31</b>	<b>\$ 624.689,22</b>	<b>\$ 634.401,36</b>

\$ 10.614.494,26

50%

Suma año 1 al 7 : \$ 9.950.759  
 Costo No recuperado año 7 : \$ 663.735  
 Saldo año 8 : 0,46691  
 Tiempo de retorno: 7,4 años

### Anexo 3. Análisis de sensibilidad del parque undimotriz.

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL PARQUE UNDIMOTRIZ

ESTADO ORIGINAL															
INGRESOS POR VENTA DE ENERGÍA	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
kW-h diario	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820
kW-h semana	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740
kW-h mensuales	264.600	264.600	264.600	264.600	264.600	264.600	264.600	264.600	264.600	264.600	264.600	264.600	264.600	264.600	264.600
kW-h anuales	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200
Precio Promedio por Servicios (incluido IVA)	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014
Precio Promedio por Servicios (sin IVA)	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477
Venta en Dólares Servicios	\$ 1.421.537,04	\$ 1.421.537,04	\$ 1.421.537,04	\$ 1.421.537,04	\$ 1.421.537,04	\$ 1.421.537,04	\$ 1.421.537,04	\$ 1.421.537,04	\$ 1.421.537,04	\$ 1.421.537,04	\$ 1.421.537,04	\$ 1.421.537,04	\$ 1.421.537,04	\$ 1.421.537,04	\$ 1.421.537,04

\$ 21.323.055,60

Gastos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
	\$ 820.136,87	\$ 808.660,48	\$ 795.670,34	\$ 781.015,79	\$ 881.517,85	\$ 708.038,59	\$ 687.338,31	\$ 664.215,36	\$ 638.433,72	\$ 752.066,49	\$ 597.054,43	\$ 606.023,13	\$ 615.232,31	\$ 624.689,22	\$ 634.401,36

\$ 10.614.494,26

¿ HASTA DONDE PUEDE DISMINUIR LA PRODUCCION?

INGRESOS POR VENTA DE ENERGÍA	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
kW-h diario	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820
kW-h semana	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740
kW-h mensuales	132.500	132.500	132.500	132.500	132.500	132.500	132.500	132.500	132.500	132.500	132.500	132.500	132.500	132.500	132.500
kW-h anuales	1.590.000	1.590.000	1.590.000	1.590.000	1.590.000	1.590.000	1.590.000	1.590.000	1.590.000	1.590.000	1.590.000	1.590.000	1.590.000	1.590.000	1.590.000
Precio Promedio por Servicios (incluido IVA)	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014	\$ 0,5014
Precio Promedio por Servicios (sin IVA)	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477	\$ 0,4477
Venta en Dólares Servicios	\$ 711.843,00	\$ 711.843,00	\$ 711.843,00	\$ 711.843,00	\$ 711.843,00	\$ 711.843,00	\$ 711.843,00	\$ 711.843,00	\$ 711.843,00	\$ 711.843,00	\$ 711.843,00	\$ 711.843,00	\$ 711.843,00	\$ 711.843,00	\$ 711.843,00

\$ 10.677.645,00

Gastos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
	\$ 820.136,87	\$ 808.660,48	\$ 795.670,34	\$ 781.015,79	\$ 881.517,85	\$ 708.038,59	\$ 687.338,31	\$ 664.215,36	\$ 638.433,72	\$ 752.066,49	\$ 597.054,43	\$ 606.023,13	\$ 615.232,31	\$ 624.689,22	\$ 634.401,36

\$ 10.614.494,26

¿ HASTA DONDE PUEDE DISMINUIR EL PRECIO?

INGRESOS POR VENTA DE ENERGÍA	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
kW-h diario	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820	8.820
kW-h semana	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740	61.740
kW-h mensuales	264.600	264.600	264.600	264.600	264.600	264.600	264.600	264.600	264.600	264.600	264.600	264.600	264.600	264.600	264.600
kW-h anuales	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200	3.175.200
Precio Promedio por Servicios (incluido IVA)	\$ 0,2520	\$ 0,2520	\$ 0,2520	\$ 0,2486	\$ 0,2486	\$ 0,2486	\$ 0,2486	\$ 0,2486	\$ 0,2486	\$ 0,2486	\$ 0,2486	\$ 0,2486	\$ 0,2486	\$ 0,2486	\$ 0,2486
Precio Promedio por Servicios (sin IVA)	\$ 0,2250	\$ 0,2250	\$ 0,2250	\$ 0,2220	\$ 0,2220	\$ 0,2220	\$ 0,2220	\$ 0,2220	\$ 0,2220	\$ 0,2220	\$ 0,2220	\$ 0,2220	\$ 0,2220	\$ 0,2220	\$ 0,2220
Venta en Dólares Servicios	\$ 714.420,00	\$ 714.420,00	\$ 714.420,00	\$ 704.894,40	\$ 704.894,40	\$ 704.894,40	\$ 704.894,40	\$ 704.894,40	\$ 704.894,40	\$ 704.894,40	\$ 704.894,40	\$ 704.894,40	\$ 704.894,40	\$ 704.894,40	\$ 704.894,40

\$ 10.610.992,80

Gastos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
	\$ 820.136,87	\$ 808.660,48	\$ 795.670,34	\$ 781.015,79	\$ 881.517,85	\$ 708.038,59	\$ 687.338,31	\$ 664.215,36	\$ 638.433,72	\$ 752.066,49	\$ 597.054,43	\$ 606.023,13	\$ 615.232,31	\$ 624.689,22	\$ 634.401,36

\$ 10.614.494,26

## Anexo 4. Estado de Resultados del parque undimotriz.

### ESTADO DE RESULTADOS DEL PARQUE UNDIMOTRIZ

Estado de Resultado																
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	
<b>Ventas Netas</b>	\$ 1.421.537	\$ 1.421.537	\$ 1.421.537	\$ 1.421.537	\$ 1.421.537	\$ 1.421.537	\$ 1.421.537	\$ 1.421.537	\$ 1.421.537	\$ 1.421.537	\$ 1.421.537	\$ 1.421.537	\$ 1.421.537	\$ 1.421.537	\$ 1.421.537	\$ 21.323.056
<b>Gastos Operacionales</b>																
Sueldos	(182.400,00)	(186.048,00)	(189.768,96)	(193.564,34)	(197.435,63)	(201.384,34)	(205.412,03)	(209.520,27)	(213.710,67)	(217.984,88)	(222.344,58)	(226.791,47)	(231.327,30)	(235.953,85)	(240.672,93)	\$ (3.154.319)
Beneficios Sociales	(65.255,52)	(66.662,63)	(68.101,96)	(69.574,33)	(71.080,55)	(72.621,48)	(74.198,01)	(75.811,04)	(77.461,48)	(79.150,31)	(80.878,49)	(82.647,04)	(84.457,01)	(86.309,45)	(88.205,48)	\$ (1.142.415)
Depreciación	(225.000,00)	(225.000,00)	(225.000,00)	(225.000,00)	(225.000,00)	(225.000,00)	(225.000,00)	(225.000,00)	(225.000,00)	(225.000,00)	(225.000,00)	(225.000,00)	(225.000,00)	(225.000,00)	(225.000,00)	\$ (3.375.000)
Amortización	(38.000,00)	(38.000,00)	(38.000,00)	(38.000,00)	(38.000,00)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	\$ (190.000)
Otros	(46.500,00)	(48.360,00)	(50.294,40)	(52.306,18)	(54.384,28)	(56.574,36)	(58.837,33)	(61.190,83)	(63.638,46)	(66.190,83)	(68.831,36)	(71.584,61)	(74.448,00)	(77.425,92)	(80.522,95)	\$ (1.190.414)
<b>Utilidad Operativa</b>	\$ 864.382	\$ 857.466	\$ 850.372	\$ 843.092	\$ 718.637	\$ 865.957	\$ 858.090	\$ 850.015	\$ 841.726	\$ 690.887	\$ 824.483	\$ 815.514	\$ 806.305	\$ 796.848	\$ 787.136	\$ 12.270.908
Intereses	\$ (262.981)	\$ (244.590)	\$ (224.505)	\$ (202.571)	\$ (178.617)	\$ (152.458)	\$ (123.891)	\$ (92.693)	\$ (58.623)	\$ (21.416)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ (1.562.346)
<b>Utilidad A. I. I.</b>	\$ 601.400	\$ 612.877	\$ 625.867	\$ 640.521	\$ 540.019	\$ 713.498	\$ 734.199	\$ 757.322	\$ 783.103	\$ 669.471	\$ 824.483	\$ 815.514	\$ 806.305	\$ 796.848	\$ 787.136	\$ 10.708.561
Utilidad Trabajadores	\$ (90.210)	\$ (91.931)	\$ (93.880)	\$ (96.078)	\$ (81.003)	\$ (107.025)	\$ (110.130)	\$ (113.598)	\$ (117.465)	\$ (100.421)	\$ (123.672)	\$ (122.327)	\$ (120.946)	\$ (119.527)	\$ (118.070)	\$ (1.606.284)
Impuesto a la Renta	\$ (112.462)	\$ (114.608)	\$ (117.037)	\$ (119.777)	\$ (100.984)	\$ (133.424)	\$ (137.295)	\$ (141.619)	\$ (146.440)	\$ (125.191)	\$ (154.178)	\$ (152.501)	\$ (150.779)	\$ (149.011)	\$ (147.194)	\$ (2.002.501)
<b>Utilidades D.I.</b>	\$ 398.728	\$ 406.337	\$ 414.950	\$ 424.666	\$ 358.033	\$ 473.049	\$ 486.774	\$ 502.104	\$ 519.198	\$ 443.859	\$ 546.632	\$ 540.686	\$ 534.580	\$ 528.310	\$ 521.871	\$ 7.099.776

## Anexo 5. Flujos de caja del parque undimotriz.

### FLUJOS DE CAJA DEL PARQUE UNDIMOTRIZ

#### Flujo Caja Libre Empresa (Sin Financiamiento)

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
Inversión	(3.375.000)															
Gastos pre operativos	(190.000)															
Capital de Trabajo	(500.000)															
Ingresos		1.421.537	1.421.537	1.421.537	1.421.537	1.421.537	1.421.537	1.421.537	1.421.537	1.421.537	1.421.537	1.421.537	1.421.537	1.421.537	1.421.537	1.421.537
Egresos		(1.022.809)	(752.200)	(743.587)	(733.871)	(800.504)	(723.488)	(709.763)	(694.433)	(677.340)	(752.678)	(649.905)	(655.851)	(661.957)	(668.227)	(674.666)
Utilidad		398.728	669.337	677.950	687.666	621.033	698.049	711.774	727.104	744.198	668.859	771.632	765.686	759.580	753.310	746.871
(+) Depreciaciones		263.000	263.000	263.000	263.000	263.000	225.000	225.000	225.000	225.000	225.000	225.000	225.000	225.000	225.000	225.000
(+) Intereses*(1-t)		174.357	162.163	148.847	134.305	118.423	101.080	82.140	61.456	38.867	14.199	0	0	0	0	0
Flujo Caja Libre Empresa	(4.065.000)	836.085	1.094.500	1.089.796	1.084.970	1.002.456	1.024.129	1.018.913	1.013.560	1.008.065	908.058	996.632	990.686	984.580	978.310	971.871
Acumulado	\$ (4.065.000)	\$ (3.228.915)	\$ (2.134.415)	\$ (1.044.618)	\$ 40.352	\$ 1.042.808	\$ 2.066.937	\$ 3.085.851	\$ 4.099.411	\$ 5.107.475	\$ 6.015.533	\$ 7.012.165	\$ 8.002.851	\$ 8.987.431	\$ 9.965.741	\$ 10.937.612

WACC	18,69%
VAN	\$ 897.260
TIR	23,7%
Tiempo Recuperación	3,9 años

Suma año 1 al 3: \$ 3.020.382  
 Costo No recuperado año 3: \$ (1.044.618)  
 Saldo año 4 (0,96281)

#### Flujo Caja Libre Accionista (Con Financiamiento)

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
Inversión	(3.375.000)															
Gastos pre operativos	(190.000)															
Capital de Trabajo	(500.000)															
Ingresos		1.421.537	1.421.537	1.421.537	1.421.537	1.421.537	1.421.537	1.421.537	1.421.537	1.421.537	1.421.537	1.421.537	1.421.537	1.421.537	1.421.537	1.421.537
Egresos		(1.022.809)	(752.200)	(743.587)	(733.871)	(800.504)	(723.488)	(709.763)	(694.433)	(677.340)	(752.678)	(649.905)	(655.851)	(661.957)	(668.227)	(674.666)
Utilidad		398.728	669.337	677.950	687.666	621.033	698.049	711.774	727.104	744.198	668.859	771.632	765.686	759.580	753.310	746.871
(+) Depreciaciones		263.000	263.000	263.000	263.000	263.000	225.000	225.000	225.000	225.000	225.000	225.000	225.000	225.000	225.000	225.000
(+) Prestamos	3.065.000															
(-) Pagos		(199.753)	(218.145)	(238.230)	(260.164)	(284.117)	(310.276)	(338.844)	(370.041)	(404.112)	(441.319)	0	0	0	0	0
Flujo Caja Libre Accionista	(1.000.000)	461.975	714.192	702.720	690.502	599.915	612.773	597.930	582.063	565.086	452.540	996.632	990.686	984.580	978.310	971.871
Acumulado	\$ (1.000.000)	\$ (538.025)	\$ 176.167	\$ 878.887	\$ 1.569.389	\$ 2.169.305	\$ 2.782.078	\$ 3.380.008	\$ 3.962.071	\$ 4.527.157	\$ 4.979.697	\$ 5.976.329	\$ 6.967.015	\$ 7.951.595	\$ 8.929.905	\$ 9.901.776

Costo Accionista	54,51%
VAN	\$ 107.286
TIR	60,0%
Tiempo Recuperación	1,7 años

Suma año 1 : \$ 461.975  
 Costo No recuperado año 1: \$ (538.025)  
 Saldo año 2 (0,75333)